

Veröffentlichungen
des
Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

Wilhelm von Bezold.



Ergebnisse

der

Arbeiten am Aëronautischen Observatorium

in den Jahren 1900 und 1901.

Von

Richard Assmann und Arthur Berson.

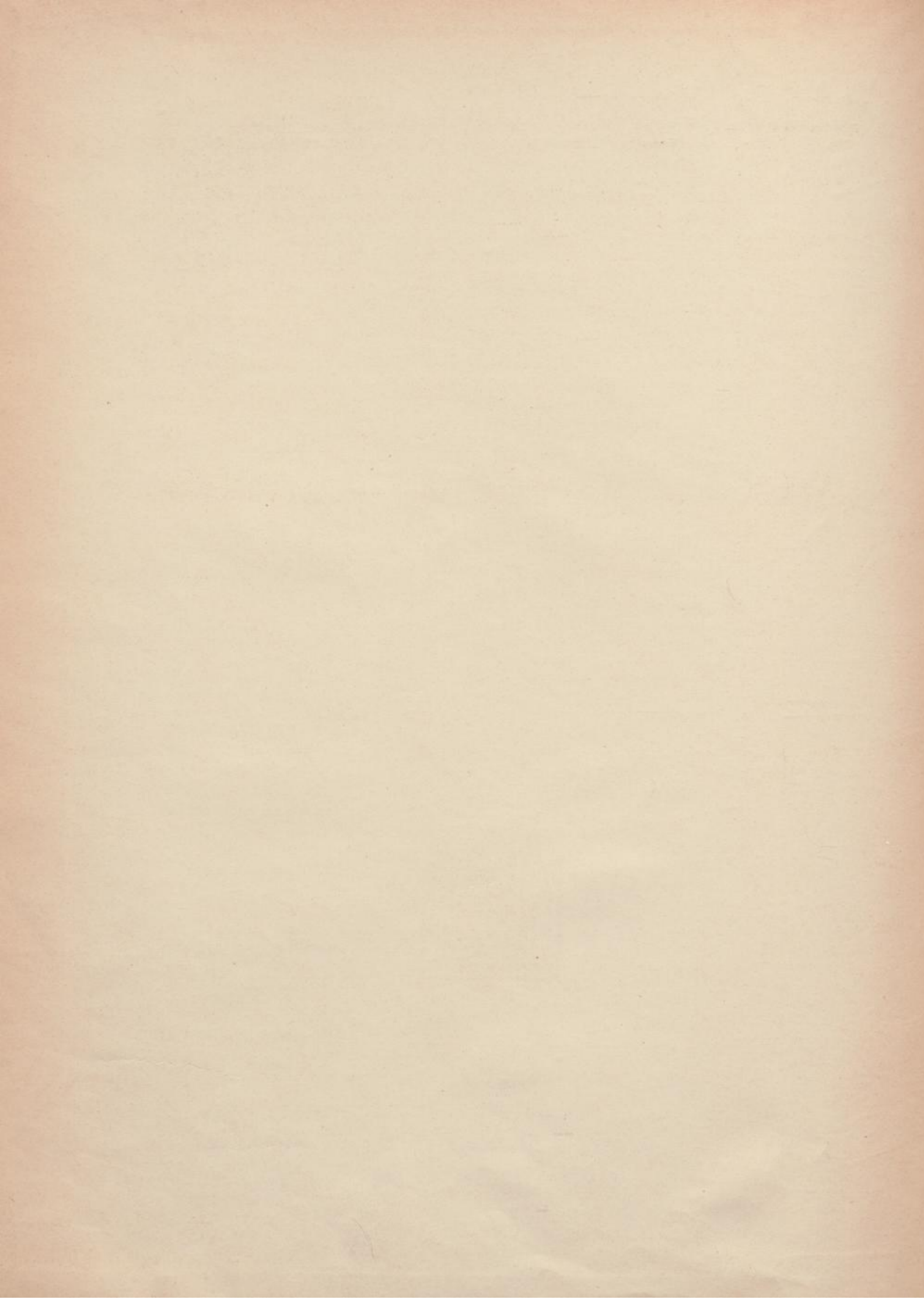
Mit zahlreichen Abbildungen im Text.



Berlin 1902.

A. Asher & Co.

Preis 15 M.



— 18499 —

Veröffentlichungen
des
Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor
Wilhelm von Bezold.



Ergebnisse

der
Arbeiten am Aëronautischen Observatorium
in den Jahren 1900 und 1901.

Von
Richard Assmann und Arthur Berson.

Mit zahlreichen Abbildungen im Text.



Berlin 1902.
A. Asher & Co.
Preis 15 M.

Verlagsgesellschaft

Königliche Preussische Akademie der Wissenschaften

Wissenschaften Klasse

Ergebnisse

Abhandlungen aus dem mathematischen Gebiet

in den Jahren 1900-1901

Herausgegeben von Herrn

Dr. ...



Verlagsgesellschaft
A. Sponholtz & Co.
Berlin

Vorwort.

Die vorliegende Veröffentlichung ist die erste des im Jahre 1899 erbauten, seit 1900 in Thätigkeit getretenen Aëronautischen Observatoriums des Königlichen Meteorologischen Instituts.

Als Direktor dieses Instituts scheint es mir geboten, einige einleitende Worte vorzuschicken.

Die baulichen Anlagen wurden wesentlich nach den Vorschlägen des Vorstehers des Observatoriums, des Geheimen Regierungsraths Dr. Assmann ausgeführt, desgleichen ist die Ausrüstung sowohl in instrumenteller als auch in aëronautischer Hinsicht sein Werk.

Bei der Beurtheilung der geschaffenen Einrichtungen, die man in dem ersten Theile des Bandes beschrieben und durch Abbildungen erläutert findet, darf man nicht vergessen, dass sie in Anbetracht der Neuheit des ganzen Forschungszweiges besonders in baulicher Hinsicht vielfach den Charakter eines Provisoriums besitzen, und dass auch die aus dem gleichen Grunde nur in mässigem Betrage zur Verfügung gestellten Mittel zur äussersten Sparsamkeit zwangen.

Man musste sich deshalb mit dem öden, fast vegetationslosen Gelände und mit dem mehr als einfachen, aller Bequemlichkeit und allen Schmuckes entbehrenden Dienstgebäude begnügen, sowie mit der nur aus gestülpten Brettern bestehenden Ballonhalle, um für das wichtigere wissenschaftlich-aëronautische Rüstzeug reichlichere Aufwendungen machen zu können.

Dies war um so nöthiger, nachdem aus nicht vorherzusehenden örtlichen Schwierigkeiten sehr beträchtliche Mehrausgaben erwachsen, unter denen in erster Linie der zum Auflassen der Drachen erforderliche hohe Thurm zu nennen ist. Trotzdem darf man getrost behaupten, dass das Observatorium hinsichtlich seiner maschinellen und instrumentellen Ausrüstung sowie sämtlicher Betriebsmittel durchaus auf der Höhe der Zeit steht, und keinen Vergleich mit anderwärts bestehenden zu scheuen hat.

Bei der Besprechung der zur Verwendung kommenden Hilfsmittel, besonders der Drachen, wurde mit gutem Bedacht ausschliesslich von praktischen Gesichtspunkten ausgegangen, zumal eingehende theoretische Untersuchungen hierüber theils schon seitens des Herrn Marvin in Washington vorliegen, theils durch Herrn Köppen in Hamburg binnen kurzem veröffentlicht werden sollen.

Der zweite, grössere Theil der Publikation berichtet über die in der Zeit vom 1. Oktober 1899 bis zum Ende September 1901 am Observatorium ausgeführten Arbeiten, wobei versucht worden ist, das Beobachtungsmaterial in seiner ursprünglichen Gestalt, d. h. in Kurven der Registrir-Apparate wiederzugeben und Auswerthungen in tabellarischer Form nur in beschränktem Maasse beizufügen. Die Eigenart der Forschungsmethode, die stets einen ganz bestimmten Fall mit allen zusammenwirkenden Umständen der Untersuchung zu unterziehen hat, bedingte eine grundsätzliche Abweichung von dem sonst in meteorologischen Publikationen üblichen Verfahren, da eine Mittelbildung oder eine Vereinigung der Einzel-Ergebnisse

unter gemeinsamen Gesichtspunkten durchaus unausführbar sein würde, solange nicht erheblich längere und umfangreichere Beobachtungsreihen vorliegen. Aus diesem Grunde schien die etwas eingehendere Erörterung der Einzelfälle unter Herbeiziehung der gleichzeitigen Witterungslage geboten. Hierbei wurde, wo irgend thunlich, auf die Wege hingewiesen, die vielleicht einer zukünftigen Verwerthung der Beobachtungen für die Zwecke der Witterungsprognose förderlich werden könnten, eine Aufgabe, die man gut thut, sich nicht als allzuleicht lösbar vorzustellen.

Die Betheiligung der Beamten des Observatoriums an der Publikation ist durch Hinzufügung der Namen der entsprechenden Verfasser kenntlich gemacht. Der erste Abschnitt stammt im wesentlichen aus der Feder des Abtheilungsvorstehers, der zweite überwiegend aus der des ständigen Mitarbeiters A. Berson, während die Assistenten Elias und Knopp mit kleineren Beiträgen ihres speciellen Arbeitsgebietes theiligt sind. Zu diesen tritt noch der Abtheilungsvorsteher Dr. Süring, der gemeinsam mit Berson die beiden Hochfahrten vom 11. und 31. Juli 1901 erörtert hat.

Berlin, im Mai 1902.

v. Bezold.

Das letzte Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts hat der Meteorologie ein neues Forschungsgebiet eröffnet, das mehr wie irgend ein anderes geeignet war, den immer stärker hervortretenden Wunsch, diese Wissenschaft aus dem Rahmen der Statistik in den der Physik überzuführen, zu fördern. Die wissenschaftliche Luftschiffahrt konnte, obwohl so alt als der Luftballon selbst, erst dann zur wirklichen Forschungsmethode werden, als das von ihr benöthigte Instrumentarium in einer alle Schwierigkeiten überwindenden Form vorhanden war und das hierbei gewonnene Beobachtungs-Material als zuverlässig gelten konnte.

Die mit dem Aspirationsthermometer und mit den sonstigen verbesserten Maassnahmen mittels des Luftballons erzielten Erfolge legten, nachdem die grosse, in erster Linie durch die Unterstützung Seiner Majestät des Kaisers ermöglichte Berliner Versuchsreihe zum Abschluss gekommen war, den Gedanken nahe, den mit Glück betretenen Weg weiter zu verfolgen, dabei aber an Stelle der mehr oder weniger gelegentlichen Experimente häufigere und so viel als möglich zusammenhängende auszuführen, um so das Neue und Interessante, was man bei den bisherigen »Stichproben« gefunden, zeitlich und ursächlich unter einander zu verknüpfen.

Die einzige Methode, welche geeignet erscheinen konnte, dieses Ziel zu erreichen, war die von A. L. Rotch am Blue Hill Observatory bei Boston und von Prof. Marvin an einer grösseren Anzahl von Stationen des U. S. Weather Bureau zur Ausbildung gebrachte, die darauf beruht, mittels Drachenflächen Registrirapparate in die Höhe zu heben und dort thunlichst lange zu belassen. Die Lücken, welche man in den Zeiten mangelnder Windstärke erhalten musste, durfte man wohl hoffen, durch ausgiebige Benutzung des von v. Parseval und v. Sigfeld erfundenen und in der Militär-Luftschiffahrt wohlbewährten Drachenballons ausfüllen zu können, sodass man in der That die Gewinnung zusammenhängender, nur für kürzere Zeit zu unterbrechender Aufzeichnungen aus den höheren Luftschichten als möglich ansehen konnte. Nachdem sich auch noch Teisserenc de Bort bei Paris dieser Methode zugewandt und mit ihr in seinem Observatoire de la météorologie dynamique in Trappes erhebliche Erfolge erzielt hatte, konnte man an deren Bedeutung für die meteorologische Forschung nicht mehr zweifeln.

Auf diesen Grundlagen entstand denn unter der Zustimmung und dem weitgehenden Interesse des vorgeordneten Ministeriums der Plan, einen fortlaufenden Dienst zur Erforschung der höheren Luftschichten mittels Drachen und Drachenballons im Rahmen des Königlichen Meteorologischen Instituts einzurichten.

Die zu diesem Zwecke erbetenen Mittel fanden die Zustimmung der gesetzlichen Körperschaften und wurden in den Staatshaushalt des Jahres 1899 eingestellt; hierbei ging man mit Recht von der Ansicht aus, dass es sich vornehmlich um die Gewinnung eigener Erfahrungen auf diesem neuen, auch an anderen Orten über das Experimentirstadium noch nicht viel hinausgewachsenen Gebiete handeln solle. Man sah deshalb zunächst davon ab, Einrichtungen in dem Maassstabe und mit Aufwendung so beträchtlicher Kosten zu schaffen, wie dies Teisserenc de Bort aus eigenen Mitteln bei Paris gethan hatte, man beschränkte sich vielmehr darauf, dieselben als Muster zu nehmen und den Verfasser und den ständigen Mitarbeiter Berson im Juni 1899 zum Studium der dortigen Verhältnisse nach Trappes zu schicken.

Als eine unmittelbare Folge dieser Beschränkung muss unter anderen die Wahl des für die Experimente in Frage kommenden Platzes bezeichnet werden. Zunächst musste von einem Gelände abgesehen werden, das fern von einer grösseren Stadt und ihrem Verkehr liegt, obwohl diese Bedingungen zu den allerwichtigsten gehörten. Man hätte dann ohne ein grösseres Dienst-Wohngebäude für die Beamten durchaus nicht auskommen können, dessen Kosten allein weit über das hinausgehen mussten, was für die ganze Einrichtung zur Verfügung gestellt war. Hierzu kommt noch, dass auf einem Arbeitsfelde, das weitgehende technische Maassnahmen erheischt, ausser wissenschaftlichen Beamten noch kräftige und gewandte Personen in nicht zu geringer Anzahl erforderlich sind. Ein Hülfspersonal von der für alle

Fälle erforderlichen Zahl und Vorbildung zu beschaffen, erschien aber von vornherein als unausführbar, weshalb der Plan einer räumlichen Zusammenlegung des Observatoriums mit der Militär-Luftschiffer-Abtheilung als der einzige Ausweg aus den genannten Schwierigkeiten gelten musste. Aber auch für den in Aussicht genommenen Dienst mit Drachenballons war die Unterstützung durch die Luftschiffer-Abtheilung nicht zu entbehren, da nur durch deren Vermittelung das hierzu erforderliche Wasserstoffgas zu erhalten war. Ausserdem aber sprachen noch mannichfache innere Gründe für die auch seitens des Kommandeurs der Luftschiffer-Abtheilung, Herrn Major Klusmann, lebhaft befürwortete räumliche Zusammenlegung der beiden Institutionen, zumal die Wichtigkeit meteorologischer Kenntnisse für den modernen Luftschiffer seit einer Reihe von Jahren dadurch anerkannt worden war, dass man in dem Lehrplane der Luftschiffer-Offiziers-Lehranstalt der Meteorologie einen entsprechenden Platz eingeräumt hatte. Es musste somit als äusserst wünschenswerth erscheinen, auch ferner zusammenwirken und sich gegenseitig materiell und intellektuell unterstützen zu können.

Der Luftschiffer-Abtheilung waren in Folge des mächtigen Aufschwunges, den sie unter der Leitung ihres genialen und energischen Kommandeurs, des Herrn Major Nieber, genommen hatte, die in mancher Beziehung recht dürftigen Einrichtungen am Tempelhofer Felde zu eng geworden und ein neuer Uebungsplatz mit ausgedehnten und zeitgemässen Bauten sollte im Jahre 1901 bezogen werden. Derselbe liegt im Norden von Berlin am Tegeler Schiessplatze, umgeben von den ausgedehnten Waldungen des mit dem Namen »Die Jungfernheide« bezeichneten Forstreviers, und hier sollte demnach auch das geplante Aëronautische Observatorium seine Stätte finden.

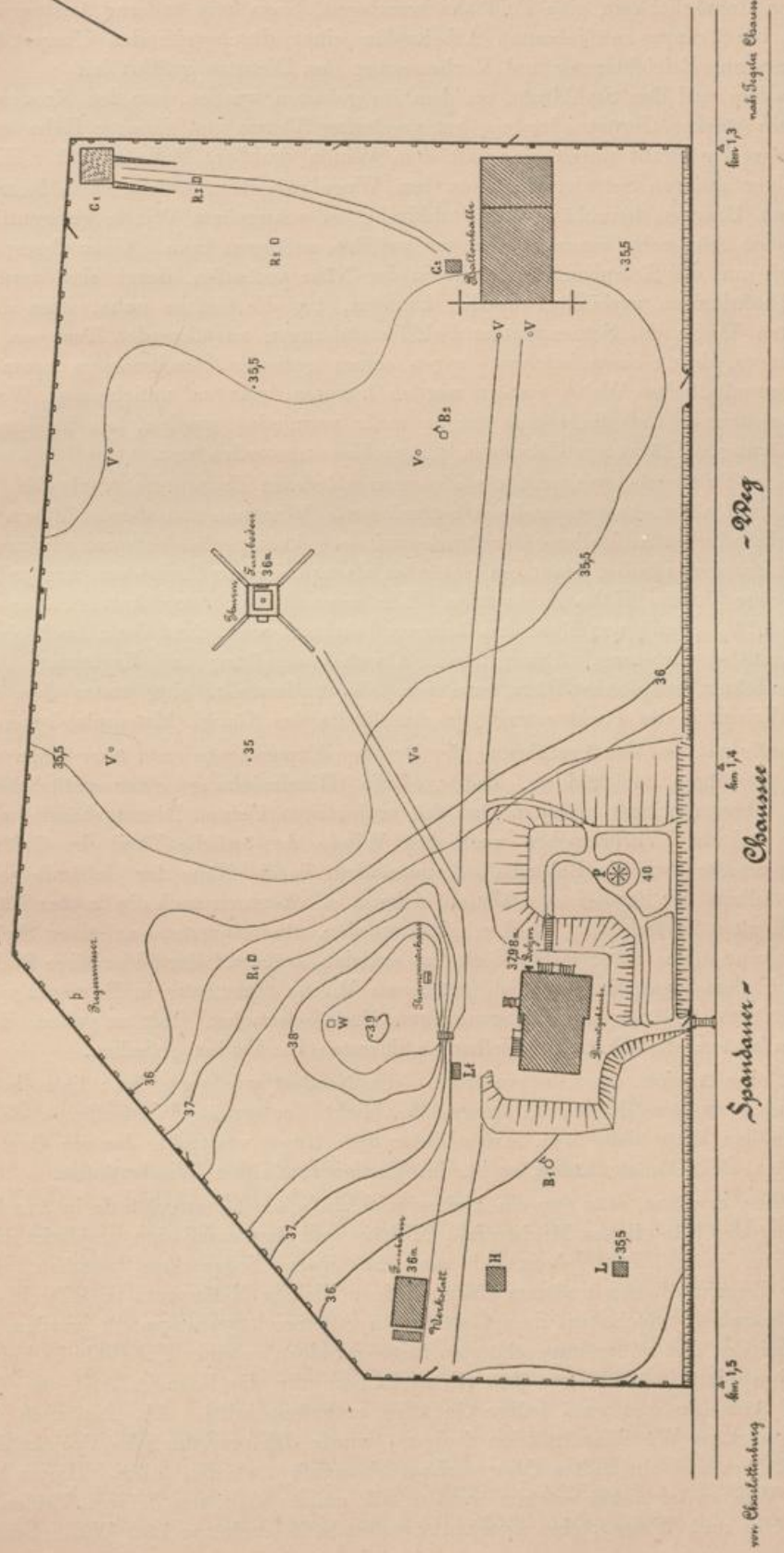
Während der inmitten hochstämmiger Kiefernbestände belegene Uebungsplatz der Luftschiffer-Abtheilung wohl als ein gut gewählter bezeichnet werden muss, da sowohl für gefesselte wie für frei fliegende Ballons eine schwache Luftbewegung in den unteren Schichten nur vortheilhaft sein kann, durfte man ein Observatorium, das in erster Linie mit vom Winde emporgehobenen Drachenflächen zu arbeiten bestimmt ist, nicht in den »Windschutz« des Waldes bringen, sondern musste für dasselbe thunlichst offenes Feld aufsuchen. Die Nähe des grossen, gegen 3 Kilometer langen und fast 1 Kilometer breiten baumlosen Schiessplatzes schien die erforderliche Luftbewegung zu gewährleisten und es wurde deshalb nach Niederlegung der an seinem südlichem Rande noch befindlichen Bäume ein Theil desselben für die Anlage des Observatoriums in Aussicht genommen. Entlang der Chaussee, die den Namen »Spandauer Weg« führt, und nur durch diese von dem neuen Uebungsplatze der Luftschiffer-Abtheilung getrennt, sollte ein Geländestreifen von 50 Meter Breite und 600 Meter Länge an das Meteorologische Institut zur Anlage eines Aëronautischen Observatoriums verpachtet werden. Bei den hierauf gerichteten Verhandlungen stellte es sich heraus, dass dieses dem Forstfiskus gehörige Terrain als Schutzrayon an die Militär-Verwaltung verpachtet war und dass die Luftschiffer-Abtheilung gegen dessen Ueberlassung aus dem Grunde Widerspruch erhob, weil ihr dadurch der Weg zum Schiessplatze verlegt werden würde. Nach langen und wiederholten Konferenzen wurde eine Einigung dahin erzielt, dass die Militär-Behörde, vertreten durch die Intendantur des Gardekorps, in eine Afterverpachtung an das Meteorologische Institut unter denselben Bedingungen willigte, zu denen sie selbst vom Forstfiskus gepachtet hatte, und dass sich die Luftschiffer-Abtheilung mit der Ueberlassung eines Streifens von 200 Meter Länge und 50 Meter Breite einverstanden erklärte.

Nachdem seitens der Kgl. Garnison-Verwaltung die provisorische Bau-Erlaubniss erteilt worden war, wurde im Sommer 1899 mit der Umzäunung und dem Bau einer hölzernen Ballonhalle von 12 Meter Breite, 15 Meter Länge und 10 Meter Höhe begonnen, nach Plänen, die von der Königlichen Ministerial-, Militär- und Baukommission gutgeheissen waren.

Inzwischen waren aber neue Schwierigkeiten aufgetaucht, da sich herausgestellt hatte, dass der zum Bau überwiesene Platz zu einem Theile selbst noch zu Schiessübungen diene oder doch zu sehr gefährdet war, um bebaut und benutzt werden zu können. Zwar schuf das General-Kommando des Gardekorps in entgegenkommendster Weise hierin durch Verlegung der Zielwälle und Geschützbettungen Abhilfe, aber es versagte leider die Erlaubniss zur Anlegung einer kleinen Feldbahn ausserhalb des gepachteten Geländes und machte hiermit einen wichtigen Theil des Bebauungs- und Arbeitsplanes für das Observatorium hinfällig.

Bei der Beschränktheit des überlassenen Platzes und der Nähe des stehenbleibenden Baumbestandes musste von einer festen Aufstellung der zum Bedienen der Drachen nöthigen Winde in der Form, wie sie in Trappes besteht, von vornherein Abstand genommen werden. Es wurde deshalb projektirt, die drehbare Drachenwinde auf einen starken Plateauwagen zu setzen und mit diesem auf einer entlang des Spandauer Weges und nach dem östlichen Theile des Schiessplatzes führenden schmalspurigen Feldbahn den der Windrichtung entsprechenden günstigsten Platz für den Aufstieg aufzusuchen. Ohne alle Zweifel wären durch diese Einrichtung manche Schwierigkeiten vermieden worden, welche auch jetzt noch der Arbeit anhaften und denen

Fig. 1.



Lageplan des Aeronautischen Observatoriums.
Höhenangaben in Metern über N. N.

Maassstab 1:1080.

- G₁, G₂ = Gasschuppen.
- R = Erdrollen.
- V = Verankerungen an Ballonhalle und Thurm.
- W = Wasserreservoir.
- Lt = Latrinengrube.
- B₁, B₂ = Brunnen.
- H = Hühnerstall.
- L = Laube.
- P = Pavillon.

Spandauer - Chaussee - 927g - Chaussee

4m 1,5 4m 1,4 4m 1,3

von Charlottenburg nach Tegel Chaussee

schon so mancher kostbare Drachen zum Opfer gefallen ist, der durch die Luftwirbel, welche an den 24 Meter hohen Kiefern entstehen, mit Gewalt zu Boden oder in die Gipfel der Bäume geschleudert und zerrümmert wurde.

In Folge der Unmöglichkeit, eine Feldbahn anzulegen, blieb kein anderer Ausweg als den ganzen nach dem Vorbilde von Trappes aufgebauten Arbeitsplan einer durchgreifenden Umgestaltung zu unterziehen, die keineswegs zur Erleichterung und Verbesserung des Dienstes geführt hat.

Um die Drachen und den Stahldraht, an dem sie gehalten werden, vor den Kronen der Bäume zu bewahren, musste ein starkes Gerüst oder ein gut versteifter Thurm von gleicher Höhe errichtet werden, von dessen Spitze aus der Draht durch eine mit dem Winde drehbare Rolle abläuft. Hierdurch konnte man hoffen, auch einer anderen Schwierigkeit aus dem Wege zu gehen, welche darin besteht, dass der in einer Kettenlinie vom Drachen herabhängende Stahldraht bei schwachem Winde gelegentlich auf längere Strecken dem Erdboden sehr nahe kommen oder gar auf ihm aufliegen kann. Ganz abgesehen davon, dass der Militär-Telegraph und die Telephondrähte, die in der Nähe verlaufen, durch eine Berührung mit dem Drachendraht am Funktioniren verhindert werden könnten, lag die Gefahr nahe, dass die auf dem unmittelbar benachbarten Theile des Schiessplatzes Felddienstübungen ausführenden Truppen, und besonders deren berittene Offiziere, durch einen solchen, wegen seines geringen Durchmessers kaum sichtbaren gespannten Draht in empfindlicher Weise gestört werden könnten, was zu unliebsamen Weiterungen hätte führen müssen. Dies musste unbedingt und um so mehr vermieden werden, als in dem Pachtvertrage ausdrücklich jede Störung militärischer Uebungen ausgeschlossen worden war.

So blieb in der That nichts weiter übrig als einen hölzernen Thurm von wenigstens 25 Meter Höhe zu bauen und diesen seinem Zwecke entsprechend herzurichten. War man nun aber auf einem nicht beabsichtigten Umwege zu einer festen Aufstellung der Drachenwinde gekommen, so entsprang hieraus die Nothwendigkeit einer Vergrösserung des bisher benutzten Geländes, da es bei einer Breite von nur 50 Meter durchaus unmöglich ist, Drachen in die Höhe zu bringen. Ein hierauf gerichteter Antrag, der die Breite des Platzes zu verdoppeln, also auf 100 Meter zu bringen bestimmt war, fand denn auch ohne weiteres die Zustimmung der Militär-Verwaltung. Der nunmehr durch Umstellung und Ergänzung des Zaunes von rund einem auf 2 Hektar erweiterte Platz, wie ihn Fig. 1 darstellt, ging unter dem 29. März 1900 durch endgültige Vollziehung des Pachtvertrages in den Besitz des Königl. Meteorologischen Instituts über.

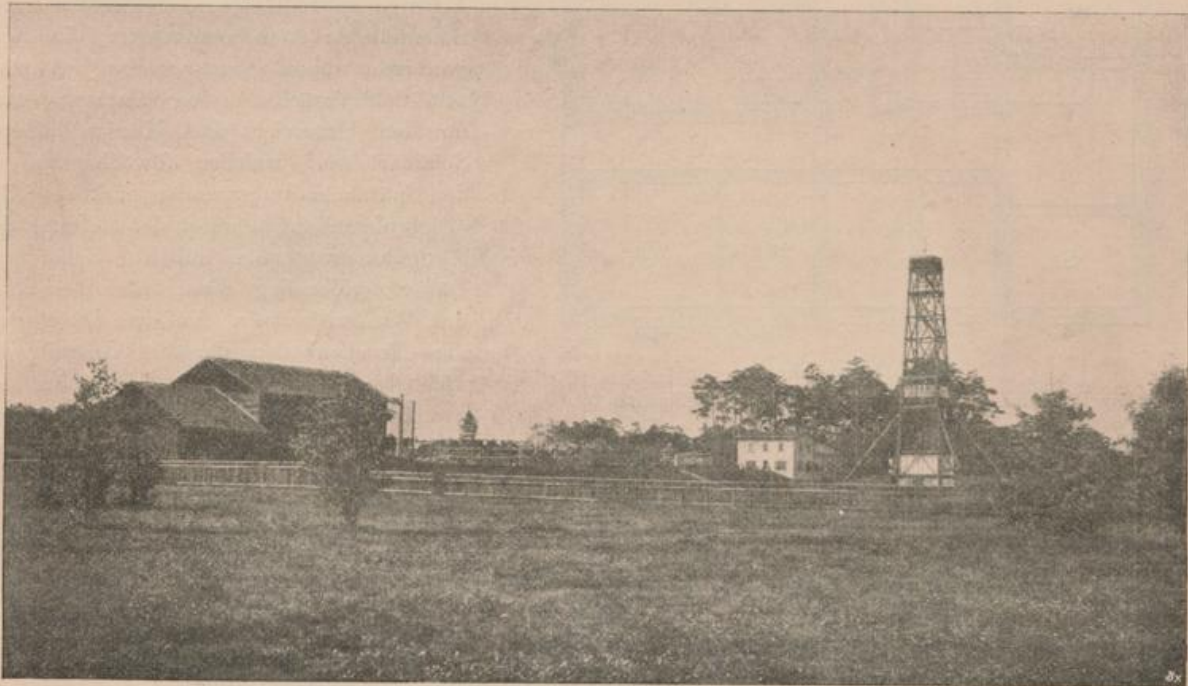
Die Nothwendigkeit, bei der Ausführung der Drachen-Experimente stets über einen freien Ausblick auf die Umgebung verfügen zu können, bedingte die Hineinziehung einer natürlichen Bodenwelle in das Gelände des Observatoriums und den Bau des projektirten kleinen Dienstgebäudes an dessen westlichem Abhange, da bei dem Vorherrschen westlicher Winde der östliche Theil des Geländes thunlichst frei gehalten werden musste; nur die Ballonhalle konnte nicht in die Nähe der Gebäude gebracht werden, um die gasgefüllten Ballons vor Explosionsgefahr zu sichern. So konnten auch die in der Nähe des Dienstgebäudes befindlichen alten Kiefern zum Theil erhalten werden, um wenigstens an einer Stelle Schatten zu haben und hierdurch eine etwas festere Rasendecke zu erzielen, während der feinsandige Boden des offenen Schiessplatzes vielfach ohne Vegetation und bei stärkerem Winde dünenartig in Bewegung ist. Um demselben wenigstens auf dem Gelände des Observatoriums einen schwachen Halt zu geben, musste man ihn zunächst mit Lupinen besäen, die bekanntlich selbst im dürrsten Sandboden gedeihen.

In Fig. 2 ist eine Ansicht des Observatoriums von Nordost wiedergegeben: links befindet sich die Ballonhalle nebst Anbau, neben ihr im Hintergrunde blickt der grosse Wasserthurm des Luftschiffer-Bataillons herüber, in der Mitte sieht man, etwas hinter dem Hügel versteckt, der ein Garten- und Beobachtungshäuschen trägt, das Dienstgebäude, rechts im Vordergrunde den Windenthurm.

Wie oben schon erwähnt, war nur ein kleines und einfaches Dienstgebäude in Aussicht genommen und unter Zustimmung der Königlichen Ministerial-, Militär- und Baukommission projektirt und veranschlagt worden. Es sollte nur ganz leicht gebaut sein und aus einem Erdgeschoss bestehen, nicht höher als 20 Centimeter »über Terrain« liegen und nur einen einzigen kleinen Kellerraum und Dachboden enthalten. Schon bei den Vorversuchen, welche auf dem Gelände im Sommer 1899 angestellt wurden, zeigte es sich, dass dieses Projekt bei der fast völlig ungeschützten Lage geradezu zu einer Unbewohnbarkeit des Gebäudes führen müsse, welches plangemäss ausser den Dienstzimmern für die Beamten auch die Wohnräume für einen verheiratheten Aufseher und zwei ledige Gehülfen enthalten sollte. Als nun auch die polizeiliche Bau-Erlaubniss eine stärkere Wandkonstruktion forderte, wurde das ursprüngliche Projekt dahin erweitert, dass der Bau unterkellert und ein halbes Obergeschoss hinzugefügt werden sollte. Hierzu kam aber noch folgender Umstand. Wie weiter unten erörtert werden soll, musste man, um bei dem Fehlen aller sonstigen Einrichtungen, wie Gas und Wasser, eine zweckentsprechende Beleuchtung und Wasserleitung, besonders

aber eine Kraftmaschine zum Betrieb der Drachenwinde zu beschaffen, eine kleine Dampfmaschine aufstellen welche zur Erzeugung elektrischen Lichtes und elektrischer Kraft geeignet war. Bei der hierzu erforderlichen Konzession forderte die Gewerbe-Inspektion für den Kessel- und Maschinenraum eine Höhe von

Fig. 2.



Das Aëronautische Observatorium des Königl. Meteorologischen Instituts, von Nordost gesehen.

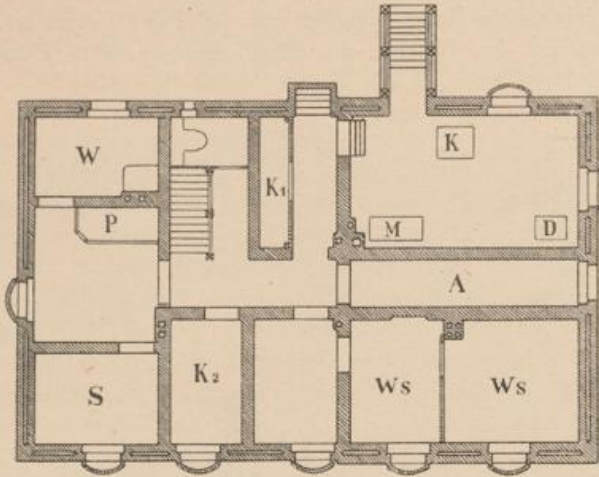
3 Meter und solche Abmessungen, dass abermalige einschneidende Abänderungen des Hausprojektes unvermeidlich wurden. So entstand dann allmählich aus dem kaum einem »Baubüreau« ähnlichen Projekte ein immerhin noch äusserst bescheidenes und absolut schmuckloses, aber doch wenigstens den dringendsten Anforderungen halbwegs genügendes kleines Dienstgebäude, in dem auch den ständigen Bewohnern ein einigermaassen behaglicher Aufenthalt gewährt werden konnte.

Da bei der verhältnissmässigen Geringfügigkeit der veranschlagten Bausumme seitens der Aufsichtsbehörden von einer staatlichen Bauleitung abgesehen und die Vergebung in General-Entreprise gutgeheissen wurde, erhielt in einer unter drei Baufirmen eröffneten Konkurrenz der Maurer- und Zimmermeister Heinrich Müller in Reinickendorf-West als Mindestfördernder den Zuschlag, förderte jedoch die Bauarbeiten so wenig energisch, dass die Ballonhalle erst im September 1899 und das Dienstgebäude, statt, wie vertragsmässig festgesetzt im Oktober 1899, erst im Januar 1900 fertig gestellt wurde. Da auch die Bau-Ausführung manches zu wünschen übrig liess, haben schon nach einem Jahre weitgehende Reparaturen ausgeführt werden müssen.

Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Inangriffnahme des Baus durch die unerwartet langwierigen Verhandlungen über den Pachtvertrag stark verzögert worden ist, sowie dass Arbeitseinstellungen seitens der Bauhandwerker und ein harter Winter hindernd in den Weg getreten sind.

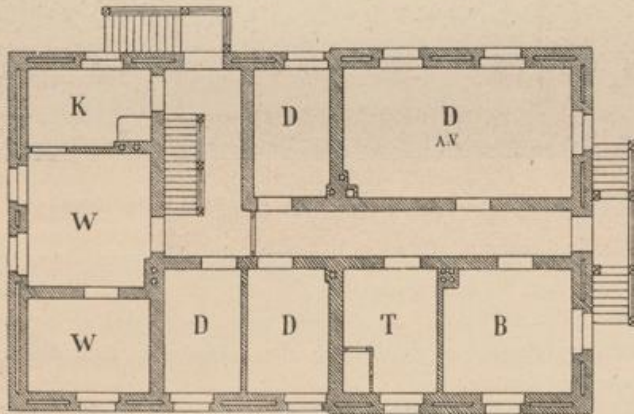
Das Dienstgebäude, dessen Dimensionen bei 10 Meter Breite 16 Meter Länge betragen, besteht nunmehr, wie die umstehenden Grundrisse erkennen lassen, aus einem Kellergeschosse, dessen Sohle indess nach Norden zu nur wenige Centimeter, an den anderen Seiten etwa 1 Meter unter das Gelände hinabreicht, mit dem Maschinen- und Kesselraume, der Akkumulatorkammer, Waschküche, Kohlen- und Wirtschaftskellern, sowie einem Wasserkloset und zwei kleinen Mechaniker-Werkstätten. Im Erdgeschosse, das demnach 1 bis 1,5 Meter über der Umgebung liegt, befindet sich ein in der Längsaxe laufender Korridor, von dem nach beiden Seiten die Thüren zu den Dienstzimmern abgehen, die dem Abtheilungsvorsteher, dem ständigen Mitarbeiter und dem Assistenten, ferner dem Bürosekretär dienen und noch ein kleines Instrumentenzimmer, sowie einen Telephon- und Packraum einschliessen. Die Wohnung des Aufsehers besteht aus Stube, Schlafstube und Küche nebst Waschküche und Wirtschaftskeller. Im

Fig. 3.



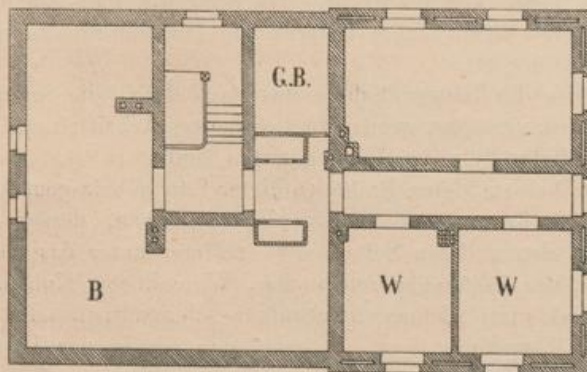
a. Kellergeschoss.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| M = Dampfmaschine. | Ws = Werkstätten. |
| K = Dampfkessel. | K ₁ und ₂ = Kohlenkeller. |
| D = Dynamomaschine. | S = Speisekammer. |
| A = Akkumulatorkammer. | W = Waschküche. |
| P = Photographische Dunkelkammer. | |



b. Erdgeschoss.

- | | |
|---|---------------------|
| D = Dienstzimmer (A.V. des Abtheilungs-Vorstehers). | W = Wohnzimmer. |
| B = Bureau. | T = Telephonzimmer. |
| K = Küche des Aufsehers. | |



c. Obergeschoss.

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| W = Wohnzimmer der Gehülfen. | GB = Gummiballon-Kammer. |
| B = Bodenraum. | |
| Maassstab 1 : 200. | |

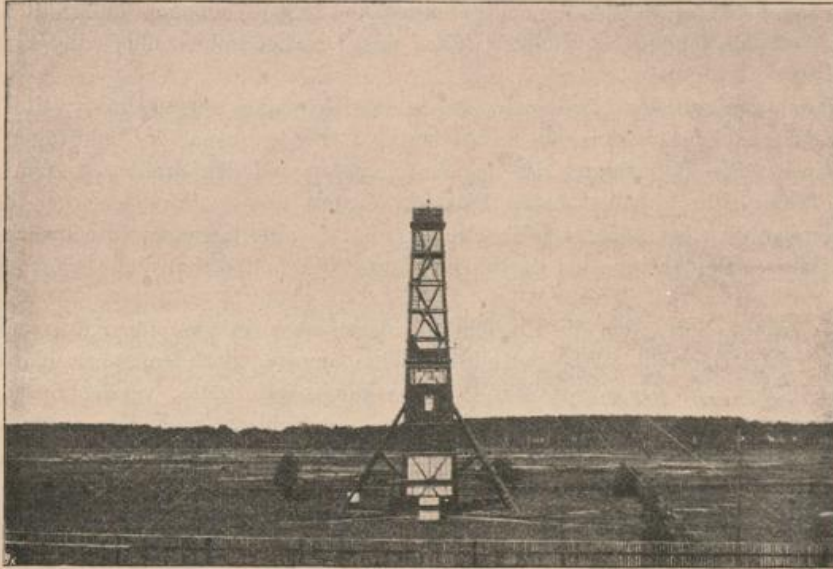
Obergeschosse befinden sich zwei freundliche Zimmer für die Gehülfen nach Süden heraus, nach Norden ein grösseres dreieckiges Zimmer, das für die Ausführung von Zeichnungen, auch für grössere Näharbeiten an Ballons und für solche experimentelle Arbeiten benutzt wird, die etwas grösseren Raum beanspruchen. Ausserdem dient dasselbe in den Sommermonaten für den Unterricht des Kursus höherer Seminarlehrer, welcher allwöchentlich in den Spätnachmittagsstunden praktische Beobachtungsübungen unter der Leitung des Abtheilungsvorstehers abhält. Ueber dem Längskorridor liegt dicht unter dem Dach das Wasserreservoir. Auf dem Durchgang zum Trockenboden, der die Westseite des Dachgeschosses einnimmt, befinden sich zwei grosse Materialenschränke, in deren einem sich die für dienstlichen Gebrauch der Beamten und Angestellten bestimmten Regen-Anzüge, Lederjacken und Beinkleider resp. Oelzeug-Anzüge mit Südwester und grosse Gummischuhe befinden.

Die Ballonhalle wurde zunächst als ein roher Holzbau aus gestülpten Brettern errichtet, der eine Länge von 15 Meter, eine Breite von 12 und eine Höhe von 10 Meter hat; an der Westseite befinden sich zwei in Rollen hängende Schiebethüren, die 8 Meter hoch und je 5 Meter breit sind; sie geben nicht selten wegen ungenügenden Funktionirens der Führungen Veranlassung zu Störungen. Die Ballonhalle war im allgemeinen zu leicht gebaut und liess bei jedem stärkerem Sturme befürchten, dass sie ersten Schaden erleiden werde. Der Raum in derselben erwies sich bald als ausserordentlich beengt, da sämtliche Drachen in ihr Unterkunft finden mussten und diese sehr viel Platz fortnehmen. Wurde nun ein Drachenballon oder mehrere mit Gas oder Luft gefüllt, dann blieb kaum der nöthige Raum zum Passiren, geschweige denn Platz für 50—60 Drachen übrig. Nachdem aber für eine regelmässige Betheiligung bei den internationalen Ballonfahrten grössere Summen in den Etat für die Jahre 1901 und 1902 eingestellt worden waren, konnte ein Erweiterungsbau in Angriff genommen werden. In Trappes existirt für das Auflassen der Ballons-sonde eine bei starkem Winde äusserst bequeme und praktische »drehbare Ballonhalle« (hangar tournant); die Aufstellung einer solchen ist indess auf dem Gelände des Aëronau-

tischen Observatoriums wegen Platzmangels unmöglich, weshalb nur der Ausweg übrig blieb, ausser dem nach West schauenden Thore noch ein zweites anzulegen, das sich nach Ost öffnet, um bei starkem Westwinde die leicht zerreisslichen Ballons ungefährdet aus der Halle bringen zu können.

Aus diesem Grunde wurde, als auch noch die später unten zu erörternde Unterbringung eines Ballons von der ungewöhnlichen Grösse von 8400 Kubikmeter Inhalt nebst Korb, Netz, Ringen usw. erforderlich wurde, nach Ost zu ein besonders stark konstruirter Erweiterungsbau von 8 Meter Tiefe ausgeführt, der nunmehr speciell als »Drachenhalle« dient und, mit der Haupthalle breit verbunden, das Hinausbringen kleinerer Ballons nach Ost zu gestattet. Durch starke Verbolzungen und Versteifungen wurde hierbei auch die Haupthalle soweit verstärkt, dass die drohende Gefahr einer Beschädigung durch stürmischen Wind thunlichst beseitigt wurde.

Fig. 4.



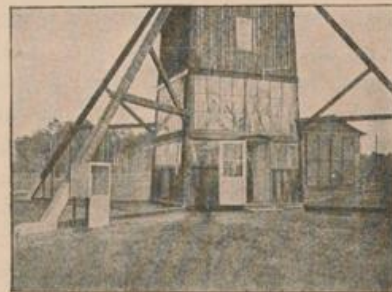
Der Windenthurm von Süd gesehen.

Den wichtigsten Theil der Baulichkeiten des Observatoriums stellt der schon erwähnte Thurm dar, welcher die Drachen- und Kabelwinde birgt. Derselbe ist auf 1.75 Meter tiefen Steinfundamenten aus starken Balken errichtet, hat unten einen Durchmesser von 5 Meter, der sich bis zur Plattform auf 2.5 Meter verjüngt, und besitzt 10 Stockwerke von je 2.5 Meter Höhe.

Wie die vorstehende Abbildung, Fig. 4, erkennen lässt, ist der Thurm mittels vier an den Ecken angebrachten Seitenstützen gegen den Winddruck versichert; ausserdem schien es vorthellhaft, noch weitere Vorsichtsmaassregeln gegen den starken Seitenzug zu treffen, der bei Verwendung eines grösseren Drachenballons und auffrischendem Winde gelegentlich vorkommt. Aus diesem Grunde wurden 4 starke verzinkte Stahldrahtkabel von je 5000 Kilogramm Bruchfestigkeit und 40 Meter Länge diagonal an der zweitobersten Plattform befestigt und mit starken, 1.5 Meter tief eingegrabenen eichenen »Andreas-kreuzen« im Boden bei V V V V der Fig. 1 verankert.

Im Erdgeschoss des Thurmes, Fig. 5, das eine lichte Höhe von 5.2 Meter hat, ist die Drachenwinde nebst Elektromotor aufgestellt; ringsum sind die Fenster bis zur vollen Zimmerhöhe hinaufgeführt, um der die Winde bedienenden Person die höchst wichtige dauernde Beobachtung der Drachen und des Drachenballons zu ermöglichen. Zug-Gardinen gestatten die Ausschliessung des Sonnenscheins, der im Sommer die Temperatur in diesem »Gewächshause« bis zum Unerträglichen steigert. In dem Windenzimmer befindet sich

Fig. 5.



Das Windenzimmer im Thurme.

ferner der Aspirations-Meteorograph und der Anemograph, ferner ein Hausteleson und verschiedene Apparate, wie Gefässbarometer, Aspirations-Psychrometer, ein kleiner Theodolit zum Messen der Höhenwinkel

und Azimute usw. An der Nordwest- oder Nordostecke des Thurmes wird während der Aufstiege aussen das Aspirations-Psychrometer angebracht und von Zeit zu Zeit abgelesen; eine grössere Englische Hütte, die beliebig an jeden Pfosten des Thurmes angehängt werden kann, dient zur Einstellung der Registrir-Apparate vor und nach jedem Aufstiege. Nach West zu besitzt das Windenzimmer eine doppelte, nach Ost eine einfache Glashür. Ein eiserner Ofen, dessen Abzugsrohr innerhalb des Thurmes bis zur mittleren Plattform verläuft, gestattet eine ausreichende Erwärmung des Zimmers. Ringsumlaufende Treppen führen in die oberen Stockwerke, von denen das mittlere mit Fenstern versehen ist und zur Aufstellung des elektrischen Scheinwerfers dient. Vom 5. Stockwerk an ist das Gebälk des Thurmes unbekleidet, um dem Winde geringeren Widerstand zu bieten; das vorletzte und oberste haben eine Dielung, ganz oben ist die Plattform mit einer 1.2 Meter hohen durchbrochenen Brüstung versehen, die mit Zink gedeckt ist. Auf dieser sind die wichtigsten Punkte der sichtbaren Umgebung durch Richtungslinien aufgetragen, um im Falle des Abreissens eines Drachens oder Ballons die Gegend festzustellen, in welcher er zu suchen ist. Ringsum läuft ein eisernes Gasrohr, zu einem geschlossenen Ringe gebogen und mittels Stützen an der Brüstung befestigt, um ein leichtes seitliches Gleiten des Drachendrahtes über die Thurmecken fort zu ermöglichen.

Der im ersten Jahre an der Nordnordwestseite der Brüstung aufgestellte zweite Aspirations-Meteorograph musste wieder entfernt werden, da er bei starkem Winde gegen das Eindringen des Regens nicht sicher zu schützen war. Die Befestigung des Anemometer und den drehbaren Arm für den Drachendraht tragenden Gestänges, die auf der oberen Plattform mittels eines starken eisernen Bockes bewirkt ist, wurde der Sicherheit halber auch noch auf die Dielung des darunterliegenden Stockwerkes übertragen, zu welchem Zwecke das eiserne Gasrohr bis dorthin verlängert ist und durch eine Diagonalverankerung festgehalten wird.

Wie schon erwähnt, hatte sich die Einrichtung elektrischer Anlagen für Kraft und Licht als unumgänglich erforderlich herausgestellt. Als Betriebsmaschine wurde, nachdem man bei dem Mangel von Leuchtgas auf einen Gasmotor, der sonst viele Vorzüge dargeboten hätte, verzichten musste, eine kleine Lilienthal'sche Dampfmaschine von 6—7 Pferdestärken mit Schlangenrohr-Kessel gewählt, dessen Aufstellung in einem bewohnten Gebäude polizeilich gestattet ist. Dieselbe ist sammt dem Kessel in dem 6.7 Meter langen, 4 Meter breiten und 3 Meter hohen Kellerraume des Dienstgebäudes (siehe den Grundriss Fig. 3a) untergebracht, von dem aus, gemäss den Vorschriften der Gewerbe-Inspektion, ein Ausgang direkt in das Freie führt.

In demselben Raum befindet sich eine von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft gelieferte Gleichstrom - Nebenschluss - Dynamomaschine zum Laden von Akkumulatoren für 110—150 Volt Spannung, bei einer Leistung von 3300 Watt und einem Kraftbedarf von 5.5 PS. Ein Doppel-Zellenschalter und ein Schaltbrett mit den erforderlichen Apparaten und Sicherungen befinden sich in demselben Raume, der durch 4 Glühlampen beleuchtet werden kann.

Vor demselben liegt ein Vorrathsraum für die Maschinenkohlen, der gleichzeitig als Neben-Eingang zu den Kellerräumen dient. Die Akkumulatorkammer von 6.7 m Länge und 1.15 m Breite (A in Fig. 3a) enthält in 2 Reihen über einander 60 Tudor-Akkumulatoren von 120 Ampèrestunden Kapazität bei 40 Ampère Entladestromstärke, geliefert von den Akkumulator-Werken in Hagen in der rühmlichst bekannten vorzüglichen Qualität. Von dieser Batterie aus gehen die Leitungen für die Hausbeleuchtung (57 Glühlampen), für den 80 m entfernten Windenthurm (7 Glühlampen und 3 Bogenlampen nebst Scheinwerfer) und die 110 m entfernte Ballonhalle (9 Glühlampen), die letzteren beiden zur Vermeidung von Störungen der Drachen und Ballons unterirdisch in Kabeln verlegt. Bei der Ballonhalle war wegen der aus der Anwesenheit gasgefüllter Ballons hervorgehenden Explosionsgefahr selbstverständlich nur eine Beleuchtung durch Glühlampen zulässig, ausserdem aber wurden zur Vermeidung der Schliessungs- und Oeffnungsfunken sämtliche Schalter an der Aussenseite in einem Holzkasten angebracht. Im Innern befinden sich 6 Glühlampen in halber Höhe der Seitenpfeiler, ausserdem noch eine gegen Zerschlagen geschützte Handlampe, aussen an den Stützpfeilern, welche die Führungsholme für die Schiebethore tragen, je eine grössere Glühlampe zur Beleuchtung des Vorplatzes. Ferner sind in der Drachenbau-Werkstatt 3, im Gartenhause und der Englischen Hütte je eine Glühlampe vorhanden; ihre Gesamtzahl beträgt 78.

Für den Windenthurm kam ausser der Beleuchtung noch die Versorgung des Elektromotors mit elektrischer Energie in Frage. Da gasgefüllte Ballons niemals in den Thurm und auch kaum jemals in dessen nächste Nähe kommen können, empfahl es sich, hier neben den Glühlampen auch kleine Bogenlampen anzubringen, deren Stromverbrauch bei grösserer Lichtstärke erheblich geringer ist; ausserdem musste hier eine bessere Beleuchtung des umliegenden Platzes von Wichtigkeit sein. So wurden zwei kleine

Bogenlampen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft für 2 Ampère, zur Beschickung durch Kabelrollen zugänglich gemacht, aufgehängt. Für grössere Nacht-Experimente aber, besonders bei Gelegenheit der internationalen Ballonfahrten, erwies sich die Verwendung eines elektrischen Scheinwerfers unerlässlich, der theils zum Sichtbarmachen der Drachen oder Drachenballons während des Auflassens, besonders aber während des Einholens, theils zur intensiven Beleuchtung des Platzes bei der Montirung und Anbringung der Registrir-Apparate dienen sollte. Ein solcher für 12—15 Ampère eingerichteter Scheinwerfer, um 2 Axen drehbar auf einem auf Rollen stehenden gusseisernen Fusse montirt, wurde von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in vorzüglicher Ausführung geliefert und funktionirt zur vollen Zufriedenheit; an Stelle des erforderlichen Widerstandes wurde eine zweite Bogenlampe eingeschaltet, die ebenfalls zur Platzbeleuchtung verwandt wird. Ursprünglich war die oberste Plattform des Thurmes für den Scheinwerfer als Aufstellungsort in Aussicht genommen worden, von welcher Stelle aus er natürlich seine Wirksamkeit am ungestörtesten hätte entfalten können. Leider aber wurde dieser Plan durch die Dimensionen des Apparates illusorisch gemacht, sowie durch die Gefahr, dass er durch den oft hin- und herkreisenden gespannten Drachendraht umgestürzt werden könnte. Aus diesen Gründen wurde er, nachdem sich die zuerst versuchte Unterbringung in einem Treppenverschlage unter der obersten Plattform nicht bewährt hatte, in dem in halber Thurmhöhe gelegenen, rings mit Glas verschlossenen früheren Windzimmer aufgestellt.

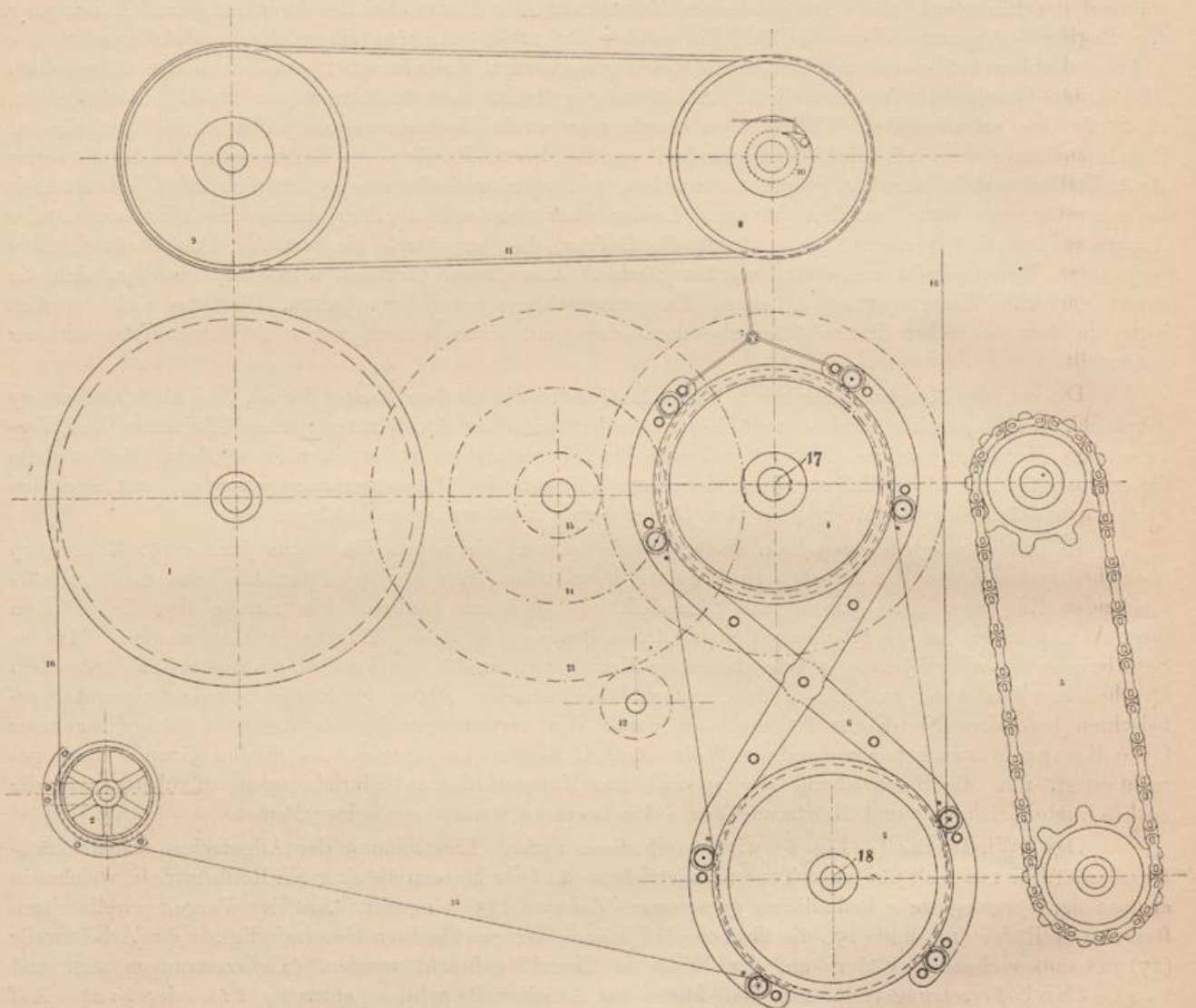
Die von der Maschinenfabrik von Otto Lilienthal nach dem Muster der am Blue Hill Observatory gebräuchlichen konstruirte Draht- und Kabelwinde hat seit ihrer Aufstellung endlose Umbauten und Verbesserungen erfahren, welche sich erst während der Inbetriebnahme als erforderlich ergaben. So ist denn dieses Inventarstück allmählich zu einem der kostspieligsten des Observatoriums geworden, was aber bei dessen grundsätzlicher Wichtigkeit für den Dienstbetrieb nicht weiter zu beklagen ist.

Es handelte sich bei dem Bau dieser Winde darum, sie neben den kaum jemals 150 Kilogramm überschreitenden Zügen der Drachen stark genug herzustellen, um den bei Drachenballons nicht zu vermeidenden Zug von 400—500 kg mit Sicherheit aushalten zu können. Sie musste deshalb in allen ihren Abmessungen auf die Möglichkeit einer solchen Beanspruchung sorgfältig hergerichtet werden. Manche Schwierigkeiten, wie diejenige, welche durch ein Herausspringen des spröden Stahldrahtes bei nachlassendem Drachenzuge entstehen, wodurch in dem ersten Jahre manches schöne Drahtstück vernichtet wurde, erheischten besondere Neu-Konstruktionen, an denen der vertretungsweise als Assistent thätige Ingenieur Otto Knopp in zweckentsprechendster Weise Antheil nahm. Es erschien aus diesem Grunde auch gerechtfertigt, ihm die Beschreibung der speciell maschinentechnischen Einrichtungen zu übertragen; die nachstehende Zeichnung und Erörterung des »Windwerkes« stammt aus seiner Feder.

Das »Windwerk« (s. Fig. 6) wird durch einen 6pferd. Elektromotor der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft für 110 Volt und 1250 Touren angetrieben. Auf der Motorwelle sitzt ein Rohhauttrieb, welches in ein auf der Vorgelegewelle befindliches gusseisernes Zahnrad (13) eingreift. Auf der Vorgelegewelle sitzen ferner zwei Räder (14) und (15), die abwechselnd je nach der gewünschten Geschwindigkeit der Arbeitswelle (17) mit entsprechenden Rädern auf der Welle in Eingriff gebracht werden. (Uebersetzungen 1:1 und 1:4). Das Uebersetzungsverhältniss vom Motor zur Arbeitswelle wird so entweder 1:6 oder 1:24. Auf der Arbeitswelle und auf einer unter ihr befindlichen Welle (18) sind zwei sogenannte Druckrollen aufgekeilt, die durch Kette und Kettenräder (5) zwangsläufig verbunden sind. Die Rollen sind mit je 5 Nuthen versehen. Der Draht (16) läuft nun, vom Drachen oder Drachenballon gezogen, von der Vorrathstromme (1) ab über die Führungsrolle (2) und von hier zu den Druckrollen, umspannt dieselben viermal, in den Nuthen verlaufend, und verlässt schliesslich aus der fünften Nuthe der Rolle (3) die Winde. Die Achse der Vorrathstrommel (1) und die Arbeitswelle (17) sind nun noch mit Scheiben versehen, die durch die Lederschnur (11) verbunden sind. Scheibe (9) sitzt fest auf der Welle, während (8) nur in einer Drehrichtung vermittelt des Sperrkegels und Sperrrades von der Welle mitgenommen wird. Der Zweck dieser Vorrichtung ist folgender: wird der Draht durch die Arbeitswelle und die von ihr bewegten Druckrollen eingeholt, so nehmen letztere seine ganze Spannung auf durch die $\frac{9}{2}$ fache = $4\frac{1}{2}$ fache Umschlingung. Der Draht würde also der Vorrathstrommel (1) zugeschoben werden. Bei diesem Drehsinn der Winde nimmt nun die Arbeitswelle (17) durch das Sperrrad die Scheibe (8) mit und vermittelt der Lederschnur (11) und der Scheibe (9) auch die Vorrathstrommel, durch die der Draht dann aufgewickelt wird. Die Durchmesser der Scheiben (8) und (9) sind nun so gewählt, dass die Trommel immer bestrebt ist, mehr Draht aufzunehmen als sie empfängt; es findet daher ein Gleiten der Schnur (11) statt. Beim Ablassen des Drahtes wird die Trommel von diesem nachgezogen, da in diesem Sinne die Sperrvorrichtung nicht kuppelt; ein Vorseilen der Trommel findet also hierbei nicht statt.

Die Welle der Vorrathstrommel ist mit einer kleinen Bandbremse versehen, um ein durch das Beharrungsvermögen bedingtes Voreilen der schweren Trommel, das beim Uebergange von einer grösseren

Fig. 6.



Das »Windwerk«.

zu einer kleineren Geschwindigkeit beim Ablassen trotz der eben beschriebenen Vorrichtung vorkommen könnte, zu vereiteln.

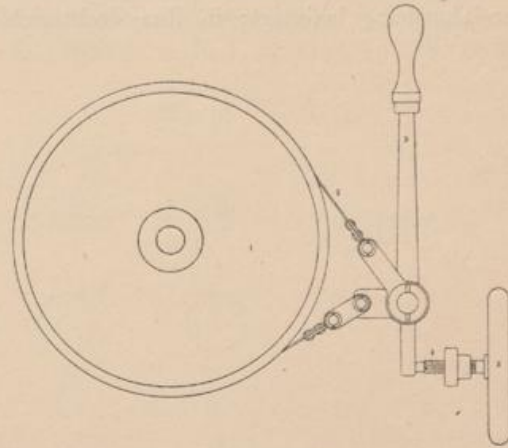
Ebenso ist die Arbeitswelle noch mit einer Bandbremse versehen (siehe Fig. 7), um die Ablaufgeschwindigkeit des Drahtes zu reguliren oder die Winde ganz anzuhalten. Die Anspannung des Bremsbandes (2) gegen die Scheibe (1) kann entweder durch den Hebel (3) erfolgen für momentane Bremsung, oder durch das Handrad (5) mit Spindel (4) für dauernde Bremsung oder Festlegung der Winde. Bei der Normalgeschwindigkeit des Motors erreicht der Draht beim Einholen mit der grossen Uebersetzung eine Geschwindigkeit von 0.9 m p. s., mit der kleinen Uebersetzung eine solche von 3.6 m p. s.

Durch Herabdrücken der Tourenzahls des Motors kann nun die Drahtgeschwindigkeit bis auf ca. 0.3 m p. s im ersten, und bis auf ca. 1.2 m p. s im anderen Falle erniedrigt werden. Es sollen demnächst noch Vorkehrungen getroffen werden, um die Tourenzahls des Motors über die Normale zu erhöhen, sodass im Nothfalle auch mit der grösseren Uebersetzung höhere Drahtgeschwindigkeiten erhalten werden können. Ein Zählwerk gestattet die Ablesung des abgelassenen Drahtes oder Kabels.»

Die Aufstellung der grossen Kabel- oder Drachendraht-Winde war zuerst in einem etwa 11 m über dem Erdboden gelegenen Raume des Thurmes erfolgt, der zu diesem Zwecke innen gerohrt und ge-

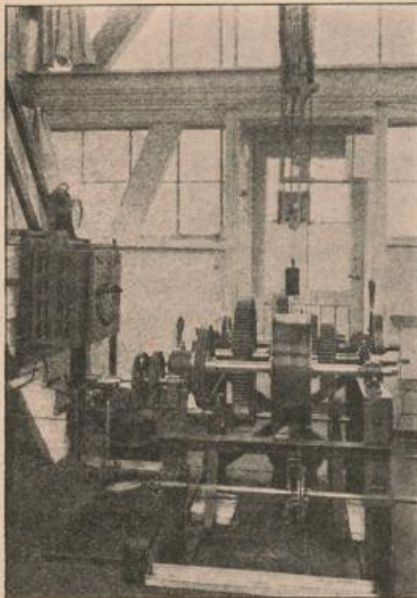
putzt, sowie ringsum mit Fenstern versehen worden war (s. Fig. 4). Der von dort aus gewährte weite Ueberblick über das umliegende Gelände des Schiessplatzes erschien so vortheilhaft, dass man glaubte, die sonstigen Unbequemlichkeiten mit in den Kauf nehmen zu sollen, welche aus dem häufigen Passiren von vier Treppen erwachsen. Die in dem ersten Jahre geübte Methode des Auflassens der Drachen und Anbringen des Registrir-Apparates von der obersten, 10 Treppen hoch liegenden Plattform des Thurmes aus erheischte ohnehin ein nur allzuhäufiges und stark ermüdendes Ersteigen des Thurmes. Als weitere erhebliche Uebelstände stellten sich jedoch bald nachstehende heraus. Die Anordnung der Stockwerke gestattete nur, dem Windenzimmer eine Höhe von 2.2 m zu geben, die Fenster aber nur bis zur Höhe von 1.7 m hinaufzuführen, was zur Folge hatte, dass man sich, um die Drachen im Auge zu behalten und deren Höhenwinkel zu bestimmen, ganz nahe dem entsprechenden Fenster aufstellen und oft sogar noch hinkauern musste, was bei gleichzeitiger Bedienung der Bremsen und Schaltvorrichtungen der Winde unausführbar war. Dazu kam noch, dass die Belastung des Thurmes mit dem grossen Gewicht der Winde und des Elektromotors, das gegen 1500 Kilogramm beträgt, an dieser Stelle nicht ganz unbedenklich erschien, und dass das von der Winde hervorgerufene Geräusch in Folge des wie ein »Resonanzboden« wirkenden hölzernen Thurmes jedes Kommando und jede Mittheilung an die bei der Winde diensthuetenden Personen durchaus unmöglich machte. Nachdem aber der Verfasser eine abgeänderte Methode des Auflassens der Drachen erdacht und erprobt hatte, bei der ein Besteigen des Thurmes nur ausnahmsweise erforderlich ist, wurde die Winde nebst Motor in das Erdgeschoss des Thurmes verlegt und dieses an seinen vier Seitenwänden in ihrer ganzen Breite bis zur Höhe von 5 m mit Glasfenstern versehen (s. Fig. 5); hierdurch wurde erreicht, dass man, an der Winde stehend, selbst bis zu Höhenwinkeln von 60° die Drachen im Auge

Fig. 7.



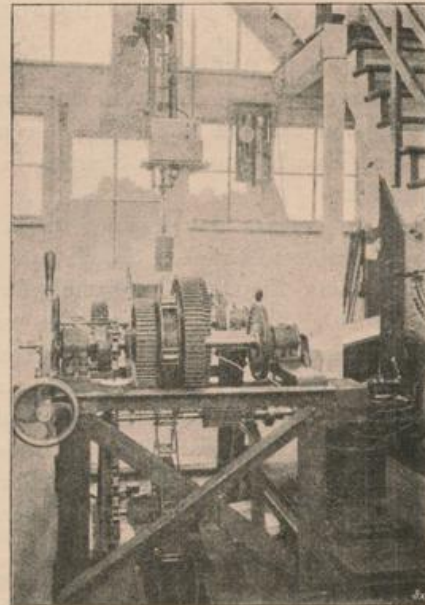
Grosse Bandbremse.

Fig. 8.



Die Kabelwinde mit Elektromotor und Anlasser von Ost gesehen.

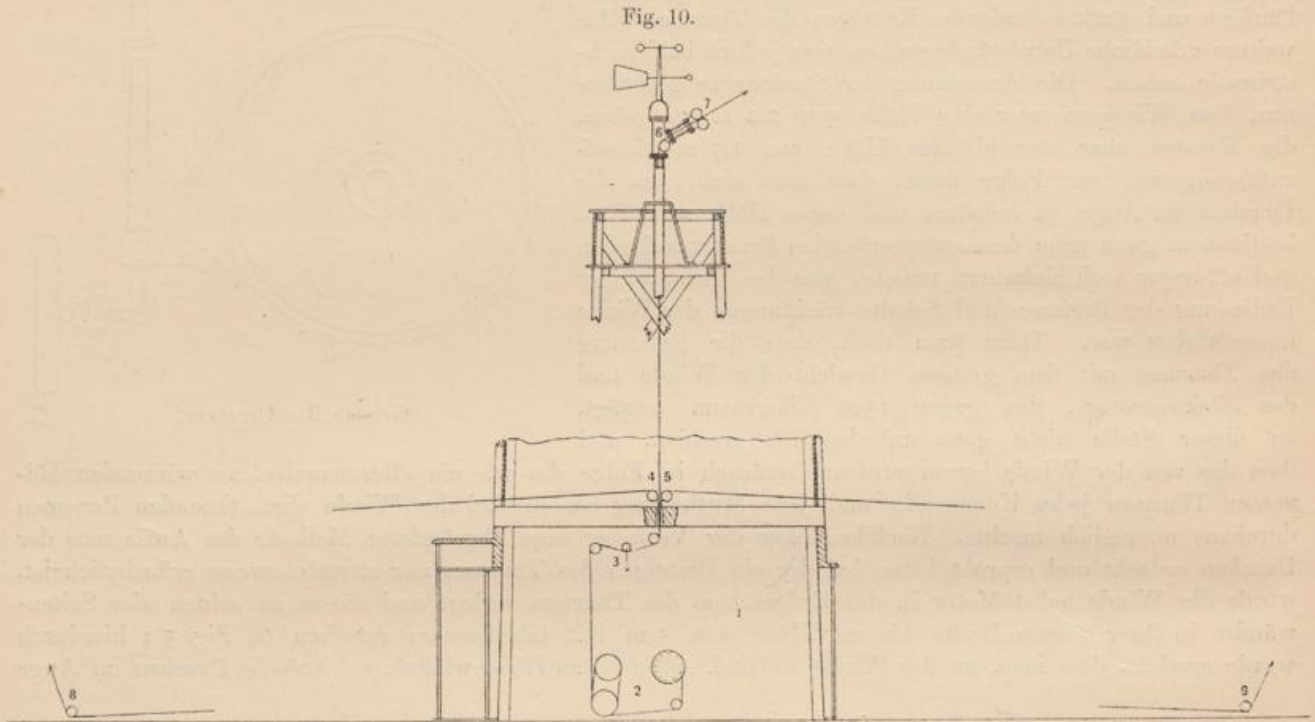
Fig. 9.



Die Kabelwinde mit Elektromotor von West gesehen.

behalten konnte; das Geräusch der Winde, die in einem Steinfundament gebettet wurde, erwies sich hier als wesentlich geringer. Zugleich aber wurde die Bedienung der Drachen durch zwei nach West und Ost sich öffnende, im Niveau des Geländes liegende Thüren ganz erheblich erleichtert.

Der Drachendraht (s. Fig. 10) ist von der Winde (2) über die drei Dynamographenrollen (3) hinweg in der Mittelaxe des Thurmes bis zur obersten Plattform geführt, wo er um eine Rolle (6) im Winkel von 60° seitwärts abbiegt und zwischen zwei gedeckten Rollen (7) austritt. Ein starkes Gasrohr ist mittels vier nach den Eckpfosten des Thurmes oberhalb der zweiten Plattform geführten eisernen Verstärkungen und durch einen käftigen eisernen Bock auf der obersten Plattform sicher und unverrückbar in der Thurmaxe befestigt; in ihm dreht sich in Kugellagern ein gezogenes Stahlrohr, an welches sich oben



Drahtführung im Windenthurme.

der Rollenarm ansetzt. Auf der Ansatzstelle steht ein Anemometer mit Windfahne, dessen Registrirereinrichtung derartig konstruirt ist, dass die Azimutänderungen des Rollenarmes keinen Einfluss auf die Richtungsangaben des Anemographen ausüben können. Diese nicht leicht zu lösende Aufgabe hat Herr Becker, Werkstätt-Vorsteher der Firma R. Fuess in Steglitz, in nachfolgender, von ihm selbst beschriebenen und gezeichneten Weise ausgeführt.

»Die Aufstellung des Anemographen auf dem Thurme des Aëronautischen Observatoriums weicht insofern von der gewöhnlichen ab, als hier nur der in der »Horizontalen« drehbare Ausleger für Drachen und Drachenballons, Fig. 11, A, als Aufstellungsplatz des motorischen Theiles in Betracht kommen konnte. Es musste also eine Einrichtung getroffen werden, welche es ermöglichte, die Kontakteinrichtungen, welche die Aufzeichnungen der Windrichtungen vermitteln, von der wechselnden Stellung des oben erwähnten Auslegers zum Azimut soweit unabhängig zu machen, dass die registrirten Windrichtungen den wirklichen entsprechen; dieses wurde durch nachstehend beschriebene Einrichtung erreicht.

An dem, den Ausleger stützenden oberen Lagerbock e, Fig. 11 sind, vom Gestell und unter einander isolirt, 8 Metalllamellen, Fig. 12, Ib, angebracht, auf welchen 8 Kontaktfedern 1—8 schleifen, die isolirt am Ausleger befestigt sind. Bei einer vollen Umdrehung des Auslegers wird also jede Kontaktfeder alle Lamellen bestreichen.

An diese Lamellen sind die zu einem Kabel vereinigten Leitungen, welche zum Registrirapparat führen, angeschlossen. Von den 8 Schleiffedern führen Leitungen an einen zweiten Lamellenkörper Ia, der sich im Räder-Kasten des Motors befindet, und über welchen die mit der Fahne f verbundene Feder g schleift. Für die Zuleitung des Stromes dient der massive Schleifring d, welcher sich coaxial unter dem Lamellenkörper b befindet.

Von den einzelnen Adern des Kabels (s. Fig. 12) führen vier, und zwar die Leitungen 1, 3, 5, 7 an die Elektromagnete N, E, S, W des Registrirapparates, die übrigen jedoch an das Relais, R 1—4. Dieses hat den Zweck, bei den Zwischenrichtungen NE, SE, SW, NW noch einen besonderen Stromkreis zu schliessen,

welcher so geschaltet ist, dass bei einer Magnetisirung z. B. von R₁ durch den Doppelkontakt r die Anker der Richtungen N und W angezogen werden, entsprechend der Zwischenrichtung NW. In gleicher Weise sind die Beziehungen zwischen R₂ und s = SW, R₃ und t = SE, R₄ und u = NE. Der Stromverlauf ist also folgender: Stromschluss durch das Schalenkreuz S bei c, Uebergang des Stromes von g nach einem Schleifstück von a, Weiterführung über eine der acht Schleiffedern nach einer Lamelle (b) und durch das Kabel nach dem Registrirapparat, durch einen der acht Elektromagnete zur Batterie zurück. Die Stellung des Auslegers sei nun eine derartige gewesen, dass der Stromweg folgender war: Batterie o, E, L, d, c, g (I) a, 8, b, 8,

Fig. 11.

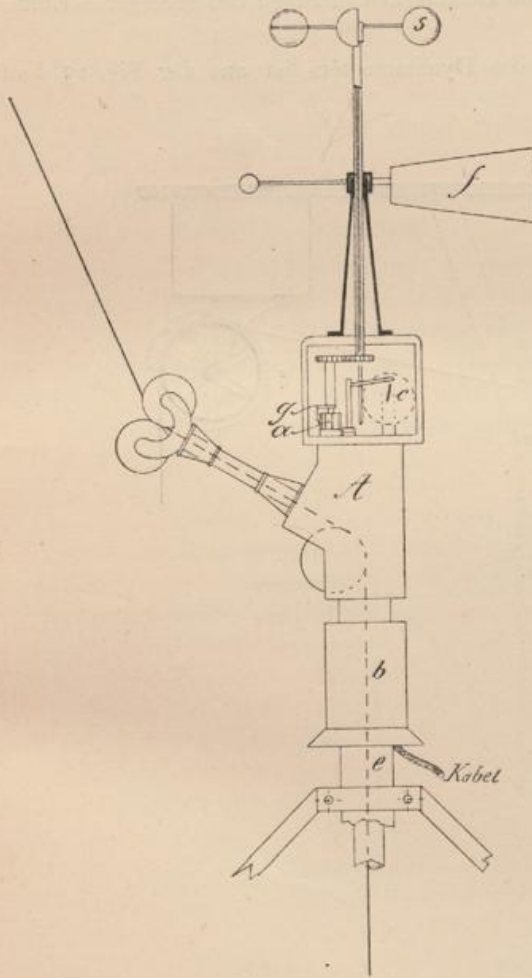
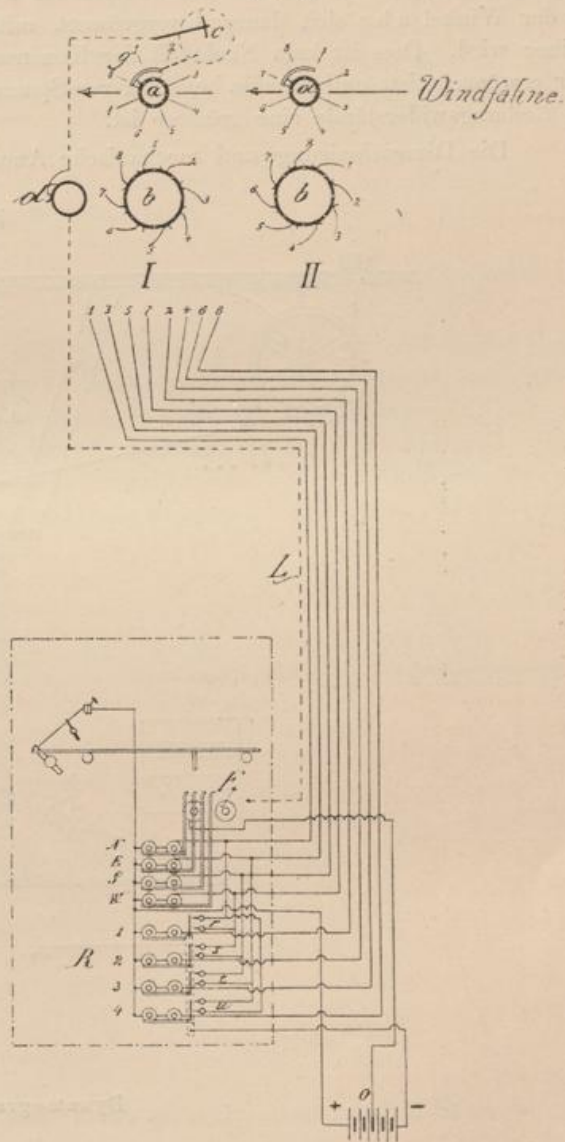


Fig. 12.



Anemograph Sprung-Fuess auf dem Windenthurme.

Kabel, 1, N, Batterie +, so wird der Stromlauf bei gleicher Windrichtung, aber bei einer z. B. um 45° nach rechts geänderten Auslegerstellung sein: Batterie o, E, L, d, c, g (II) a, 7, b, 7, Kabel, 1, N, Batterie +, die Registrirung wird also trotz der Drehung des Auslegers nicht geändert, weil ausser der Drehung von a auch eine gleich grosse Drehung von b erfolgte, während die das Kabelende repräsentirenden isolirten Metalllamellen ihre Stellung beibehalten. Die Umschaltungen von a und b sind aber zu einander entgegengesetzt, folglich heben sie sich in ihrer Wirkung auf.«

Zur Leitung eines Drachen- resp. Drachenballon-Aufstieges ist es erforderlich, während der Bedienung der Winde dauernd sowohl den Zug im Drahte als auch den Winkel zu kennen, unter dem dieser von der Thurmrolle abläuft.

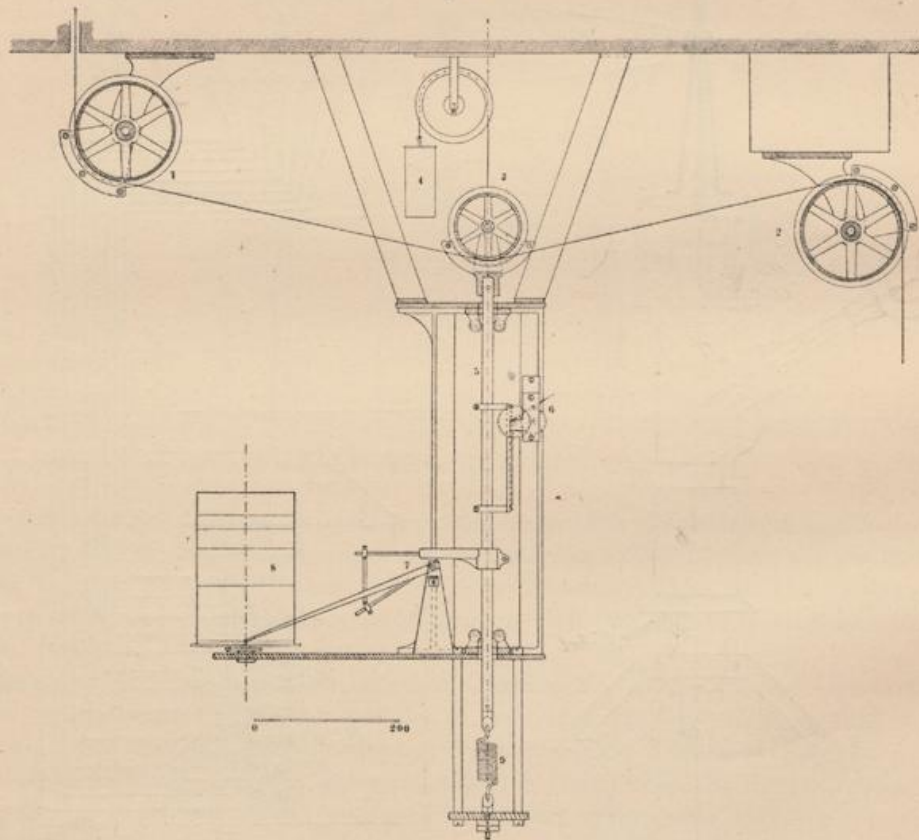
Um ersteres zu ermöglichen, ist über der Winde ein registrirendes Federdynamometer angebracht, konstruirt von Fuess, wie es Fig. 13 darstellt. Die Zeichnungen und Beschreibungen hat der Ingenieur Knopp geliefert.

»Der Draht ist durch zwei Rollen (1) und (2) horizontal geführt, zwischen denen die Dynamometerrolle (3) liegt. Diese verhindert durch die Spannkraft einer Feder (9) den Draht daran, seine gestreckte Lage einzunehmen wie Fig. 13 erkennen lässt.

Die Drahtspannungen s (s. Fig. 14) setzen sich nach dem Parallelogramm der Kräfte zur Resultirenden R zusammen, welcher durch die Spannung der Feder das Gleichgewicht gehalten wird, nachdem letztere entsprechend gedehnt wurde. Die Dehnungen der Feder wachsen nicht proportional mit der Drahtspannung, da der Winkel abc sich dauernd vergrößert, mithin auch die Resultirende R relativ zur Drahtspannung kleiner wird. Dies ist kein Nachtheil der Konstruktion, da für geringere Spannungen eine grössere Skala sehr erwünscht ist, und ohnehin bei stärkeren Spannungen die Genauigkeit in Folge des geringeren Einflusses der Reibungswiderstände eine grössere ist.

Die Dimensionirung und mechanische Anordnung des Dynamometers ist aus der Fig. 13 deutlich

Fig. 13.



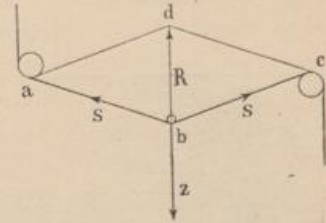
Dynamograph von Fuess.

zu ersehen. Die Rolle (3) ist durch ein Stahlrohr (5) mit der Feder (9) verbunden. Der Hub des Stahlrohres (5) wird durch eine geeignete Hebelübersetzung (7) auf die durch ein Uhrwerk angetriebene Registritrommel (8) übertragen. Um plötzliche Stösse abzuschwächen, ist eine Luftdämpfung (6) vorgesehen. Die beweglichen Theile sind durch das Gewicht (4) ausbalancirt. Parallel zum Stahlrohr (5) ist, in der Figur nicht sichtbar, noch eine Führungsstange angeordnet, die dessen Drehung verhindert. Schliesslich ist noch an den Rollen 1, 2 und 3 je eine Schutzvorrichtung angebracht, um das Abspringen des Drahtes unmöglich zu machen.

Um den Winkel, unter dem der Draht von der Thurmrolle abläuft, während der Bedienung der Winde dauernd verfolgen zu können, wird ein von mir entworfenes und konstruirtes sogenanntes Inklinoskop verwandt. Dasselbe zeigt auf elektrischem Wege an einem Voltmeter, welches leicht sichtbar über der Winde angebracht ist, die vom Drahte eingenommenen Winkelstellungen. Der Apparat besteht (s. Fig. 15)

aus einem unter einer Schieferplatte 0 befindlichen Widerstand (17) von ca. 300 Ohm, der bei 15 und 16 an die 110-voltige Lichtleitung angeschlossen ist, so dass ihn ca. $\frac{1}{3}$ Amp. durchfliessen. Derselbe ist mit 14 Abzweigungen versehen, die ihn in 15 Abschnitte von ca. 20 Ohm untertheilen, ohne den Strom zu unterbrechen. Die Enden des Widerstandes und die 14 Abzweigungen sind an 16 Kontakte (9) geführt, auf denen ein Kontakthebel (1) schleift. Dieser Hebel (1) berührt mit zwei Lamellen, von denen eine von ersterem isolirt ist, die Kontakte (9). Beide Lamellen sind durch einen Widerstand (2) von ca. 20 Ohm verbunden. Das Voltmeter (14), welches sich unten in dem Windenzimmer befindet, ist nun einerseits mit dem ersten Kontakt, der dem niedrigsten Winkel (in unserem Fall -2°) entspricht, anderseits mit der, von hieraus gezählten zweiten isolirten Lamelle des Kontakthebels (1) verbunden. Der Hebel (1) ist mit dem Hebel (3) fest verbunden und um Zapfenlager drehbar, deren Verbindungslinie durch den mittleren Ablaufpunkt des Drahtes (8) von der Rolle (10) geht. Durch ein Universalgelenk (4) ist mit den Hebeln (1-3) der Aluminiumarm (5) verbunden, der vorn eine leichte Messingrolle (6) und eine Gegenrolle (7) trägt, zwischen denen der Draht verläuft; er stellt somit einen Fühlhebel dar.

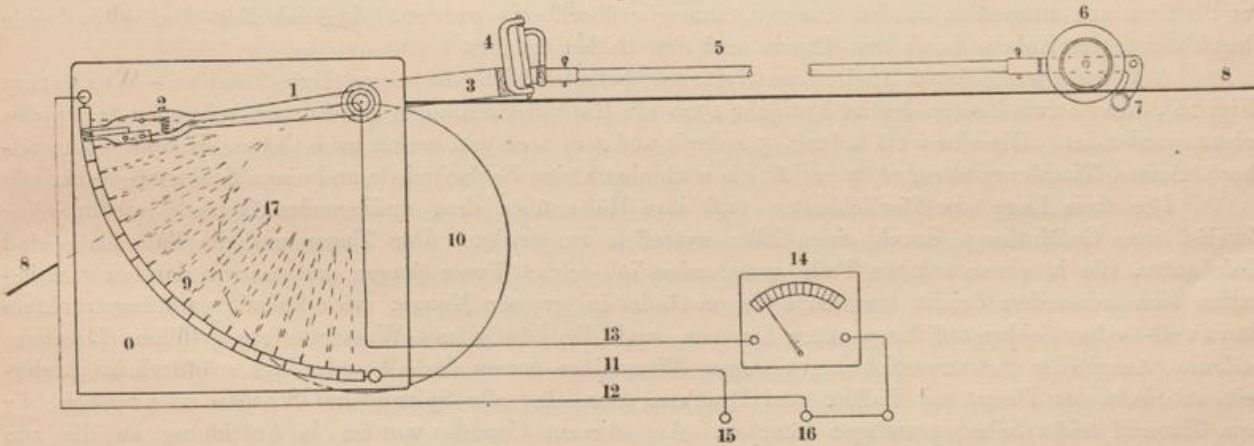
Fig. 14.



Das Gelenk (4) besitzt einen Anschlag, damit der Arm (5) erst vom niedrigsten zu registrirenden Drahtwinkel den Hebel (1-3) mitnimmt.

Steigt der Winkel des Drahtes, so gleitet der Hebel (1) auf den Kontakten (9) und nimmt gegenüber dem ersten Kontakt eine immer höhere Spannung an, wodurch der Zeiger des Voltmeters entsprechend grössere Winkel anzeigt. Die Verwendung von zwei Kontaktlamellen mit dem Widerstande (2) bezweckt, mit 16 Kontakten 32 Winkel zu messen. Es schaltet sich beim Uebergange von einem Kontakt zum anderen der kleine Widerstand (2) parallel zu dem Theilwiderstande zwischen den beiden Kontakten; da beide gleiche Grösse haben, so ist der Kombinationswiderstand nur halb so gross, folglich auch der Spannungs-

Fig. 15.



Inklinoskop von Knopp.

abfällt, wodurch das Voltmeter eine Zwischenspannung resp. Zwischenwinkel anzeigt. Die Skala des Voltmeters giebt unmittelbar die Winkel an.«

Die Führung des Drachendrahtes durch die ganze Achse des Thurmes erwies sich als bequem und unbedenklich, wenn es sich um die Aufstiege von Drachen handelte, bei denen Züge von mehr als 120 kg zu den Seltenheiten gehören. Bei Verwendung des Drachenballons aber wuchsen die Züge gelegentlich weit über 2-300 kg, zumal man an Stelle der zuerst gebrauchten von 37 cbm Inhalt solche von 68 cbm vorzuziehen gelernt hatte, sodass die Befürchtung nicht von der Hand zu weisen war, dass bei noch höherer seitlicher Beanspruchung eine Gefährdung, wenn nicht des Thurmes selbst, so doch des auf der Plattform befindlichen drehbaren Rollenarmes eintreten könnte. Da das Drachenballon-Kabel aus Gründen der Betriebssicherheit eine Bruchfestigkeit von 400 bis 450 kg besitzt, könnte auch unter besonderen Umständen ein Zug in dieser Stärke an dem obersten Theile des Thurmes erfolgen, zu welchem noch der Winddruck auf den Thurm selbst hinzu käme.

Um dieser dem Thurme selbst drohenden Gefahr zu begegnen, wurde folgender Ausweg gewählt. Der Drachenballon, dessen Gebrauch an schwachen oder mässigen Wind gebunden ist, bedingt nicht, wie der Drachen, die Gefahr, dass sein Haltekabel leicht mit den Bäumen der näheren Umgebung oder gar mit der Oberfläche des Schiess- und Truppenübungsplatzes in Berührung kommt. Bei schwachem Winde steht der Drachenballon hoch, bei stärkerer Luftbewegung streckt er vermöge seiner grossen Oberfläche das Kabel so beträchtlich, dass es, zumal auch dann sein Höhenwinkel kaum unter 35° hinabgeht, noch immer ziemlich steil emporsteigt. Aus diesem Grunde wurde das Drachenballon-Kabel, nachdem es die Dynamographenrollen passirt hat, durch je eine nach Ost und West angebrachte starke

Fig. 16.



Die Drachenbau-Werkstatt.

Rolle (s. Fig. 10, 4 und 5), die auf dem grossen Balken des Windenraumes befestigt wurde, horizontal abgelenkt und durch je einen Schlitz in den Seitenwänden des Thurmes nach aussen zu je einer starken beweglichen Erdrolle geführt, welche, tief verankert und äquilibrirt, westlich und östlich vom Thurme in 50 m Entfernung im Erdboden befestigt wurde; in Fig. 1 sind dieselben mit R_1 und R_2 kenntlich gemacht, in Fig. 10 mit 8 und 9 bezeichnet. Bei westlichem Winde kann so der Ballon auf der Ostseite, bei östlichem auf der Westseite aufgelassen werden, ohne dem Thurme nahe zu kommen. Bei Richtungen aus Nord und Süd hat man die Wahl zwischen den beiden Erdrollen.

Diese Anordnung hat den grossen Vortheil, dass selbst sehr starke Züge keinen Schaden am Thurme hervorrufen können, sowie dass die schwierigen Hantirungen bei dem Hochlassen und Einholen des Ballons, welche bisher theilweise nur von

der Plattform aus ausgeführt werden konnten, nunmehr überflüssig wurden. Zugleich fällt das zeitraubende Durchführen des Kabels durch den Thurm und den Rollenarm fort.

Auf dem westlichsten Theile des Geländes befindet sich die neue Drachenbau-Werkstatt (Fig. 16), welche zum Ersatz des im Frühjahr 1900 ein Raub der Flammen gewordenen hölzernen Schuppens erbaut worden ist. Dieselbe ist 8 m lang, 5 m breit und 4 m hoch und besitzt nach Ost zu ein breites Doppelthor. Ausser Tischlergeräthschaften enthält sie noch eine kleine Feldschmiede und einen Schlosser-Werkstisch.

Die freie Lage der Baulichkeiten und ihre Höhe über dem umliegenden Gelände erhöht ohne Zweifel ihre Gefährdung, durch einen Blitz getroffen zu werden. Der Thurm und die Ballonhalle sind Holzbauten, die in einem solchen Falle ausserordentlich schnell Feuer fangen müssten; in der letzteren befinden sich ausserdem leicht brennbare Gegenstände in grosser Menge, wie die mit paraffinetränktem Baumwoll- oder Seidenstoff bespannten Drachen und die häufig mit Wasserstoffgas gefüllten Drachenballons. Ausgiebige Schutzvorrichtungen gegen Blitzschläge waren deshalb unbedingt erforderlich. Andererseits erheischt der Dienst mit Ballons und Drachen, thunlichst alle Spitzen und Stangen zu umgehen, die dem Material leicht Schaden zufügen könnten. Aus diesem Grunde wurden in Anlehnung an die von Findeisen¹⁾ entwickelten Principien am Dienstgebäude, dem Windenthurm und der Ballonhalle Blitzableiter in folgender Weise angebracht.

Ueber das Dach des Dienstgebäudes ist sowohl am First wie an allen Seitenkanten ein verzinktes Eisendrahtseil von 9 Drähten von 3 mm Durchmesser gelegt, das auch über die Schornsteine fortgeführt ist. An zwei Stellen ist dasselbe zur Erde abgeleitet und zwar einerseits durch Verbindung mit dem im Maschinenraume befindlichen Abessinierbrunnen, andererseits mit dem bei B_1 in Fig. 1. nach West stehenden Wirthschaftsbrunnen. Die erstere Verbindung schliesst auch sämtliche Eisentheile der Maschinenanlage mit an, die ausserdem durch ein 25 m langes eingegrabenes Eisenrohr, welches das Kühlwasser des Kondensators nach W in Fig. 1 abführt, zur Erde abgeleitet sind. Nachdem an Stelle des zuerst gesetzten Holzbrunnens eine sogenannte eiserne Kolonialpumpe der Firma Max Brandenburg in Berlin getreten ist, kommt noch eine 40 m lange eiserne Rohrleitung als weitere Erdleitung hinzu. Regenrinnen und Abfallrohre, sowie die Wasserleitung sind mit den Blitzableitern verbunden. Auffangestangen sind weder

¹⁾ Rathschläge über den Blitzschutz der Gebäude unter besonderer Berücksichtigung der landwirthschaftlichen Gebäude von F. Findeisen. Berlin 1899. Julius Springer.

am Dienstgebäude noch an einer anderen Stelle angebracht worden. An der Ballonhalle sowohl wie an dem Thurme wurden analoge Vorrichtungen getroffen, doch wurden der höheren Gefährdung entsprechend je 4 verzinkte Eisenrohre bis zur Tiefe von 4 m in das Grundwasser eingesenkt und mit 4 Ableitungen verbunden. Am Thurme wurden die 4 an den Ecken hochgeführten Blitzableiter-Kabel zu einem geschlossenen Kranze vereinigt, der die Brüstung der obersten Plattform umschliesst. Der aus Stahlröhren bestehende Rollenarm, der den Drachendraht auslässt, und die Windfahne sowie das Schalenkreuz des Anemographen trägt, wurde durch besondere Leitungen mit dem Blitzableiter verbunden. Ausser der eigentlichen Blitzgefahr wurde auf diese Weise noch diejenige beseitigt, welche auch sonst bei Drachenexperimenten durch die atmosphärische Elektrizität hervorgebracht wird. Es konnte festgestellt werden, dass die mehr oder weniger heftigen elektrischen Schläge, welche man sonst bei der Verwendung von Handwinden erhielt, die mangelhaft zur Erde abgeleitet waren, bei der neuen Einrichtung nicht mehr vorkamen.

Die Baulichkeiten des Observatoriums sind aber auch noch in anderer Weise der Feuersgefahr aussergewöhnlich ausgesetzt. Der Tegeler Schiessplatz ist zu einem sehr grossen Theile mit hohem Haidekraut, in der Nähe des Observatoriums, soweit er nicht völlig vegetationslos ist, mit einem Dünengras, einer Art »Strandhafer« bewachsen, das im Hochsommer, zumal in einem so regenlosen wie dem des Jahres 1901, völlig trocken wird und äusserst leicht und schnell in Flammen aufgeht, die, vom Winde getrieben, dann mit unheimlicher Geschwindigkeit weit über den Platz hin laufen. Die verhältnissmässig starke Luftbewegung und unbehinderte Sonnenwärme trocknet zumal alle Holztheile der Bauten so stark aus, dass sie sehr leicht Feuer fangen, wie dies bei der oben schon erwähnten hölzernen Werkstatt geschah, die binnen 10 Minuten ein Raub der Flammen wurde, sodass es nur durch die sofortige Hilfeleistung des Schiessplatz-Kommandos gelang, die benachbarten hohen Kiefern und das Dienstgebäude zu schützen. Ferner bedingen elektrische Licht- und Kraftleitungen trotz aller Schutzmassregeln in Gestalt von Blei- und Silbersicherungen die Möglichkeit eines Kurzschlusses und damit der Feuersgefahr; ganz besonders aber fiel bei der Abgelegenheit des Observatoriums die Schwierigkeit ins Gewicht, im Bedarfsfalle schnell eine sachgemässe Hilfe durch eine Feuerwehr zu erhalten, da bis zum Eingreifen der nächsten freiwilligen Feuerwehr von Reinickendorf-West wohl soviel Zeit vergehen würde, dass nicht mehr viel zu retten übrig bleiben dürfte.

Aus diesem Grunde wurden die in den Etat für 1901 zur Beschaffung der nothwendigsten Feuerchutz-Vorrichtungen eingestellten Mittel folgendermaassen verwendet.

Im Dienstgebäude wurden im Keller und im Erdgeschoss an die Wasserleitung, die aus dem oberhalb des Oberstocks liegenden Reservoir gespeist wird, Anschlusshähne für Gummischläuche angebracht, die zur sofortigen Verwendung im Innern des Gebäudes bereit sind. Ferner wurde die Einrichtung getroffen, dass an die oben erwähnte »Kolonialpumpe« (B_1 in Fig. 1) ein starker Schläuch angeschraubt werden kann; eine eiserne Rohrleitung führt von dieser am Hause entlang und endigt auf dem angrenzenden Hügel in einem Hydranten, von dem der höher liegende Theil des Hauses beherrscht wird. Zugleich können von hieraus die kleinen Gartenanlagen bewässert werden, welche sonst bei dem sterilen Sandboden überhaupt nicht zu erhalten wären. Da aber wegen der geringen Höhe des Wasserreservoirs im Hause der Druck nicht ausreicht, musste eine andere Einrichtung getroffen werden. Ein von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft gelieferter kleiner Elektromotor von 1 HP, der auf einem fahrbaren eisernen Karren montirt ist (s. Fig. 17), kann leicht und schnell mittels eines Treibriemens mit dem Schwungrade der Kolonialpumpe verbunden werden und liefert dann sofort reichliches Wasser, dessen Menge bis zu 6 Kubikmeter pro Stunde gesteigert werden kann.

Besondere Vorsichtsmaassregeln erheischte aber der 27 m hohe hölzerne Windenturm, der bei dem Dienstbetriebe sehr oft von den Beamten und Angestellten des Observatoriums bestiegen werden muss; im Falle eines Brandes müssten die etwa auf ihm befindlichen Personen in die ernsteste Lebensgefahr gerathen, der zu entrinnen kaum möglich wäre. Aus diesem Grunde wurde zwischen ihm und der Ballonhalle ein zweiter Abessinierbrunnen eingesenkt, der ebenfalls eine mittels des Elektromotors zu betreibende Kolonialpumpe trägt.

Eine eiserne Rohrleitung führt von ihm aus unterirdisch zum Thurme und an diesem empor bis zur zweitobersten Plattform in 23 m Höhe, wo sie in einen stets offenen mit Spritzmundstück versehenen Schlauch von 2 m Länge ausläuft. In der halben Höhe bei 14 m befindet sich ein zweiter mit langem Schlauch versehener Hahn, ein gleicher bei 7.5 und ein vierter in 1.5 m Höhe im unteren Windenzimmer, sodass in kürzester Frist an allen diesen Stellen Wasser zu erhalten ist, das mittels des herbeigeholten Elektromotors von dem Brunnen gefördert wird (s. Fig. 17) und das auch an dem höchsten Punkte in starkem Strahle

austritt. Im Falle der Noth ist auch ein einzelner Mann im Stande, für kürzere Zeit Wasser hinaufzupumpen. An dem unteren Auslasshahne der Pumpe kann ein 40 m langer Schlauch angeschraubt werden, mittels dessen man die Ballonhalle beherrscht. Der elektrische Strom wird von der Akkumulator-Batterie geliefert,

Fig. 17.



Kolonialpumpe mit fahrbarem Elektromotor.

der in der trockenen Zeit erforderlichen Besprengung der kleinen Gartenanlagen, eine sehr beschränkte, sodass dessen fernere Verwendung für andere motorische Zwecke nicht nur sehr nahe lag, sondern auch im Interesse seiner steten Bereithaltung höchst wünschenswerth erschien. So wird er mittels einer einfachen Transmission mit den beiden Drehbänken gekuppelt, dient zum Treiben der Luftpumpe und des Schleifsteins für die Werkstatt, sowie zum Auspumpen der Latrinengrube, wobei er sich als billige und stets fertige Betriebskraft vorzüglich bewährt.

Der Dienstbetrieb mit Drachen ist, wie unten des weiteren auseinandergesetzt werden soll, nichts weniger als zuverlässig und einfach; ganz besonders aber wird bei demselben das Registrir-Instrumentarium der Gefahr der Beschädigung in hohem Grade ausgesetzt. Ein Gleiches gilt auch von den durch die Pariser Versammlung der Internationalen Aëronautischen Kommission im Jahre 1900 beschlossenen häufigen Ausführung von Ballon-sonde-Aufstiegen, die allmonatlich stattfinden und auch ausserdem noch thunlichst oft vorgenommen werden, um gewisse Wetterlagen zu erforschen, die weder den Drachen noch dem Drachenballon zugänglich sind. Alle diese Arbeiten erheischen eine grosse Anzahl von Registrir-Apparaten und eine sofortige Reparatur und Nachprüfung der hierbei beschädigten Exemplare. Bei der Subtilität dieser Apparate konnte für diese die Hand eines Fein-Mechanikers erheischenden Arbeiten nur die Firma R. Fuess in Steglitz in Frage kommen. Die Erfahrungen der beiden ersten Jahre haben aber erkennen lassen, dass wegen der Abgelegenheit des Aëronautischen Observatoriums und dessen grosser Entfernung von Steglitz die Kosten an Zeit und Geld für deren Ausführung weit über den hierfür aufgestellten Voranschlag hinausgingen und deshalb nur allzu oft zu einer direkten Behinderung des Dienstbetriebes Veranlassung gaben.

So stellte sich denn von selbst die Nothwendigkeit ein, wenigstens einen Theil der Reparaturen an Ort und Stelle ausführen zu können. Zu diesem Zwecke wurde eine kleine Mechaniker-Werkstatt in bescheidenem Umfange eingerichtet, welche im Keller-Geschoss des Dienstgebäudes einigermaassen passend untergebracht werden konnte. Nachdem ein Versuch, diese Arbeiten durch einen jungen Mechaniker-Gehilfen ausführen zu lassen, insofern fehlgeschlagen war, als es sich gezeigt hatte, dass es eines erfahrenen Präcisions-Mechanikers bedürfe, gelang es durch einen Zufall, in dem Mechaniker Thieme eine in der Firma Fuess seit langem bewährte und von dort bestens empfohlene Kraft hierfür zu gewinnen, durch den nicht nur die Reparaturen und Prüfungen beschädigter Apparate ausgeführt werden, sondern welcher auch die dauernde Instandhaltung des ganzen »stehenden« Instrumentariums besorgt. Unter Hinzuziehung des schon früher für gröbere Mechaniker-Arbeiten angenommenen Mechanikers R. Schmidt konnte nun eine den Haupt-Anforderungen genügende kleine Werkstatt in Thätigkeit gesetzt werden, die auch gestatten sollte, an den Bau neuer Registrir-Apparate nach den Angaben des Abtheilungs-Vorstehers zu gehen. Der oben erwähnte kleine Elektromotor ermöglichte einen elektrischen Betrieb der Drehbänke und sonstigen Einrichtungen, der bekanntlich für die Präcision gewisser feinerer Arbeiten besondere Vorzüge bietet.

Ausser einer gewöhnlichen, für die gleichzeitige Prüfung mehrerer Registrir-Apparate berechneten

welche, da der Maximalverbrauch der Pumpe etwa 10 Ampère beträgt, für viele Stunden ausreicht. Um den Gefahren eines Grasbrandes, der sich vom Schiessplatz her leicht auf unser Gebäude fortpflanzen und dabei den Zaun, wenn nicht den Thurm oder die Ballonhalle ergreifen könnte, thunlichst zu begegnen, ist Vorsorge getroffen, dass der lange Schlauch während der trockenen Zeit dauernd im Windenzimmer in Bereitschaft hängt, um dort in kürzester Zeit angeschlossen und in Thätigkeit gesetzt werden zu können.

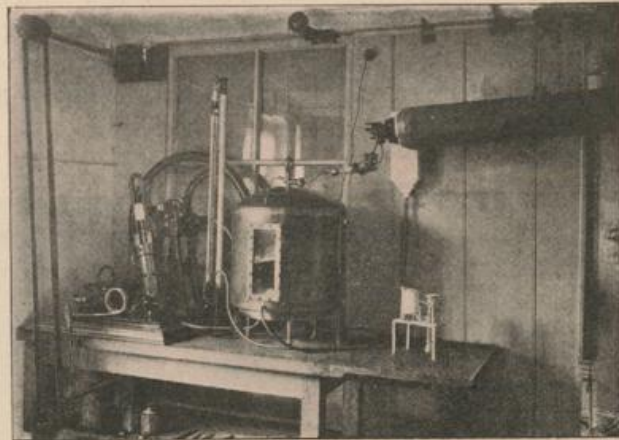
Die Kosten der genannten Feuerschutz-Vorrichtungen haben allerdings den dafür ausgesetzten Betrag von 1000 Mark erheblich überschritten, dürften aber nach Lage der örtlichen Verhältnisse die grösste erreichbare Sicherheit gewähren.

Die Inanspruchnahme des fahrbaren Elektromotors für die genannten Zwecke ist, abgesehen von

Luftpumpe ist seit dem Herbst 1901 ein seit mehreren Jahren bei R. Fuess in der experimentellen Vorbereitung befindlicher wichtiger Apparat eingestellt worden, eine sogenannte »Kältekammer«, d. h. eine Vorrichtung, welche gestattet, die zu prüfenden Instrumente gleichzeitig niedrigen Drucken und tiefen Temperaturen auszusetzen, entsprechend den Bedingungen, welche sie bei ihrem Gebrauch in den grössten Höhen der Atmosphäre vorfinden. Drucke unter 70–80 mm Quecksilberhöhe und Temperaturen von -50 bis -60° mussten für die von Ballons-sondes getragenen Apparate, die in Höhen von 15 km und mehr empordringen, leicht und schnell zu erzeugen sein, sodass man ein solches Instrument gewissermassen einen »künstlichen Aufstieg« unter der Luftpumpe konnte ausführen lassen. Die in den Figuren 18 und 19 wiedergegebene »Kältekammer« dient diesem Zwecke.

Eine grössere Stückrath'sche Luftpumpe wird mittels eines Vorgeleges durch die Transmissionswelle des Elektromotors angetrieben. Der Recipient der Luftpumpe (R Fig. 19) ist aus Kupfer und besitzt zwei einander gegenüberliegende grosse Doppelfenster F, deren Zwischenräume mit reinem Alkohol gefüllt werden, um ihre Bedeckung mit Eis zu vermeiden; er wird von zwei ebenfalls kupfernen Gehäusen umgeben, deren inneres am Boden ringsum offen, während das äussere unten geschlossen und oben

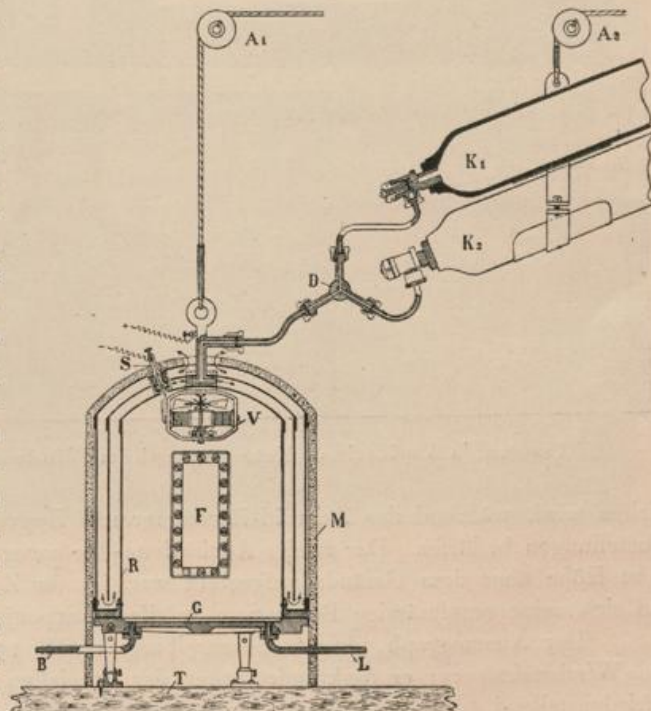
Fig. 18.



Kältekammer.

Ausserdem ist ein dicker Filzmantel M zur Verhinderung schneller Wärmezufuhr umgelegt. Auf einem Hängegestell befinden sich zwei Stahlflaschen mit je 10 kg flüssiger Kohlensäure (K_1 und K_2), die durch Kupferrohr-Verschraubungen mit dem Recipienten verbunden werden. Dieser, der nebenbei 45 kg schwer ist, und die beiden zusammen 90 kg wiegenden Kohlensäureflaschen sind durch Flaschenzüge (A_1 und A_2) leicht zu bewegen und in jeder beliebigen Stellung festzuhalten. An der gewölbten Decke des Recipienten befindet sich ein durch einen kleinen Elektromotor betriebener Ventilator V, der die eingeschlossene Luft nach unten wirft. Das Rohr B führt zum Barometer, L zur Luftpumpe. Nachdem die zu prüfenden Apparate, deren mehrere im Recipienten Platz haben, so aufgestellt sind, dass sie von beiden Fenstern aus bequem gleichzeitig mit einem geprüften Alkoholthermometer unter Zuhilfenahme elektrischer Glühlampen-Reflektoren abgelesen werden können, lässt man zunächst durch Einschaltung der Riemscheibe des Elektromotors die Luftpumpe einige Züge machen, um den Recipienten fest an den Teller G zu drücken. Ein bis zu 50 mm Druck getheiltes Fuess'sches Gefässbarometer mit kompensirter Skala dient zur Ablesung der Luftdruckwerthe. Nun öffnet man eine der Kohlensäureflaschen und lässt das beim Austritt verflüssigte Gas in den den Recipienten umhüllenden doppelten Mantelraum eintreten, wobei es eine anfangs langsame, aber allmählich schneller werdende Temperatur-Erniedrigung der in dem Recipienten eingeschlossenen Luft, die durch den Ventilator dauernd durcheinander gerührt wird, bewirkt. Nur das zuweilen erfolgende Einfrieren der ausfliessenden Kohlensäure an den

Fig. 19.

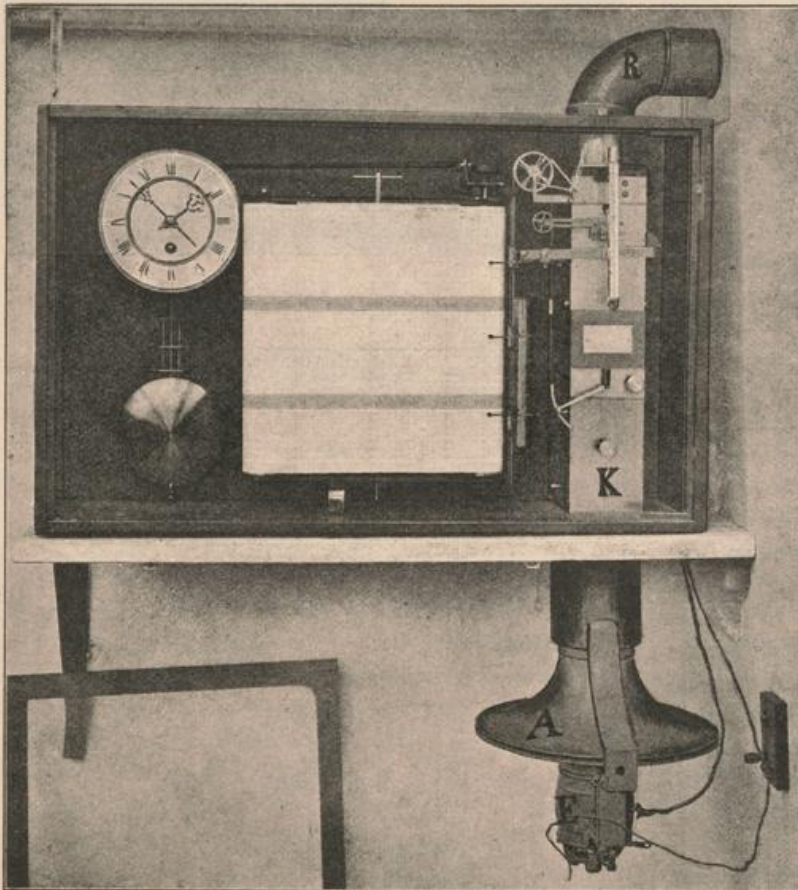


Querschnitt durch die Kältekammer.

Ventilen und Ausströmungsöffnungen und deren Wiederaufthauen stört den Vorgang in unbequemer Weise, sonst funktionirt der Apparat recht gut und gestattet, in nicht zu langer Zeit mit 20 kg Kohlensäure eine Innentemperatur von -55 bis -60° zu erzeugen. »Flüssige Luft«, deren Vorzüge für diesen Zweck ganz beträchtliche sein würden, ist z. Z. leider hier nicht zu beschaffen.

Das »stehende« Instrumentarium des Aëronautischen Observatoriums umfasst ausser den einer Station II. Ordnung entsprechenden Instrumenten einen Redier'schen Barographen, 2 Assmann'sche Aspirations-Meteorographen und einen Sprung-Fuess'schen Anemographen; ausserdem mehrere Aspirations-Psychrometer und Fuess'sche Taschen-Anemometer. Im Instrumentenzimmer befindet sich das Stationsbarometer Fuess Nr. 774 mit Einrichtung zur elektrischen Beleuchtung seiner Skala und der Redier'sche Barograph. Die

Fig. 20.



Assmann's Aspirations-Meteorograph im Windenthurm.

Höhe der Quecksilberoberfläche des Barometers beträgt nach dem von Dr. Neuhof ausgeführten Nivellement 39.46 m über N. N. Fig. 1 giebt die Höhe eines am Dienstgebäude eingegypsten Bolzens zu 37.98 m über N. N. an. Eine normale »Englische Hütte« ist auf dem Hügel aufgestellt; sie enthält ein Psychrometer mit Assmann'schem Psychro-Aspirator und Extremthermometer. Eine elektrische Reflektor-Glühlampe dient zu den Ablesungen bei mangelndem Tageslicht.

Im Parterre-Raum des Thurmes, im sogenannten »Windenzimmer«, ist der Assmann'sche Aspirations-Meteorograph aufgestellt (s. Fig. 20). Die durch einen Elektromotor, welcher von Dr. Max Levy, Berlin N., konstruirt ist, aspirirte Luft wird an einer nach Nordwesten gelegenen Ecke des Thurmes in 2 m Höhe entnommen. Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die Temperaturangaben des Apparates eine vorzügliche Uebereinstimmung mit denen eines Aspirations-Psychrometers aufweisen, das an der Luft-Einströmungsöffnung (s. Fig. 5) aufgehängt ist und täglich ver-

glichen wird, während das Aneroid-Barometer und Hygrometer, wie alle Instrumente dieser Art, häufigerer Einstellungen bedürfen. Der zweite Aspirations-Meteorograph, der früher auf der Plattform des Thurmes in 26 m Höhe über dem Gelände aufgestellt war, ist zur Zeit ausser Thätigkeit, da er defekt geworden war und sich seine regelmässige Bedienung an dieser exponirten Stelle im Winter recht schwierig gestaltete. Der Anemograph, dessen Beschreibung auf S. 13, Fig. 11 und 12 erfolgt ist, registriert gleichfalls im »Windenzimmer«; er funktionirt unter der speciellen Pflege des Mechanikers Thieme im allgemeinen zufriedenstellend.

Das äronautische Material des Observatoriums.

Die am Observatorium vorhandenen Hilfsmittel, um Registrir-Apparate in die höheren Luftschichten zu tragen, sind folgende:

a) Der Drachenballon.

Die erheblichen Schwierigkeiten, welche der Verwendung von gefesselten Ballons anhaften, sind bekannt genug. Erst der von v. Parseval und v. Sigfeld erfundene »Drachenballon« hat dieselben dermaassen vermindert, dass man an dessen dauernde Verwendung im wissenschaftlichen Interesse denken konnte. Während ein kugelförmiger Fesselballon schon bei verhältnissmässig geringer Windgeschwindigkeit bis zum Erdboden herabgedrückt wird, kann der »Drachenballon« Windstärken aushalten, die bis zu 10 m p. s. Geschwindigkeit ansteigen, ohne seinen Höhenwinkel unter 35° zu verringern. Allerdings treten dabei schon Züge von einem solchen Betrage auf, dass nur kräftige Kabel im Stande sind, eine einigermaassen genügende Sicherheit zu gewähren.

Nachdem im ersten Jahre des Bestehens des Äronautischen Observatoriums eine Reihe von Versuchen mit zwei von A. Riedinger in Augsburg angefertigten Drachenballons von 37 cbm Inhalt angestellt und unbefriedigend ausgefallen waren, obwohl zur Verminderung des Ballongewichtes doppelte gummirte Seide, statt der sonst üblichen schwereren Baumwolle, angewandt worden war, entschloss sich der Verfasser, einen etwas grösseren Typus in Gebrauch zu nehmen. Erfreulicher Weise haben sich die hieraufhin bestellten, aus einfachem, aber stärker gummirtem Baumwollstoff konstruirten Drachenballons von 68 cbm Inhalt für die Zwecke des Äronautischen Observatoriums bisher vollkommen und vorzüglich bewährt.

Ein solcher Ballon (s. Fig. 21) besitzt eine Länge von 10.7 m bei einer Höhe von 3.0 m und wiegt mit allen Halteleinen und Windtrichtern 41 kg, sodass ihm bei 68 cbm Wasserstoff-Füllung ein Auftrieb von etwa 34 kg verbleibt; der zuletzt gelieferte Ballon wiegt sogar nur 36 kg. Seine Oberfläche beträgt 101 qm, sein Querschnitt 30.25 qm. Das im Innern angebrachte »Ballonet« besteht aus einer Wand gasdichten gummirten Baumwollstoffes, die etwas mehr als ein Drittel des ganzen Ballonraumes abgrenzt und genau die Gestalt des entsprechenden Stückes des Ballons besitzt. Der »Ballonetraum« öffnet sich in der Mitte der Unterfläche des Ballons in einem breiten »Stoffventil«, das bei Wind Luft eintreten, aber nicht wieder austreten lässt. Wird nun der Ballon vermöge seiner Fesselung im Winkel von etwa 40° geneigt gegen den Wind gestellt, so füllt letzterer den Ballonetraum so weit aus, als dieser je nach der Menge des eingefüllten Gases Platz gewährt. Die Folge davon ist, dass der Drachenballon automatisch durch den Wind prall gefüllt erhalten wird, auch wenn die in ihm enthaltene Gasmenge hierzu nicht ausreicht. So bewahrt er selbst im starken Winde seine Gestalt als ein Cylinder mit halbkugelförmigen Endflächen, solange sein Gasinhalt nicht unter zwei Drittel des ganzen Raumes herabgeht.

Hierdurch wird er aber befähigt, wie ein starrer Körper selbst bei lebhafterem Winde als »Drachenfläche« zu wirken, wobei ein erheblicher Theil des auf seine Oberfläche wirkenden Winddruckes eine nach

Fig. 21.



Drachenballon von 68 cbm Inhalt.

oben gerichtete Komponente erzeugt, die ihn vor dem Herabgedrücktwerden bis unter einen Winkel von 40—35° bewahrt. Verliert er indess in Folge unzureichender Gasmenge seine starre Gestalt, so treten »Winddallen« und hiermit ausserordentlich starke Züge auf, die sehr leicht zum Zerreißen des Ballonstoffes oder der Fesselung führen. Man rechnet bei normalem Winkel des Ballons ein Drittel des Querschnittes als eigentliche »Drachenfläche«, also in unserem Falle 10 qm; eine Windgeschwindigkeit von 10 m p. s. würde demnach einen Zug von etwa 130 kg ausüben¹⁾. Durch den Stirnwiderstand der vorderen Halbkugel wird aber der Zug in horizontaler Richtung etwas vergrössert, da diese nicht als Drachenfläche wirkt. Die Festigkeit des Stoffes ist nach den Untersuchungen des Herrn von Parseval, auf die hier bezüglich weiterer Einzelheiten verwiesen sei²⁾, bei kleineren Ballons eine viel beträchtlichere als bei grossen, weshalb die Grenze, bis zu welcher man einen Drachenballon verwenden kann, hauptsächlich von der Bruchfestigkeit des ihn haltenden Kabels abhängt. Diese beeinflusst aber wiederum das Gewicht beträchtlich, sodass man mit einem schweren Kabel keine grösseren Höhen erreichen kann.

Der beschriebene »Normalballon« des Aëronautischen Observatoriums von 68 cbm Inhalt und 34 kg Auftrieb würde ein Kabel von etwa 30 kg Gewicht zu heben vermögen, während der Auftriebsrest von 4 kg auf den Luftwiderstand gegen die Kabel-Oberfläche zu rechnen ist, wenn der Wind einigermaassen lebhaft weht. Nimmt man ein Kabel von 400 kg Bruchfestigkeit, das 17 kg pro Kilometer wiegt, so würde man gegen 1700 m, bei völliger Windstille aber fast 2000 m desselben heben können, wenn der Auftrieb des Ballons unverändert bleiben würde.

Dass dies aber thatsächlich nicht der Fall ist, geht aus folgender Ueberlegung hervor. Hat der beim Aufstieg volle Ballon einen freien Auftrieb von 34 kg, so muss er in 1000 m Höhe, wo der Luftdruck nur noch etwa $\frac{7}{8}$ des am Erdboden herrschenden beträgt, $\frac{1}{8}$ davon, also 4.2 kg verlieren, da ein entsprechendes Achtel des Gases aus dem Sicherheitsventile austritt. In 2000 m Höhe steigt der Auftriebsverlust auf $\frac{1}{4.5} = 7.5$ kg, in 3000 m Höhe auf $\frac{1}{3} = 11.3$ kg. Ein Kabel, das bei völliger Windstille dem Drachenballon die Erreichung einer Höhe von 3 km gestatten könnte, dürfte demnach nur 22 kg, d. h. 7.3 kg pro 1000 m wiegen; ein solches, oder besser noch ein Stahldraht entsprechenden Gewichts würde eine Bruchfestigkeit von etwa 160 kg besitzen. Ein Zug von diesem Betrage würde aber erfolgen, wenn sich ein Wind von etwa 7—8 m p. s. Geschwindigkeit erhöhe und dazu der Ballon »eingeholt« werden müsste. Die Erreichung beträchtlicherer Höhen mit dem Drachenballon ist deshalb nur unter ganz ausnahmsweise günstigen Bedingungen und unter steter Gefahr des Abreissens möglich. In grösseren Höhen herrscht aber fast immer eine gewisse Luftbewegung, die den Ballon um so stärker herabdrückt, je geringer sein Auftrieb ist; ein kugelförmiger Ballon müsste dann bis zum Erdboden herabsinken, während bei dem Drachenballon die vorher erreichte Höhe von 3000 m auf 1500—2000 m erniedrigt werden würde. Allerdings wird der Winddruck auf den Ballon durch die mit zunehmender Höhe verminderte Dichte der Luft um einen gewissen Betrag verkleinert.

Aus diesen Andeutungen geht hervor, dass die Verwendung des Drachenballons in ziemlich weiten Grenzen erfolgen kann, wenn man auf die Erreichung grösserer Höhen verzichtet: mit einem Kabel von 400 kg Bruchfestigkeit kann man den 68 cbm-Ballon des Observatoriums bis zur Windgeschwindigkeit von 10 m p. s. ohne besondere Gefahr auflassen und dabei Höhen bis zu 8—900 m erreichen. Aus diesem Grunde ist der Drachenballon für die thunlichst zusammenhängende Untersuchung der Atmosphärenschichten bis zu 1000 m Höhe besser geeignet als irgend ein anderes Hilfsmittel und seine Handhabung ist verhältnissmässig einfach und bequem, solange plötzliche Verstärkungen des Windes, wie sie der Sommer in Gestalt von Gewitterböen mit sich bringt, nicht zu fürchten sind.

Die Unabhängigkeit des Thermographen von der Wärmestrahlung der Sonne kann nur in den recht seltenen Fällen vollständiger Luftruhe und besonders dann in Frage kommen, wenn man das thermometrische Gefäss gänzlich ungeschützt exponirt. Bei den am Drachenballon nahezu ausschliesslich verwandten Richard'schen Apparaten ist indess ein das Bourdon-Rohr in seiner ganzen Länge umschliessender Strahlungsschutz aus hochpolirtem, vernickelten dünnen Messingblech angebracht, der sich trichterförmig gegen den Wind öffnet und sich deshalb auch bei schwächerer Luftbewegung als ausreichend gezeigt hat, um die Sonnen-Strahlung unwirksam zu machen.

¹⁾ Hierzu tritt natürlich noch der Auftrieb des Ballons von etwa 34 kg, sodass der Zug im Kabel dann 164 kg betragen würde.

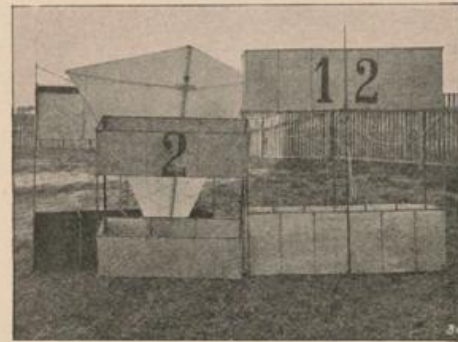
²⁾ Der Drachenballon. Von B. von Parseval, Zeitschr. f. Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre 15. 1896.

b) Die Drachen.

Die ersten Drachen, die beim Aëronautischen Observatorium in Anwendung kamen, waren Hargrave-Drachen, wie sie sich am Observatoire de la météorologie dynamique in Trappes gut bewährt hatten. Ihr wesentlicher Unterschied von den sonst gebräuchlichen Typen besteht in einer vergrösserten Hinterzelle,¹⁾ die durch den auf ihr wirkenden vermehrten Winddruck den hinteren Theil des Drachens heben und dadurch einerseits den Kabelzug vermindern, anderseits den Winkel des Drachens verbessern soll. Beides ist jedoch gerade bei stärkeren Winden nicht in dem Maasse der Fall, dass es wesentliche Vortheile bietet, weil der Hinterzelle durch die vorderen Flächen so viel Wind weggenommen wird, dass sie fast in völligem Windschatten liegt und eigentlich nur als horizontale Steuerfläche dient. Dann ist es aber gleichgültig, ob diese Flächen dieselbe Grösse haben, wie die vorderen. Ein Nachtheil der besprochenen Anordnung ist noch, dass die vorher erwähnte Wirkung der vergrösserten Hinterzelle bei schwächeren Winden in verstärktem Maasse auftritt, wodurch das Steigen des Drachens bedeutend erschwert wird.

Im Uebrigen sind diese Drachen mit grösster Gewichtsparsniss gebaut. Sämmtliche Stangen sind aus ganz leichtem Pappelholz und ausserdem profilirt (Fig. 24a). Leider wird dadurch die Festigkeit ganz bedeutend beeinträchtigt und der Stirnwiderstand durch die vielen Ecken der senkrechten Stützen stark vermehrt, sodass wir bald diesen Typ verliessen und Drachen mit gleichen Zellen und Stäben aus festeren, rechteckigen Querschnitten bauten (No. 8 Fig. 23, No. 2 und 12, Fig. 22). Diese Form hat sich sehr gut bewährt, mit ihr sind unsere sämmtlichen hohen Aufstiege ausgeführt worden. Sie ist in Grössen von 2, 3, 4 und 5 qm vorhanden, die Abmessungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Fig. 22.



Malayischer und Hargrave-Drachen.

Abmessungen von geradflächigen Hargrave-Drachen.

Grösse qm	Länge m	Höhe m	Breite m	Länge der Tragflächen m	Gewicht kg	Spec. Gewicht kg pro qm ²⁾
1.90	1.28	0.38	1.28	0.38	1.55	0.82
3.1	1.60	0.47	1.60	0.47	2.2	0.71
4.0	2.00	0.55	1.80	0.55		

Wie man aus der Tabelle sieht, ist bei den Drachen von 2 und 3 qm die Länge gleich der Breite. Diese Form wurde durch Versuche als die günstigste gefunden, denn bei grösserer Länge werden die Drachen schwerer, bei grösserer Breite dagegen, weil das Moment der hinteren Steuerfläche im Verhältniss zur Tragfläche abnimmt, weniger stabil; die quadratische Form trägt beiden Forderungen in gleichem Maasse Rechnung, sodass sie nur empfohlen werden kann. Grössere Drachen von 4 und 5 qm mussten schon etwas länger als breit sein. Ebenfalls aus der Tabelle zu ersehen ist, dass Höhe und Länge der Tragflächen bei allen Grössen gleich sind. Diese Beziehung stellte sich gleichfalls durch Versuche als vortheilhaft heraus, grössere Höhe macht den Drachen schwerer, ja merkwürdiger Weise, wenn sie sehr weit getrieben wird, auch unstabil, verringerte Höhe vermindert wieder das Moment der Steuerflächen. Das auf den ersten Blick widersinnig erscheinende Unstabilwerden bei grösserer Höhe des Drachens hat wohl darin seinen Grund,

¹⁾ Um die hier und später angewendeten Bezeichnungen von Drachentheilen zu verstehen, denke man sich einen Drachen, beispielsweise No. 18, Fig. 25, so nach vorn umgelegt, dass die Nummer auf dem Boden liegt, und sich selbst davor, also in der Nähe des Anemometers stehend. Der Drachen hat dann angenähert die Lage, die er im Winde einnimmt und darauf sind auch die Benennungen Länge, Breite, Höhe, vorn und hinten, oben und unten bezogen. Die beiden »Zellen«, aus denen der Drachen besteht, sind durch Verbindungsstäbe, Verbinder oder Längsstäbe gehalten, die beiden mittleren Verbinder, oben und unten, heissen Mittelrippen, die Stäbe, an denen der zum Tragen des Drachens erforderliche Stoff angenäht ist, heissen Trageleisten, Träger oder Querstäbe, diese sind abgesteift durch horizontale Stützen oder Streben, während die vertikalen Stützen oder Streben die oberen und unteren Flächen auseinanderhalten.

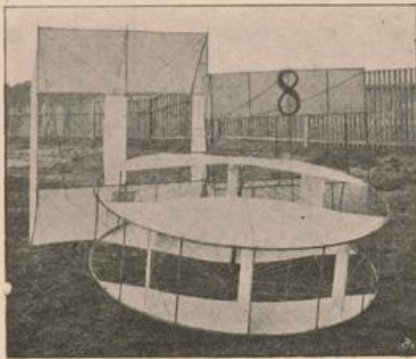
²⁾ Der Kürze halber wird der Quotient $\frac{\text{Gewicht in kg}}{\text{Tragfläche in qm}}$ des Drachens, also das Gewicht eines Quadratmeters als »specifisches Gewicht« bezeichnet.

dass die Steuerflächen sich nicht mehr fest genug herstellen lassen, wodurch sie bei frischerem Winde schon Deformationen erleiden und damit das Gleichgewicht des Drachens stören. Am besten von allen Grössen hat sich der 3 Quadratmeter-Drachen bewährt, der auch als Falldrachen konstruiert wurde und mit dem anderweitig, z. B. neuerdings auf dem Belchen in den Vogesen, ebenfalls sehr gute Erfahrungen gemacht wurden.

Form und Konstruktion sind aus Fig. 23 No. 8 und Fig. 22 No. 2 und 12 zu erkennen. Vorder- und Hinterzelle sind bei den 2 Quadratmeter-Drachen (No. 2, Fig. 22)

durch 4, bei den grösseren durch 6 Verbindungsstäbe verbunden, und um ein Eindringen der Zellen, besonders der vorderen, zu verhüten, ist der Raum zwischen je zwei Verbindern bei den kleineren durch eine, bei den grösseren durch zwei Stützen getheilt. Sämtliche Querschnitte, mit Ausnahme der horizontalen Stützen sind rechteckig und zwar haben sie folgende Stärke:

Fig. 23.



Treppendrachen, Hargravedrachen, Runder Drachen.

Holzstärken der geradflächigen Hargrave-Drachen.

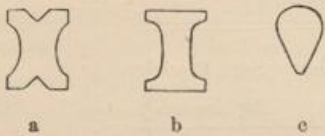
Grösse qm	Verbinder mm/mm	Träger mm/mm	Stützen	
			vertikal mm/mm	horizontal ¹⁾ mm/mm
3,1	8/12	7/10	5/9	6/10
4	10/14	8/12	8/10 ²⁾	6/10

Um den Drachen starr und gegen Deformationen durch den Wind gesichert zu machen, sind die einzelnen Ecken durch Stahldrahtspannungen von 0.4 bis 0.5 mm Durchmesser verbunden.

Die Bekleidung der Drachen ist weisser Baumwollstoff, der zum Schutze gegen Regen mit einer Lösung von Paraffin in Petroleum getränkt ist. Vollkommene Sicherheit gegen grössere Wasseraufnahme bietet diese Imprägnierung noch nicht, bei weitem besser ist Collodium, das auch einige Male angewendet wurde; es ist aber bedeutend theurer und belastet den Stoff sehr, sodass seine Anwendung sich nicht bezahlt macht. Für die Hinterzelle wurde bei einigen Drachen (Fig. 22, ganz links) schwarzer Bezug gewählt, der sich gegen eine gleichmässige Wolkendecke bei schlechter Beleuchtung besser abhebt.

Die Festigkeit dieses Stoffes ist aber durch die Farbe so sehr geschwächt, dass er öfter gerissen ist, und da wir bis jetzt noch keinen billigen Stoff gefunden haben, der bei gleichem Gewicht dieselbe Festigkeit hat, wie der ungefärbte, so haben die neueren Drachen wieder zwei weisse Zellen. Gefesselt waren die Drachen an den unteren Verbindern, dicht hinter der Vorder-Zelle.

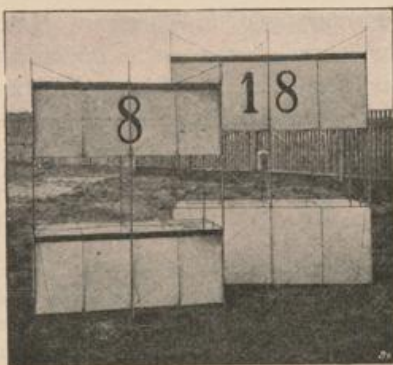
Fig. 24.



Querschnitte der Drachen-hölzer.

Ueber die Anwendbarkeit und den Wirkungsgrad dieses Typs ist noch folgendes zu berichten. Die Drachen waren sehr stabil und flogen bei Winden zwischen 6 und 20 m. Der Winkel ist fast so gut wie bei den krummflächigen, 2 Drachen von zusammen nur 6 qm Fläche hatten bei 1610 m noch 48°, bei 2500 m 44°, insgesamt vermochten sie 3125 m Draht von 0.8 und 0.9 mm Durchmesser bei einem Winkel von 39° zu tragen. Bei 7120 m betrug der Winkel immer noch 39°, trotzdem nur 13 qm Tragfläche in der Luft waren. (Siehe auch Aufstieg No. 32, vom 26. Juli 1900.)

Fig. 25.



Krummflächige Normaldrachen von 5 und 7 qm Oberfläche.

Nachdem wir auf diese Weise eine Form gewonnen hatten, mit der sich sehr gut arbeiten liess, wurden im Sommer und Herbst 1900 Versuche mit krummflächigen Drachen gemacht, wie sie Rotch am Blue Hill - Observatorium ausschliesslich verwendet. Die Flughöhen derselben an kurzen Leinen waren bedeutend besser, sie betrug bis 60° bei 100 m Draht, und als in die Vorder-Zelle noch eine dritte Fläche eingebaut wurde, bis 75°. Bei grösseren

¹⁾ profilirt, Fig. 24 b.

²⁾ birnenförmiger Querschnitt, Fig. 24 c.

Drahtlängen dagegen konnte kein grosser Vortheil gegenüber den geradflächigen Drachen wahrgenommen werden, bei 2500 m Draht überstieg der Winkel nie 46° , sodass bei hohen Aufstiegen beide Arten gleichwerthig zu sein scheinen. Ein absolut sicheres Urtheil über zwei Drachenformen zu fällen, ist sehr schwer, weil hierzu ein längeres genaues Beobachten beider in absolut gleichem Winde, bei gleichem Drachen- und Kabelgewicht nöthig ist, was sich nur selten ausführen lässt. Man wird deswegen im allgemeinen nur nach dem Eindruck urtheilen können, den man bekommt, wenn man mit beiden Typen längere Zeit gearbeitet hat, und so ist auch die vorstehende Kritik aufzufassen. Hinzuzufügen ist noch, dass sich krummflächige Drachen viel theurer stellen, dass sie leichter zerbrechlich sind und dass sie sich bedeutend schwerer repariren lassen als die geraden Drachen, so dass man wohl, wie es ja auch Marvin und Teisserenc de Bort gethan haben, immer wieder auf die einfachsten Formen zurückkommen wird. Allerdings sollen sich krummflächige Drachen auf dem Blue Hill-Observatorium vorzüglich bewähren.

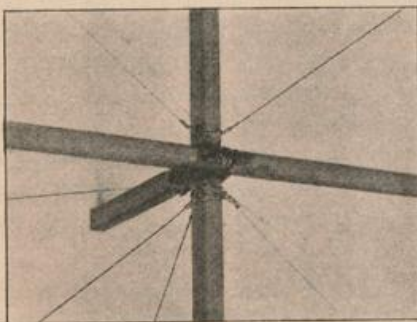
Näheres über Form und Konstruktion dieses Typs zeigen die Fig. 25 und Fig. 26. Die Vorder-Zelle hat drei Tragflächen (Fig. 26), die sämtlich gekrümmt sind, die hintere besitzt zwei gerade Flächen. Die Krümmung wurde anfangs durch Holzfournier hergestellt, da sich dieses aber beim Nasswerden wirft, so wurde später dazu 0.1 mm starkes Stahlblech verwendet, das durch Oelen gegen Rost geschützt wird. Stangenverbindungen wurden nur durch Schnüre ohne Verwendung von Aluminiumblech hergestellt, verleimt und lackirt (Fig. 27 und 28). Gebaut wurden die Drachen in Grössen von 5 und 7 qm, ausserdem waren noch kleinere, 3 qm grosse, im Gebrauch, deren Vorderzelle aber nur zwei Tragflächen hat. Alle drei Grössen haben sich gut bewährt, die kleineren besonders bei starken Winden; die grösseren Drachen waren sehr leicht gebaut, sodass sie Winde über 18 m nicht mehr gut vertragen konnten.

Die Abmessungen giebt die folgende Tabelle:

Abmessungen und Holzstärken der krummflächigen Hargrave-Drachen.

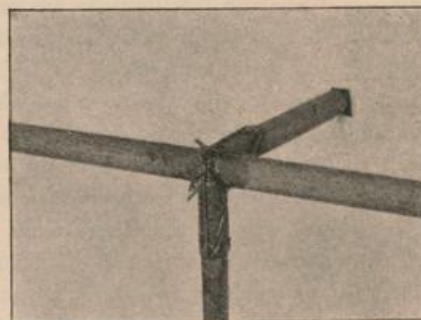
Grösse qm	Länge m	Höhe m	Breite m	Gewicht kg	Spec. Gewicht kg/qm	Verbinder mm	Träger mm	Stützen		Länge der Tragflächen m
								vertikal mm	horizontal mm	
2.88	1.60	0.54	1.65	2.07	0.70					0.47
5	1.90	0.70	1.60	3.07	0.61	10/15	6/10 ¹⁾	6/10 ²⁾	5.20	0.63
7	2.20	0.84	1.90							0.74

Fig. 27.



Stangenverbindung und Befestigung
der Spanndrähte.

Fig. 28.



Stangenstoss.

¹⁾ Der Träger, an dem die Fesselung angreift, hat 8/13 mm Querschnitt.

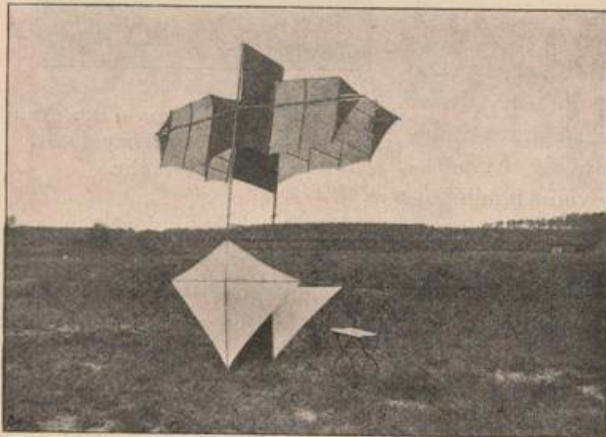
²⁾ birnenförmiger Querschnitt.

Diejenigen Stäbe, die im Winde stehen, haben, wie die Tabelle zeigt, birnenförmige Querschnitte, die den geringsten Luftwiderstand geben; der Stirndruck wurde dadurch auf das geringste Maass herabgebracht. Gespannt wurden die Drachen durch verzinkten Stahldraht von 0.6 und 0.7 mm Durchmesser.

In Gebrauch war ferner noch ein Hargrave-Drachen, Konstruktion Marvin, der sich nicht wesentlich von dem zuletzt beschriebenen Typ unterscheidet. Er hat ebenso wie dieser in der Vorderzelle 3 Flächen, die aber nicht gekrümmt sind, und ist zum Zusammenlegen eingerichtet. Gefesselt wird er an dem mittleren Verbindungsstab.

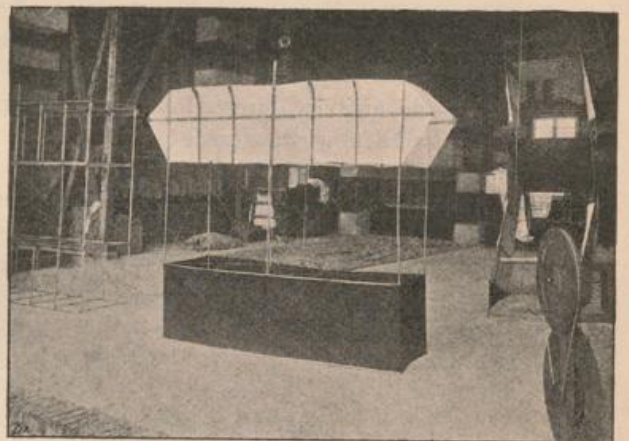
Der Eddy- oder Malayische Drachen (Fig. 22, hinter No. 2) fand nur in einer Grösse Verwendung. Wegen seines sehr geringen spezifischen Gewichtes fliegt er schon bei 3—4 m Wind und ist sogar im Stande, einen kleineren Hargrave-Drachen anzuheben und ihn in eine günstigere Luftströmung zu tragen. Bei mehr als 10 m pro Sekunde wird er unstabil, da aber Hargraves schon bei 5—6 m leicht steigen, so würde er in sehr guter Weise die Lücke ausfüllen, die zwischen der Anwendung des Drachen-Ballons und des Hargrave-Drachens liegt, wenn nicht die selten fehlenden Ungleichmässigkeiten der Wind-

Fig. 29.



Lamson-Drachen. Oberfläche 7 qm.

Fig. 30.



Zusammenlegbarer Hargrave-Lamson-Drachen.
Oberfläche 5 qm.

stärke in verschiedenen Höhen seine Verwendbarkeit stark beeinträchtigen. Näheres darüber findet man später unter »Dienst am Observatorium«. Seine Abmessungen sind: Länge 2.0 m, Breite 2.0 m, Gewicht ca. 1 kg, demnach spezifisches Gewicht 0.5 kg.

Ausser diesen Arbeitsdrachen besitzt das Observatorium noch folgende Typen, mit denen Versuche angestellt wurden.

1. Der Lamson-Drachen (Fig. 29), vielleicht der am besten und sorgfältigsten konstruierte nach allen Erfahrungen, die wir bis jetzt über den Luftwiderstand haben. Er fliegt in ausgezeichnetem Winkel bei sehr geringem Kabelzug. Allerdings ist er sehr kostspielig und leicht beim Landen zu beschädigen, deswegen wird er sich wohl für den dauernden Gebrauch nicht einbürgern, so grosse Vortheile er auch sonst hat. Im Besitz des Observatoriums befinden sich 2 gleiche, der eine ist unter Lamson's eigener Leitung gebaut, der andere ist eine hier angefertigte genaue Kopie. Beide sind zusammenlegbar.

2. Zusammenlegbarer Hargrave-Lamson-Drachen (Fig. 30). Er soll die Vortheile des Lamson, gute Steigkraft und geringen Stirnwiderstand mit denen des Hargrave, bequeme Handhabung, vereinigen. Da er aber nur an dem mittleren Verbindungsstab gefesselt werden kann, so ist er lediglich für leichte Winde verwendbar, bei denen er sich allerdings auch sehr gut bewährt hat. Mit ihm wurde zuerst der Versuch gemacht, den Apparat in den Drachen zu binden.

3. Der Treppendrachen (Fig. 23 im Hintergrunde, links), System Köppen. Derselbe hat den Vorzug, beide Tragflächen in gleicher Weise dem Winde entgegenzusetzen, sodass keine in den Windschatten der anderen kommt, er ist deswegen besonders für leichte Winde geeignet.

4. Der Diamant-Drachen (Teisserenc de Bort), ein Starkwind-Drachen mit schwerer Steigkraft, aber guter Winkelhöhe, wurde schon früher vielfach in Amerika angewendet.

5. Der runde Drachen (Knopp), (Fig. 23 im Vordergrund), hat den Vortheil, dass er sich jederzeit leicht nachspannen lässt und beim Aufschlagen seiner Form wegen schwer zerbricht; seines grossen Gewichtes wegen ist er bis jetzt praktisch noch nicht verwendbar.

Hermann Elias.

c) Die Registrir-Freiballons (Ballons-sondes).

Die Untersuchung der grösseren Höhen der Atmosphäre kann, nachdem die unten näher zu erläuternde Hochfahrt von Berson und Dr. Süring vom 31. Juli 1901 den Beweis erbracht hat, dass die Höhe von 10000 m als die äusserste Grenze für bemannte Fahrten gelten muss, nur durch Registrirballons geschehen, obwohl dieser Methode gewisse schwerwiegende Unsicherheiten eigenthümlich sind.

Nachdem auf der Pariser Konferenz der Internationalen Aëronautischen Kommission im September 1900 die allmonatliche Ausführung simultaner Aufstiege von Ballons-sondes beschlossen war, richtete der Vorsteher des Aëronautischen Observatoriums sein besonderes Augenmerk auf die Verbesserung und Vereinfachung dieser Methode, worüber zunächst berichtet sei.

Die von Teisserenc de Bort in Trappes mit ebensoviel Geschick als Erfolg angewandten Papierballons zum Empfortragen der Instrumente liessen bei ihrer Verwendung am Aëronautischen Observatorium folgende Nachtheile und Schwierigkeiten erkennen.

In erster Linie erheischen sie, um bei windigem Wetter unbeschädigt emporgelassen werden zu können, eine »drehbare Ballonhalie«, einen »hangar tournant«, wie er in Trappes vorhanden ist. Indem man seine offene Seite nach der Leeseite wendet, kann man den Ballon stets unmittelbar in der Windrichtung hinausführen und sofort steigen lassen. Abgesehen von den Kosten einer solchen bietet auch das Gelände des Aëronautischen Observatoriums hierzu keinen passenden Platz. Um das Zerreißen des recht zarten Papier-Ballons durch den Luftwiderstand bei schnellem Aufsteigen sicher zu vermeiden, muss derselbe voll mit Gas gefüllt, aber durch »ausfliessenden Ballast« am schnellen Steigen gehindert werden. Zur Erreichung beträchtlicher Höhen bedarf ein solcher Ballon eines Inhaltes von wenigstens 50 cbm bei einem Eigengewicht von etwa 6 kg, mit Netz und Apparaten 9 kg; so bleibt bei H-Füllung ein Auftrieb von 46 kg, der durch zwei Säcke mit ausfliessendem fein gesiebten Sand auf etwa 5 kg verringert werden muss. Bei regnerischem Wetter oder bedecktem Himmel, der eine Belastung des Ballons mit Schnee erwarten lässt, muss man den Auftrieb bis zu 10 kg vermehren. Hiernach werden mehr als 30 cbm H streng genommen unnöthigerweise aufgewendet.

Füllt man indessen, wie dies in Trappes geschieht, den Ballon nur etwa zur Hälfte, so spart man zwar die entsprechende Menge an Gas, läuft aber Gefahr, bei unruhigem Wetter den Ballon schon bei dem Herausführen aus der Halle, oder durch die in solchen Fällen beim Aufsteigen kaum zu vermeidenden Gasverlagerungen zerreißen zu sehen.

Um dieses zu vermeiden, hatte der Verfasser in Paris eine neue Form des Ballon-sonde vorgeschlagen, bei dem ein inneres Ballonet von der gleichen Oberfläche des Ballons gestattet, nur so viel Gas in den Ballon zu füllen, als zur Erzielung des gewünschten Auftriebes erforderlich ist und in den eigentlichen Ballonraum mittels eines Ventilators so viel Luft einzuführen, dass der Ballon prall voll wird. Die beim Aufsteigen eintretende Ausdehnung des Gases treibt nun das Ballonet nach unten und verdrängt aus dem offenen Appendix eine entsprechende Menge von Luft, welche somit gewissermassen als »ausfliessender Ballast« dient. Allerdings setzte diese Vorrichtung die Verwendung von Stoffballons, statt der papiernen, voraus, was, ebenso wie die Gewichtsvermehrung durch das Ballonet, die erreichbaren Höhen nicht unerheblich beeinträchtigte. Ein aus den Resten des früher gebrauchten gummirten Seidenballons »Cirrus II« angefertigter kleiner Ballon »Continental« — so genannt zum Dank für die kostenlose Herstellung desselben durch die stets entgegenkommende Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover — besass bei 56 cbm Inhalt ein solches Halb-Ballonet und wog mit Netz und Registrirapparat 22 kg. Mit 30 cbm Wasserstoff gefüllt hatte er einen Auftrieb von 11 kg und erreichte damit Höhen bis zu 8000 m, später etwas weniger, da der Stoff nicht mehr recht gasdicht war. Immerhin wurden die Gaskosten von etwa 25 Mark (für 56 cbm) auf 12 Mark (für 30 cbm) herabgemindert.

Ganz besonders aber richtete ich mein Augenmerk darauf, den Grundfehler aller Ballon-sonde-Experimente zu beseitigen, der darin besteht, dass dieselben allmählich ihre Aufstiegs-Geschwindigkeit verringern und eine Gleichgewichtslage in der grössten Höhe erreichen, in der sie oft viele Stunden lang fliegen und weite Entfernungen durchmessen. Die während dieser Zeit völlig fehlende Ventilation lässt die Strahlungsintensität der Sonne zur vollen Einwirkung auf den Registrir-Apparat kommen und erhöht die Thermometer-Angaben in einer so völlig unkontrollirbaren Weise, dass man sich nothgedrungen hat entschliessen müssen, denjenigen Theil der Registrirkurve ausser Betracht zu lassen, der diesen Einfluss verräth. Es ist offenbar, dass man hierdurch nicht nur den interessantesten und wichtigsten Theil der Registrirung schon a priori ausschaltet, sondern dass man keineswegs sicher die Grenze erkennen kann, bei der die

korrekte Aufstiegs-Registrierung anfängt durch die Sonnenstrahlung beeinflusst zu werden. Ja, noch mehr, man könnte durch diese Vorsichtsmassregel leicht dazu veranlasst werden, solche Theile der Registrir-Kurve zu verwerfen, die vielleicht eine thatsächliche Temperatur-Zunahme oder doch verlangsamte Abnahme aufgezeichnet haben, während man sie für »gefälscht durch die Sonnenstrahlung« betrachtet!

χ Zur Vermeidung der aus den angeführten Gründen werthlosen, aber dafür die Gefahren des Verlustes und die Kosten und Schwierigkeiten des Rücktransportes ganz beträchtlich erhöhenden langen Wege in der Gleichgewichtslage, die z. B. früher unsere Ballons-sondes bis nach Bosnien oder Russland und Dänemark geführt haben, hatte ich schon im Jahre 1894 die Einrichtung getroffen, dass durch eine gewöhnliche Weckeruhr nach einer vorher bestimmten Zeit ein kleines Ventil geöffnet wurde, was genügte, um den Ballon zum Fallen zu bringen. Diese einfache Methode, welche übrigens zu meiner Freude später bei den zahlreichen Ballons-sondes-Aufstiegen des Herrn Teisserenc de Bort regelmässig zur Anwendung gebracht wurde, hat zwar den Vorzug, die Gesamt-Dauer eines Aufstieges willkürlich abzukürzen, lässt sich aber nicht mit den durch Bewölkung, Schneebelastung oder intensive Bestrahlung wechselnden Aufstiegs-Geschwindigkeiten derart in Einklang bringen, dass man das Aufsteigen in einer solchen Höhe abbricht, in welcher der Ballon noch eine genügende Vertikal-Geschwindigkeit besitzt, um den Strahlungseinfluss auf das Thermometer auszuschliessen. Oeffnet sich bei verzögertem Aufsteigen das Ventil früher, so geht ein Theil der sonst erreichbaren und auswerthbaren Höhe verloren, wird der Ballon später zum Sinken gebracht, dann bleiben die aus der Annäherung an seine Gleichgewichtslage oder aus dieser selbst entspringenden Strahlungsfehler unvermindert bestehen.

Will man die höchst werthvolle und durch andere Maassnahmen überhaupt nicht ersetzbare Methode der Forschung durch Ballons-sondes zu derjenigen Vollkommenheit bringen, wie sie die Wichtigkeit ihrer Aufgabe erheischt, dann muss man folgende Anforderungen an sie stellen:

1. Der Registrirapparat muss eine ausreichende Empfindlichkeit besitzen, um den bei schnellen Vertikalbewegungen eintretenden Temperaturänderungen ohne einen erheblichen Fehler folgen zu können.

2. Das Thermometer muss gegen die direkte Bestrahlung durch die Sonne so weit geschützt sein, dass eine mässige natürliche oder künstliche Luftbewegung genügt, um seine Beeinflussung mit Sicherheit auszuschliessen.

3. Die Ventilation des Thermometers darf während des ganzen Auf- und Abstieges nicht unter das für die Beseitigung der Strahlungswirkung erforderliche Mindestmaass herabgehen.

Die erste Voraussetzung kann entweder dadurch erfüllt werden, dass man äusserst empfindliche Thermometer verwendet, oder in der Weise, dass man die Vertikalbewegungen des Ballons sehr langsam erfolgen lässt.

Es lag nahe, die Erfüllung der ersten Voraussetzung zuerst in Angriff zu nehmen, und dies geschah denn auch nahezu gleichzeitig an denjenigen Stellen, wo am intensivsten in dieser Richtung gearbeitet wurde, d. h. in Paris, Strassburg und Berlin. Teisserenc de Bort führte der Konferenz in Strassburg im April 1898 ein Lamellenthermometer vor, das im Princip nahezu identisch war mit einem ebenfalls fertigen Thermometer Hergesell's. Eine Neusilberlamelle von 0.1 mm Dicke, 250 mm Länge und 9 mm Breite, die in einem Bock aus Guillaume'schem Nickelstahl durch eine starke Neusilberfeder gespannt wurde, übertrug ihre Längenänderungen mittels einer 200maligen Hebelvergrösserung auf eine Schreibfeder und erwies sich gegenüber allen Temperaturschwankungen von einer geradezu bewunderungswürdigen Empfindlichkeit. Der Verfasser hatte ein Differentialthermometer aus gespannten feinen Stahl- und Silberdrähten, die in einem polirten Aspirationsrohre eingeschlossen waren, konstruirt, dessen Empfindlichkeit gleichfalls sehr gross zu sein schien. Nach den Untersuchungen von Hergesell¹⁾ sollte der Trägheitsfaktor seines Instrumentes nur $\frac{1}{10}$ von dem eines Bourdon-Rohres betragen. Man konnte also wohl hoffen, einen der schwerwiegendsten Fehler, die Trägheit des Thermometers, nahezu vollständig zu beseitigen. Leider scheinen sich aber diese Lamellenthermometer nicht bewährt zu haben und zwar wohl aus dem Grunde, dass, wie Hergesell selbst angiebt, deren Güte in hohem Grade von der Spannung abhängt, die der Lamelle ertheilt wird. Diese Spannung, die eine recht grosse sein musste, konnte aber nicht konstant erhalten werden, da unter ihrer Einwirkung die Länge der nur 0.1 mm dicken Lamelle fortgesetzt zunahm.

Der gleiche Fehler hatte sich übrigens bei dem Differential-Metallthermometer herausgestellt, dessen dünne Drähte sich ebenfalls unter dem starken Zuge allmählich verlängerten. Hiernach musste dieses hoffnungsreiche Princip wieder verlassen werden. Hergesell hat darauf in Paris ein neues Instrument

¹⁾ Meteorol. Zeitschr. 1900, S. 1.

vorgezeigt, das auf der Längenänderung eines Metallrohres beruht; dasselbe soll sich wohl bewähren, doch ist Näheres darüber noch nicht bekannt geworden.

Von den am Aëronautischen Observatorium auf Veranlassung des Verfassers ausgeführten Konstruktionsversuchen soll später im Zusammenhange berichtet werden.

Bei der Erörterung der zweiten Möglichkeit, die Vertikalgeschwindigkeit so weit zu verlangsamen, dass ein Thermometer mässiger Empfindlichkeit den hierbei auftretenden Temperaturänderungen zu folgen vermag, ist zunächst der durchschnittliche Betrag der letzteren festzustellen. Gemeinhin ist die Aenderung von 1° auf 100 m Höhenunterschied als das zu erwartende Maximum anzusehen, wenn nicht intensive Schichtungen, wie sie bei winterlichen Temperatur-Umkehrungen oder über Wolkendecken gefunden werden, vorhanden sind. Ein Ballon, der, wie die meisten bemannten Ballons, mit einer Geschwindigkeit von 1 m p. s. aufsteigt, würde demnach einen Temperaturunterschied von 1° erst nach 100 Sekunden, also fast 2 Minuten, antreffen; ein kleingefässiges, gut ventilirtes Quecksilberthermometer ist ohne Zweifel im Stande, dieser Aenderung zu folgen. Dass dies in der That geschieht, geht aus allen mit dem Aspirations-thermometer bei bemannten Fahrten ermittelten Werthen hervor, bei denen grundsätzlich die Abstiegs-temperaturen denen des Aufstiegs gleich sind, wenn nicht besondere Umstände dem entgegenreten.

Bei einer derartig langsam erfolgenden Vertikalbewegung würden auch die Abstiegskurven der Ballons-sondes durchaus brauchbare Werthe liefern, da hierbei die unliebsame Störung derselben durch eintretende Kondensation am Thermographen fortfällt¹⁾. Hierbei würde allerdings die Voraussetzung einer dauernden künstlichen Aspiration des Thermometers voll erfüllt werden müssen, um die bei der geringfügigen natürlichen Ventilation unzweifelhaft eintretenden beträchtlichen Strahlungs-Einflüsse auszuschliessen.

Der Methode, langsam aufsteigende Ballons zu verwenden, steht noch die Schwierigkeit entgegen, dass es, wie oben schon erwähnt, nicht leicht ist, unter den verschiedenen Witterungsverhältnissen eine bestimmte geringe Aufstiegs-Geschwindigkeit herbeizuführen, wenn man nicht Gefahr laufen will, den Ballon bei stärkerer Regen- oder Schneebelastung alsbald wieder herabfallen zu sehen.

In dieser Richtung bewegten sich auch die vom Verfasser lange Zeit hindurch fortgesetzten Versuche, eine sicher und genügend funktionirende Aspiration während des ganzen Aufstieges eines Registrirballons zu schaffen, nachdem die früheren, wie sie im Berichtswerke »Wissenschaftliche Luftfahrten« Band II, S. 675, beschrieben worden sind, zu keinem Resultat geführt hatten.

Hierbei möge auch kurz der vergeblichen Experimente Erwähnung geschehen, die darauf hinzielten, das ausströmende Gas selbst zur Erzeugung eines Aspirationsstromes zu benutzen. Nachdem aber durch Versuche festgestellt worden war, dass der Druck, den die Wandung eines aus elastischem Gummi bestehenden Ballons auf das Gas ausübt, ein viel zu geringer ist, um letzteres mit einer nennenswerthen Geschwindigkeit aus einer engen Oeffnung austreten zu lassen, musste der Plan, auf diese Weise einen »Ejektorstrahl« zu schaffen, der zum Mitreissen grösseren Luftmengen dienen könnte, aufgegeben werden. Auch der weitere Versuch, den Auftrieb des Gases in der Weise nutzbar zu machen, dass man es in einem längeren »Schlote« aufsteigen liess, wobei es, wie die heisse Luft im Schornstein, entsprechende Luftmassen nachsaugen und an dem Thermometer vorbeiführen sollte, missglückte.

Die Aufgabe, deren Lösung die Ballon-sonde-Experimente auf eine annähernd gleiche Stufe der Zuverlässigkeit mit den bei bemannten Fahrten angestellten Beobachtungen stellen würde, bestände also nach dem oben Erörterten darin, einen thunlichst zuverlässigen und empfindlichen Registrirapparat mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von etwa 1 m p. s. auf- und absteigen zu lassen und während des ganzen Experimentes einen Luftstrom am Thermometer vorbeizuführen, der bis zur Höhe von 3000 m eine Geschwindigkeit von etwa 3 m p. s., und mit der Höhe zunehmend, in 10000 m Höhe 5, in 15000 m 7 m p. s. hätte; beim Abstiege würde seine Geschwindigkeit in demselben Tempo abnehmen können.

Diese Bedingungen, welche zu einer mehr als 9-stündigen Fahrt führen müssten, lassen sich zur Zeit nicht erfüllen, oder höchstens bei Verwendung verhältnissmässig grosser Ballons, denen man ohne besondere Rücksicht auf das Gewicht grössere Behälter eines verflüssigten Gases, am besten »flüssiger Luft«, zur Erzeugung eines starken Ejektorstromes mitgeben könnte. Zur Verringerung der hieraus entspringenden hohen Gaskosten würde sich die oben erörterte Form des »Ballonet-Ballons« empfehlen.

¹⁾ Hierauf beruht bekanntlich die erheblich grössere Trägheit eines Thermometers bei der Erwärmung gegenüber der bei der Erkaltung. Diese Erklärung ist übrigens, wie hier hervorgehoben sein mag, zuerst vom Verfasser gegeben worden, der sie im Jahre 1892 in seiner Arbeit »Das Aspirationspsychrometer«, Abhandlungen d. Kgl. Meteorol. Instit. Bd. I Nr. 5 auf S. 197, mit voller Deutlichkeit ausgesprochen hat. Hierauf hat auch Maurer in seinem Artikel in der Meteorol. Zeitschr. 1898 S. 185 besonders aufmerksam gemacht, während Hergesell in derselben Zeitschrift, S. 306, irrthümlich Herrn Maurer die Richtigkeit dieser Erklärung zuschreibt, statt dem Verfasser, der sie 6 Jahre früher gegeben hat.

Indessen führte mich der Wunsch, ähnlich wie Herr Teisserenc de Bort an thunlichst vielen Tagen Ballons-sondes steigen zu lassen, besonders aber dann, wenn Wetterlagen vorhanden sind, die auf andere Weise nicht erforscht werden können, noch auf einen anderen Weg, der den Vortheil einschliesst, binnen kürzester Frist einen Ballon fahrtbereit stellen zu können, was z. B. bei heraufziehenden Gewittern von besonderem Werth sein müsste. Zu diesem Zwecke nahm ich den Gummiballon in Verwendung, mit dem ich schon bei den Gas-Aspirations-Versuchen experimentirt hatte, wobei mich die Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover in bekannter Liebenswürdigkeit unterstützte, indem sie aus bester Para-Gummiplatte von 150 g Gewicht pro Quadratmeter Ballons in verschiedenen Dimensionen anfertigte. Folgende Tabelle giebt über die hierbei in Frage kommenden Verhältnisse Aufschluss.

Durchmesser	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000 mm
Inhalt	0.27	0.38	0.52	0.91	1.44	2.15	3.06	4.20 m ³
Oberfläche	2.01	2.54	3.14	4.52	6.15	8.06	10.18	12.56 m ²
Gewicht	302	380	420	678	922	1204	1528	1888 g
Gas-Auftrieb	292	418	575	1000	1585	2365	3370	4620 g
Auftrieb des Ballons	- 10	38	155	322	663	1161	1842	2732 g

Diese Zusammenstellung lehrt uns, dass sich ein Ballon mit einem Durchmesser von 900 mm selbst tragen, ja mit einem kleinen Auftrieb von 38 g aufsteigen würde und dass der Auftrieb mit zunehmender Grösse der Ballons erheblich wächst. Eine gute Paraplatte dieser Art kann im Allgemeinen auf ihr doppeltes lineares Maass ausgedehnt werden, ehe sie zerreisst; bei den kleinen, durch Eintauchen in eine Gummilösung hergestellten »Kinderballons« ist die Ausdehnungsmöglichkeit sogar noch erheblich grösser. Würde sich demnach der Durchmesser eines der oben angeführten elastischen Ballons verdoppeln, so müsste seine Oberfläche auf das Vierfache, sein Inhalt aber auf das Achtfache wachsen: ein Ballon von 1 m Durchmesser, der einen Inhalt von 0.52 m³ und eine Oberfläche von 3.14 m² hat, auf einen solchen von 2 m ausgedehnt, würde einen Inhalt von 4.20 m³ und eine Oberfläche von 12.56 m² erhalten. Bei einem Ballon von 2 m Durchmesser würde aber der Inhalt von 4.20 m³ auf 33.60 m³ anwachsen, wenn sein Durchmesser verdoppelt würde. Bewirkt man nun diese Durchmesser- und Volumzunahme dadurch, dass man einen solchen Gummiballon fest verschlossen aufsteigen lässt, so wird offenbar die Volumzunahme in demselben Betrage eintreten, wie die Dichte der umgebenden Luft abnimmt und hieraus folgt, dass das Verhältniss zwischen dem Ballongewicht und dem der von ihm verdrängten Luft konstant bleibt. Hiernach bleibt auch sein »Anfangsauftrieb« völlig unverändert, so lange er steigt, d. h. bis er zerplatzt.

Nimmt man die Ausdehnung auf den doppelten Durchmesser als die praktisch erreichbare Grenze an, so wird dieses Platzen bei einem Luftdruck von $\frac{760}{8} = 95$ mm d. h. bei mehr als 15000 m Höhe eintreten, und zwar könnte diese Höhe von allen Ballons erreicht werden, die mit einem, wenn auch kleinen, »freien« Auftriebe aufsteigen. In der Praxis wird man natürlich einen etwas grösseren Auftrieb bevorzugen, um auch etwa eintretende Belastungen durch Regen oder Schnee noch überwinden zu können.

Obige Tabelle zeigt uns ferner, wie weit eine Belastung der verschiedenen Ballongrössen zulässig ist, um den Zweck, Registrirapparate in grosse Höhen zu tragen, zu erreichen. Ein Ballon von 1000 mm Durchmesser z. B. könnte nur ein ganz geringes Gewicht heben, das kaum 60 g betragen dürfte, wenn man ihm einen Auftrieb von 100 g belassen wollte; dagegen könnte man einem Ballon von 2000 mm Durchmesser schon 2000 g anhängen, die er mit 732 g Auftrieb emporheben würde.

Die Auftriebsziffern der Tabelle gelten aber nur für den Fall, dass die Ballons nicht weiter gefüllt werden, als ihr »natürlicher« Durchmesser gestattet, sodass also hierbei keine Ausdehnung des Gummis eintritt. Verwendet man aber, was bei Gummiballons vorausgesetzt werden muss, Wasserstoffgas, das in Stahlflaschen komprimirt ist, so kann man offenbar in den elastischen Ballon jede beliebige Gasmenge bis zur Grenze des Zerplatzens einfüllen und dadurch dessen Anfangs-Auftrieb willkürlich vermehren. Lässt man z. B. in einen Ballon von 1000 mm »natürlichen« Durchmessers so viel Gas einströmen, dass sein Durchmesser auf 1500 mm vergrössert wird, so wächst sein Inhalt von 0.65 cbm auf 1.77 cbm und sein freier Auftrieb von 196 g auf 1527 g, aber die Höhe, welche er erreichen kann, ohne zu zerplatzen, wird hierdurch ganz erheblich verkleinert, wenn man annimmt, dass mit der Verdoppelung seines natürlichen Durchmessers die äusserste Grenze der Ausdehnungsfähigkeit des Stoffes gegeben ist. In unserem Beispiel würde die Gasmenge von 1.77 cbm sich nur auf 4.20 cbm, d. h.

auf das 2.37-fache ausdehnen können, was bei einem Drucke von 320 mm in etwa 6500 m Höhe stattfinden würde.

Aus diesem Beispiel geht hervor, dass bei Verwendung der Gummiballons die äusserste Gewichtsersparniss von ganz erheblichem Einflusse ist, wenn man Grund hat, auf einen sparsamen Betrieb Werth zu legen.

Hierbei kommen aber in erster Linie die Kosten des Ballons selbst in Betracht. Im Durchschnitt kostet ein Quadratmeter fertig verarbeiteten Paragummi-Ballonstoffes 4.80 Mark und hiernach stellt sich der Preis eines Ballons von 1000 mm Durchmesser auf 15 Mark, von 1200 mm auf 22, von 1500 mm auf 34, von 1800 mm auf 50, von 2000 mm Durchmesser auf 60 Mark; dem gegenüber ist der Preis für das benötigte Wasserstoffgas, das hier zur Zeit pro Kubikmeter 0.35 Mark kostet, ohne Bedeutung; für die obigen Ballongrössen würden die Preise betragen: 23, 32, 62, 104 und 147 Pfennig. Bei einem intensiven, auf die Vornahme thunlichst vieler Aufstiege gerichteten Betriebe wird man daher die kleineren Typen vorziehen, besonders dann, wenn es sich nicht um die Erreichung der grösstmöglichen Höhen handelt. Andererseits könnte man, um nur dieses eine Beispiel anzuführen, mit einem Ballon von 2000 mm Durchmesser, den man nur so weit füllt, dass er einen Auftrieb von 1 kg erhält, wozu 2.6 m³ Wasserstoffgas erforderlich sind, eine Höhe von fast 20000 m (59 mm Druck) erreichen, wenn man ihn ohne ein anderes Gewicht als sein eigenes aufsteigen lassen würde. Mit einer »Last« von 500 g könnte er hiernach bis zu einem Druck von 69 mm = 18000 m, mit 1000 g belastet bis zu 79 mm Druck = 17000 m Höhe vordringen.

Die gewöhnlich zu Ballons-sondes-Aufstiegen benutzten Registrir-Apparate haben ein Gewicht von 2 kg, der von Teisserenc de Bort benutzte, als Normal-Apparat angenommene, sammt Korkkasten, Umhüllungen und »panier parasoleil« ein solches von 1650 g, sie sind demnach für die Verwendung von Gummiballons der oben angegebenen Dimensionen viel zu schwer. Die von mir seit dem Sommer 1899 benutzten, deren nähere Beschreibung weiter unten folgen wird, haben ein Gewicht von 4—500 g, mit Schutzkörbchen und Nickelpapier von 750 bis 800 g. Mit solchen ist der grössere Theil der Aufstiege ausgeführt worden, die später erörtert werden sollen. Eine weitere Gewichtserleichterung bis auf 500 g sammt Schutzkorb dürfte bei einer in der Arbeit befindlichen Neukonstruktion erreicht werden.

Die Aufhängung des Apparates an dem Stoffe des Ballons selbst ist eine missliche Sache, da dieser sehr dünn ist und natürlich keine starke Beanspruchung verträgt; es ist deshalb ein Netz erforderlich, das, thunlichst weitmaschig und aus leichten Baumwollfäden (Strickbaumwolle) hergestellt, nicht mehr als 80 g wiegt. Die Dimension desselben ist durch die grösste zu erwartende Volumzunahme des Ballons gegeben; für einen Ballon von 1000 mm Durchmesser muss deshalb ein Netz für einen solchen von wenigstens 2000 mm vorgesehen werden. Die Weite seiner Maschen richtet sich nach dem natürlichen Durchmesser des Ballons, um zu verhindern, dass derselbe, wie es in einem Falle thatsächlich geschehen ist, aus dem Netze herausschlüpfe.

Bei den vorstehenden Ueberlegungen haben wir stets die stillschweigende Voraussetzung gemacht, dass der Gummiballon so lange steigen soll, bis er zerplatzt; tritt dieses gewaltsame Ende des Aufstieges ein, dann beginnt auch sofort das Niederfallen, das bei einem apparatbelasteten Ballon, der nunmehr nur noch aus einem formlosen Fetzen Gummistoff besteht, einem »Abstürzen« gleichen und, abgesehen von gelegentlicher Gefährdung lebender Wesen, den Apparat zum argen Zertrümmern an der Erdoberfläche bringen würde. Um dem entgegenzuwirken, muss der Ballon einen ganz leichten Fallschirm besitzen, der den Absturz so weit ermässigt, dass eine ernstliche Beschädigung des Apparates ausgeschlossen ist.

Die Dimensionen und das Gewicht dieses Fallschirmes werden thunlichst gering zu bemessen sein, um jede unnöthige Belastung zu vermeiden. Durch Versuche hat sich ergeben, dass es genügt, den Fallschirm aus leichtester Seide oder ganz lockerem Musselgewebe in der Grösse einer Kugel-Kalotte von einem Drittel der Oberfläche des maximal ausgedehnten Ballons herzustellen. In der Mitte desselben wurde eine kreisförmige Oeffnung von etwa 15—20 cm Durchmesser angebracht, die durch eine Einlage eines Streifens gespaltenen spanischen Rohres steif gehalten wird; an drei leichten Oesen, die der Ballon oben trägt, wurde der Fallschirm durch Bänder befestigt. Um ein leichtes und sicheres Entfalten des Fallschirmes zu bewirken, erhält er einen Saum an seiner Peripherie, in den ebenfalls ein Band gespaltenen Rohres eingeschoben wird. Sein Gewicht lässt sich, wenn man ganz leichte Seide verwendet, auf 200 g beschränken.

Nach dem oben Gesagten müsste ein solcher mit Fallschirmnetz versehener Gummiballon mit seinem ihm gegebenen Anfangsauftriebe so lange steigen, bis er zerplatzt und dann sofort, bis sich der Fallschirm entfaltet hat, mit grosser, weiterhin aber mit mässiger Geschwindigkeit bis zum Erdboden fallen. Schützt man hierbei das Thermometer des Registrirapparates so weit gegen die Sonnenstrahlung, dass es bei einer Vertikalbewegung von etwa 3—4 m p. s. von derselben unbeeinflusst bleibt, so wird man, da eine Gleich-

gewichtslage in der Höhe nicht eintritt, das Thermogramm bis zum höchsten Punkte des Aufstieges auswerthen können. Die Abstiegskurve aber, die ebenfalls »strahlungsfrei« bleibt, wird durch die Kondensationsvorgänge beeinflusst sein — ein Nachtheil, dessen Beseitigung der Zukunft vorbehalten bleibt.

Beistehende Fig. 31 zeigt einen Gummiballon von 1200 mm natürlichem Durchmesser mit Fallschirm und Netz sowie mit dem Registrir-Apparat, zum Aufsteigen fertig in der Ballonhalle montirt. Sein Durchmesser ist durch Einfüllen von 2.5 cbm Wasserstoffgas auf 1700 mm vergrößert worden, wobei er eine etwas ungleichmässige Gestalt angenommen hat, da eine Gummiplatte etwas dünner ausgefallen war als die übrigen. Trotz ziemlich vieler kleiner Löcher erreichte er am 6. Februar 1902 eine Höhe von 9200 m ohne zu platzen. Der Ballon selbst wog 777 g, das Fallschirmnetz 410 g, Apparat mit Korb 720 g, in Summe 1907 g; freier Auftrieb 0.9 kg.

Fig. 31.



Ballon-sonde aus Para-Gummi, fertig montirt zum Aufsteigen.

Leider lässt sich auch mit Gummiballons dieser ideale Auf- und Abstieg mit ununterbrochener natürlicher Ventilation nicht ohne weiteres herbeiführen, da sich bei den Versuchen ergeben hat, dass selbst die beste gereinigte Paraplatte noch kleine punktförmige und kaum wahrnehmbare Staubkörper enthält, welche bei der Ausdehnung des Gummis haarfeine Löcher bilden, durch welche das Gas entweicht. Bei extremer Verdünnung des Gummis mag auch eine erhebliche Diffusion des Wasserstoffgases durch die geschlossene Wandung hindurch eintreten. Beobachtet man die Vorsicht, jeden Gummiballon vor seiner Füllung mittels eines Blasebalges durch Luft so weit auszudehnen, als dies erforderlich ist, um ihm bei dem Aufstiege den erforderlichen Auftrieb zu geben, so kann man die hierbei sichtbar werdenden feinen Löcher mit kleinen Gummipflastern verkleben. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei noch weiterer Ausdehnung neue Löcher auftreten, die entweder zu einem vorzeitigen Zerreißen des Ballons oder zum allmählichen Durchtritt von Gas Veranlassung geben.

Bei der ausserordentlichen Kleinheit dieser Löcher, die einen Durchmesser von 0.1 mm wohl kaum übersteigen, müsste indess schon eine sehr beträchtliche Anzahl vorhanden sein, um einen nennenswerthen Gasverlust zu Wege zu bringen. Ein Ballon, der mit einer mittleren Geschwindigkeit von 4 m p. s. aufsteigt, erreicht nach etwa 23 Minuten einen Luftdruck von 380 mm, nach 42 Minuten 190 und nach 62 Minuten 95 mm Druck, entsprechend $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{8}$ Atmosphärendruck. Nehmen wir z. B. den ganz unwahrscheinlichen Fall an, dass ein Ballon von 1 cbm Inhalt, bei einem natürlichen Durchmesser von 1250 mm, 1000 Löcher hätte, deren jedes einen Durchmesser von 0.1 mm (0.00785 qmm Querschnitt) hat, der sich bei der Verdoppelung des Durchmessers des Ballons bei seinem Aufsteigen auf 15000 m Höhe, entsprechend 95 mm Barometerstand ($\frac{1}{8}$ Atmosphäre), ebenfalls verdoppelt, sodass dann der Querschnitt jedes Loches auf 0.0314 qmm anwächst. Der mittlere Durchmesser jedes Loches wäre demnach während eines solchen Aufstieges auf 0.15 mm und sein mittlerer Querschnitt auf 0.0176 qmm anzunehmen; 1000 Löcher hätten demnach einen mittleren Gesamtquerschnitt von 17.6 qmm. Giebt man dem Ballon einen Auftrieb von 1 kg, entsprechend etwa 1 cbm Wasserstoffgas, so wird dieses Kubikmeter bis zur Höhe von 15000 m zu 8 cbm, und diese Menge muss erst den Ballon verlassen, ehe er seinen Auftrieb verliert und demnach aufhört zu steigen. Wenn ein Kubikmeter Gas durch eine Öffnung von 17.6 qmm Querschnitt, entsprechend dem mittleren Gesamtquerschnitt jener 1000 Löcher, in der Zeit von 62 Minuten entweichen soll, so müsste dessen Ausflussgeschwindigkeit den ganz unmöglichen Werth von 15 m p. s. besitzen; für 8 cbm aber würde sie auf 120 m p. s. steigen. Die ganz enorme Reibung aber, die bei 1000 Ausflussöffnungen von je 0.0176 qmm Querschnitt in Wirkung tritt, muss die wirkliche Menge des ausströmenden Gases ganz beträchtlich hinter der angenommenen zurückbleiben lassen.

Diese kleine Rechnung wurde nur aus dem Grunde durchgeführt, um sich vor Fehlschlüssen über den Einfluss dieser, wie es scheint, leider nicht ganz vermeidbaren kleinen Öffnungen im Gummistoff zu bewahren: man sieht hieraus, dass, falls sie nicht Veranlassung zum vorzeitigen Zerreißen des Ballons geben, die mögliche Steighöhe nur in ganz geringfügigem Maasse durch sie verringert werden kann. Ihnen gegenüber dürfte der Einfluss der Diffusion durch die Ballonwand selbst von einer beträchtlicheren Grössenordnung sein, die sich aber ohne umständliche Experimente kaum bestimmen lässt.

Die grundsätzliche Wichtigkeit dieser Frage, und damit die Nothwendigkeit, sie an dieser Stelle

etwas eingehender zu erörtern, beruht auf der Aufgabe, einen Registrier-Apparat mit angenähert gleichbleibender Geschwindigkeit bis auf seinen höchsten Punkt zu heben und ihn von dort wieder schnell fallen zu lassen, ohne dass er auch nur minutenlang in gleicher Höhe, und demnach unventilirt bleibt. Tritt aber in Wirklichkeit doch eine, wenn auch nur kurze Gleichgewichtslage ein, dann ist der Zweck der Methode zu einem Theile verfehlt. Leider ist eine Beobachtung des Verhaltens solcher Ballons in den grossen, von Menschen nicht zu erreichenden Höhen nicht ausführbar, sodass man gezwungen ist, aus den Resultaten des Aufstieges selbst Schlüsse hierüber zu ziehen, denen selbstverständlich eine gewisse Unsicherheit anhaftet.

In erster Linie könnte man die Registrierungen selbst, besonders die Temperaturkurve, dazu benutzen, um aus dem Vorhandensein oder Fehlen eines Ansteigens in der grössten Höhe einen Einfluss der Sonnenstrahlung in Folge verminderter Ventilation zu ermitteln. Wie in der Diskussion der einzelnen Aufstiege genauer ausgeführt werden wird, zeigen in der That einige Kurven unzweifelhafte Spuren dieses Vorganges. Andererseits darf nicht verschwiegen werden, dass hierin ein bedenklicher Zirkelschluss erblickt werden könnte, wenn man ein Verfahren anwendet, das alle instrumentellen Fälschungen vermeiden und den bis zur grössten erreichten Höhe erfolgten Aufzeichnungen die volle Gewähr der Thatsächlichkeit geben soll, und nun rückwärts aus diesen Aufzeichnungen schliessen will, dass sie nicht reell, sondern das Produkt eines Ballonfehlers sind. Giebt man die Möglichkeit einer intensiven Temperatur-Inversion in grossen Höhen zu, so kann man niemals mit Sicherheit entscheiden, ob eine dementsprechende Aufzeichnung des Apparates der Ausdruck dieser Erscheinung, oder der Sonnenstrahlung ist.

Am besten giebt der zeitliche Verlauf einer Registrierung hierüber Aufschluss: lässt die Kurve erkennen, dass der Ballon sofort nach der im schnellen Aufstieg erreichten Maximalhöhe fällt, dann kann man auch annehmen, dass die Ventilation keine Unterbrechung erlitten hat. Bei den von mir angewandten, weiter unten näher beschriebenen Apparaten, die kein Uhrwerk besitzen, fällt dieser Beweis fort und man kann nur aus der Dauer der ganzen Fahrt einen Wahrscheinlichkeitsschluss darüber machen, ob sich der Ballon in einer Gleichgewichtslage längere Zeit aufgehalten hat oder nicht. Hierzu ist aber erforderlich, dass der Ballon sofort bemerkt wird, sowie er landet. Wenn z. B., wie dies meist der Fall ist, der Ballon schon nach 2—3 Stunden gefunden wird und die Registrierungen eine Höhe von 12000 m angeben, so kann man annehmen, dass er sich nicht lange in der Maximalhöhe aufgehalten hat. Doch ist auch schon ein Ballon von 1200 mm Durchmesser, der bis zu einem Anfangsdurchmesser von 1800 mm gefüllt war, nach $3\frac{1}{4}$ Stunden in einer Entfernung von 360 km bei Berent in völlig unversehrtem Zustande aufgefunden worden, nachdem er eine Höhe von 12645 m bei -45.7° erreicht hatte. Es bleibt in diesem Falle keine andere Annahme übrig, als dass er, auf das äusserste ausgedehnt und verdünnt, langsam sein Gas durch Diffusion und zahlreiche kleine Löcher verloren hat und nun, ohne zu platzen, ebenso langsam zur Erde herabgeschwebt ist. Die Registrierungen lassen auch den Einfluss der Sonnenstrahlung in der Gleichgewichtslage deutlich genug erkennen.

Stellt man alle diejenigen Aufstiege mit Gummiballons zusammen, bei denen der Ballon offenbar geplatzt ist, und bestimmt die Höhen, in denen dieses eingetreten ist, und den hierbei erreichten Durchmesser des Ballons, so findet man, dass meist ein etwas grösserer Durchmesser als der doppelte natürliche erreicht wurde.

✕ Ausgehend von dem Wunsche, das Platzen des Ballons in der Höhe zu umgehen, um letzteren mehr als einmal gebrauchen zu können, wurde an ihm ein oberes kurzes, konisches Rohrstück von Gummi angebracht, in welches von innen her ein Hütchen aus Aluminium eingedrückt wird, an dem eine dünne Schnur befestigt ist. Dieser Schnur wurde eine Länge gegeben, die gleich war demjenigen Durchmesser des Ballons, bei dessen Erreichung man ihn zum Sinken bringen wollte. Die vor dem Aufstieg in lockeren Ringen im Ballon liegende, in den unteren Füllansatz fest eingebundene Schnur wird in Folge der Volumzunahme des Ballons allmählich straff, bis sie schliesslich das Aluminiumhütchen aus seiner Umhüllung zieht und so den Ballon automatisch öffnet. Indess zeigte sich, dass die Oeffnung eine ziemliche Grösse haben muss, um das Weiteraufsteigen schnell abzubrechen und den Abstieg einzuleiten. Am rationellsten dürfte jedenfalls das plötzlich erfolgende Platzen des Ballons sein, um ein Verweilen in der Gleichgewichtslage zu verhindern.

Aus den Abstiegskurven einiger Fahrten musste man schliessen, dass der Ballon hierbei heftige und starke Schwankungen ausgeführt hat, welche nur durch Störungen im Funktioniren des Fallschirmes erklärt werden können. Man ist bei der Unmöglichkeit, einen geplatzen Ballon im vollen Fallen zu beobachten, beim Suchen nach den Gründen hierfür fast ganz auf Vermuthungen angewiesen, dürfte aber nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass sich der an der Peripherie des centralen Fallschirmloches befestigte Gummiballon, der nach dem Platzen einen formlosen Lappen bildet, welcher durch den je nach seiner Gestalt

wechselnden Luftwiderstand hin- und hergeweht wird, vor die Fallschirmöffnung legt, und hierdurch starke Unregelmässigkeiten im Fallen desselben hervorruft. Hiernach würde es am vortheilhaftesten sein, den geplatzten Ballon völlig von dem Fallschirm zu trennen, um einen ungestörten Abstieg zu bewerkstelligen, wobei noch das Gewicht des Stoffes, das verhältnissmässig gross ist, beim Fall ausser Wirkung gesetzt werden würde¹⁾.

Bei der oben erörterten Wichtigkeit thunlichster Gewichtersparung könnte man auch den Fallschirm, der immerhin selbst bei leichtester Konstruktion 2—300 g wiegt, dadurch entbehrlich machen, dass man den Gummiballon, bevor er platzt, automatisch weit öffnet und dann ebenso wieder verschliesst, sobald er mehr Gas verloren hat als zum Tragen seines Gewichtes erforderlich ist. Ein Gummiballon von 1800 mm natürlichem Durchmesser, der nach unserer Tabelle auf S. 30 1500 g und mit Netz nebst Apparat (ca. 800 g) 2300 g wiegt, würde, eben voll gefüllt mit 3.06 m³ Wasserstoff, die 275 g wiegen, ein Gesamtgewicht von 2575 g besitzen und bei 760 mm Druck und 0° einen freien Auftrieb von 1385 g haben, der einer überschüssigen Gasmenge von 1.15 cbm entspricht. Beim Aufsteigen bis zur Erreichung seines doppelten Durchmessers, 3600 mm, ausgedehnt, nimmt jetzt sein Gas das achtfache Volum, also 24.48 m³, ein; ein gleiches Volumen Luft wiegt bei $\frac{1}{8}$ Atmosphäre Druck ohne Berücksichtigung der Temperatur 3960 g, der Unterschied gegen das unveränderte Gesamtgewicht von 2575 g, der »Auftrieb«, beträgt auch hier noch 1385 g, d. h. es müssen $1.15 \times 8 = 9.4$ cbm Gas den Ballon verlassen, ehe sein Auftrieb erlischt. Nehmen wir an, dies könne so schnell geschehen, dass der Ballon seine Höhe während dessen nur wenig ändert, so wird er nur noch 15.08 cbm Gas enthalten. Lässt man nun noch weitere 2 cbm Gas ausströmen, deren Gewicht von 22 g vom Gesamtgewicht (2469 g) abgeht, und dieses auf 2447 g verringert, und schliesst dann automatisch den Ballon, so wird er einen Inhalt von rund 13 cbm und einen Durchmesser von 2940 mm haben; 13 cbm Luft wiegen aber bei $\frac{1}{8}$ Atmosphäre (95 mm Druck) 2100 g, oder, da der Ballon inzwischen um etwa 500 m gefallen sein dürfte, bei 100 mm Druck ($= \frac{1}{7.6}$ Atmosphäre) 2206 g, sodass ein »Abtrieb« von gegen 240 g vorhanden wäre, mit welchem er, abgesehen vom Luftwiderstande, bis zum Erdboden herabfallen würde, da sich sein Gasvolum entsprechend der Druckzunahme verkleinert. Er würde also mit $\frac{13}{7.6} = 1.71$ cbm Gas unten ankommen, die 2210 g Luft verdrängen, während das fallende Gewicht 2447 g beträgt: der Abtrieb von 240 g ist also, wie man sieht, auch hier noch unverändert. Hiernach würde man in obigem Beispiel, das absichtlich etwas eingehender diskutirt worden ist, für einen Ballon von 1800 mm natürlichem Durchmesser eine Oeffnungsschnur von 3600 mm Länge einzubinden haben, um 95 mm Druck = über 15000 m Höhe zu erreichen und müsste sie um 660 mm = etwa 18 % ihrer Länge verkürzen, um den Ballon zum sicheren, aber gefahrlosen Fallen mit 240 g Abtrieb wieder zu schliessen.

Wenn auch der Konstruktion einer derartigen Vorrichtung zum automatischen Oeffnen und Wiederverschliessen eines Gummiballons in vorher zu bestimmender Höhe grosse Schwierigkeiten nicht entgegenstehen, so ist doch nicht zu verkennen, dass der in anderer Beziehung idealen Methode die Gefahr innewohnt, dass ein Ballon vor Erreichung der Höhe, für die er »eingestellt« worden ist, platzt: da ein Fallschirm nicht vorhanden ist, wird er sammt dem Apparat mit grosser, durch den formlos flatternden Stoff wenig verlangsamten Geschwindigkeit herabstürzen und, selbst wenn er einen Unfall nicht hervorruft, doch den Registrirapparat arg zertrümmern lassen. Ein Versuch, durch Anbringung eines Rohrbandes am Aequator des Ballons selbst eine fallschirmartige Entfaltung seines Stoffes zu bewirken, verhinderte zwar eine Zerstörung des hart aufgeschlagenen Apparates, verdarb aber in Folge starken Hin- und Herschleuderns des unvollkommenen Fallschirmes die Abstiegskurve vollständig.

Den im Obigen auseinandergesetzten vielen und erheblichen Vorzügen der Gummiballons steht als wesentlich nur der eine Nachtheil gegenüber, dass diese wegen ihrer kleinen Dimensionen und verhältniss-

¹⁾ Vor kurzem wurden folgende Versuche in dieser Richtung angestellt: zwei bei früheren Aufstiegen geplatzte Gummiballons wurden in je einen Fallschirm eingebunden, der mit einem Ballastsäckchen im Gewichte des Registrirapparates beschwert war, und durch einen Offizier des Luftschiifer-Bataillons, der im Drachenballon auf 180 m Höhe aufgestiegen war, fallen gelassen. Der Gummistoff, dessen Gewicht das des Ballastsäckchens überstieg, zog bei dem Niederfallen den centralen Theil des Fallschirmes weit nach unten, so dass dieser ringsum nach oben überschlug und dabei an Stelle einer Kugelkalotte einen nach oben gewölbten Ring bildete. Hin und wieder entfaltete sich der Gummistoff und verursachte durch die hierbei in Folge des Luftwiderstandes eintretende relative Gewichtsverminderung eine Vergrösserung der wirksamen Fallschirmfläche, wobei starke Seitenschwankungen auftraten. Die mittlere Fallgeschwindigkeit konnte auf 5.5 m p. s. festgestellt werden. Eine Aenderung der Befestigungsweise des Fallschirmes am Ballon ergab sich hierdurch als unbedingt nothwendig. Man könnte z. B. den Fallschirm unterhalb des Ballons durch ein ganz leichtes Netz befestigen, den Ballon selbst aber dadurch gänzlich beseitigen, dass die oben erwähnte, beliebig einzustellende Sehnur bei ihrem Straffwerden einen Zünder auslöst, der das Gas und den Ballon zur Explosion bringt. Der Fallschirm könnte unverbrennbar imprägnirt werden. Auf diese Weise würde ein ungestörtes und gleichmässiges Niedersinken des Apparates mit seinem Fallschirme zu erreichen sein. Versuche sollen demnächst angestellt werden.

mässig grossen Fallgeschwindigkeit leichter unbemerkt bleiben und somit leichter sammt dem Apparat verloren gehen. Bis zum 5. September 1901 waren zwar am Aëronautischen Observatorium alle Gummiballons prompt aufgefunden worden, während der 56 cbm grosse seidene »Continental« mehrmals längere Zeit hindurch, darunter einmal volle 5 Wochen lang, unbemerkt geblieben war; seitdem aber sind drei Gummiballons mit ebenso vielen kostspieligen Apparaten in Verlust gerathen, einer am 5. September 1901 und zwei am 9. Januar 1902. Befördert werden solche Vorkommnisse ohne Zweifel ganz wesentlich dadurch, dass man, um die Sonnenstrahlung auszuschliessen, nach Vorschrift der Internationalen Aëronautischen Kommission die Aufstiege eine Stunde vor Sonnenaufgang erfolgen lässt. Im Sommer ist dies weniger bedenklich, da die Morgendämmerung erheblich früher vor dem Sonnenaufgange beginnt als im Winter, und da die landwirthschaftlichen Arbeiter schon früh auf den Feldern zu sein pflegen.

Man sollte daher, wie ich dies im nächsten Kapitel näher erörtern werde, sein Augenmerk mehr auf die Verwendung strahlungsfreier Apparate und Methoden als auf die grundsätzliche Umgehung der Sonnenstrahlung überhaupt richten, zumal durch die Bevorzugung der ersten Frühstunden eine gewisse Einseitigkeit der Ergebnisse hervorgerufen werden muss, wenn man auch die unteren und mittleren Luftschichten mit berücksichtigen will.

Zum Schluss dieses Kapitels sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass der Registrir-Freiballon das einzige aëronautische Forschungsmittel darstellt, dessen Anwendung zu jeder Zeit und bei jeder Wetterlage möglich ist, während der Drachenballon nur bei schwachem, der Drachen nur bei mässig starkem Winde brauchbar ist und der bemannte Freiballon ohne ernste Gefährdung seiner Insassen bei Gewittern und schweren Stürmen¹⁾ sowie bei starken, auf kürzestem Wege nach der See führenden Luftströmungen ausgeschlossen werden muss. Aus diesem Grunde hat es mir ganz besonders an der Auffindung einer thunlichst billigen und leicht zu handhabenden Methode gelegen, die gestatten könnte, wenn möglich täglich einen Registrirballon aufzulassen, dessen Aufgabe die Herstellung von thermischen Querschnitten durch die untersten Luftschichten bis zur Höhe von 6—8000 m ist. Gelingt es, wie es scheint, einen Registrirapparat von einem sammt Montirung 400 g nicht überschreitendem Gewichte herzustellen, so kann man Gummiballons von 1000 mm natürlichem Durchmesser, die 420 g, mit Fallschirmnetz und Apparat höchstens 1000 g wiegen, durch Einfüllen von 1.4 m³ Wasserstoff auf 1400 mm ausdehnen, und mit ihnen mindestens Höhen von 8—9000 m erreichen. Die Kosten eines solchen Aufstieges würden sich folgendermassen stellen:

Gummiballon von 1000 mm Durchmesser	15.00 Mark
Fallschirmnetz, öfter verwendbar,	1.00 »
1.5 cbm Wasserstoffgas	0.50 »
Belohnung für Auffinden, Telegramme usw.	8.50 »
	zusammen 25.00 Mark

Unter der Voraussetzung, dass keine Ballons nebst Apparaten verloren gehen, würden die Jahreskosten für 365 Aufstiege nur 9125 Mark betragen, wobei allerdings die Reparatur und Ergänzung der Apparate nicht in Rechnung gestellt ist. Vorbedingung für einen solchen Dienst würde allerdings die stete Bereitschaft von wenigstens 20 Registrirapparaten sein, deren Anfertigung »im Grossen« wohl den Preis auf je etwa 250 Mark herabmindern könnte, während Einzel-Apparate das Doppelte zu kosten pflegen. Nimmt man aber bei nur 5% der Aufstiege einen Verlust der Apparate an, so würde zu obiger Summe noch ein Jahresaufwand von 4600 Mark hinzuzuzählen sein.

Stellt man dem die Kosten für Papierballons, die zur Erreichung gleicher Höhen einen Inhalt von 30—40 cbm haben müssen, gegenüber, die mit Netz gegen 25 Mark kosten, während die Gasfüllung gegen 15 Mark erheischt, so erkennt man, dass jedes Experiment 23.50 Mark, 365 aber 8600 Mark mehr kosten müssen als die analogen mit Gummiballons.

Wie schon erwähnt, wird dem Apparat ein Briefumschlag aus Pergamentpapier, auf welchem in grossen Buchstaben zu lesen ist: »Vorsicht! 5 Mark Belohnung, bei unbeschädigter Ablieferung mehr!« beigegeben, in dem sich folgende Schriftstücke befinden:

1. Depeschenformular, adressirt an das Aëronautische Observatorium, dazu die vorgeschriebenen Worte: »Apparat 1 gefunden in — durch —«.

¹⁾ Der beklagenswerthe Tod des unersetzlichen Gelehrten und Luftschiffers Hauptmann von Sigfeld am 1. Februar 1902 hat hierfür einen traurigen Beweisfall geliefert.

2. Die Anleitung, folgenden Wortlautes:

Zur Beachtung.

Den gefundenen Gummiballon lege man, nachdem alles Gas aus ihm herausgedrückt und er aus dem Fallschirm herausgenommen ist, glatt zusammen und thue ihn zu unterst in das Kistchen, das nach Eingang der Depesche über das Auffinden des Ballons abgeschickt und mittels des an ihm angebondenen Schlüssels geöffnet wird. Der Apparat nebst Korbchen wird vorsichtig darauf gesetzt, darüber der gepolsterte Deckel gelegt; danach schiebe man den Aussendeckel so ein, dass die Adresse des Königlichen Meteorologischen Instituts aussen sichtbar ist, verschliesse ihn mittels des Schlüssels, den man wieder an dem Kistchen anbindet und gebe letzteres sofort unter Benutzung der ebenfalls beiliegenden Packetadresse unfrankirt auf die Post.

Es wird nochmals betont, dass sich die Höhe der Belohnung nach dem Maasse von Sorgfalt richtet, das auf die thunlichste Vermeidung von Beschädigungen, besonders des Apparates, verwandt worden ist. Der Fallschirm ist zusammenzurollen und als besonderes unfrankirtes Packet zu schicken.

3. Fragebogen:

Vom Finder auszufüllen.

1. Name des Ortes, wo der Ballon gefunden wurde.
 - a) Nächste Poststation.
 - b) Nächste Bahnstation.
 - c) Kreis.
2. Zu welcher Zeit, Tag, Stunde und Minute (wenn möglich), wurde der Ballon gefunden?
3. Flog er noch in der Luft? Aus welcher Himmelsrichtung kam er her?
4. Lag er schon am Boden? oder hing er in den Bäumen?
5. War der Ballon und der Apparat durch einen See, Teich, Fluss oder Bach geschleift?
6. War er schon gasleer, als er gefunden wurde? oder wieviel ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ usw.) war er noch mit Gas gefüllt?
7. War er zerrissen?
8. Welches Wetter herrschte zur Zeit der Auffindung des Ballons? Regen, Schnee, heiterer, bewölkter Himmel, starker oder schwacher Wind?

In den meisten Fällen wurden die gestellten Fragen genügend beantwortet; zuweilen wurden eigenartige Wünsche beigefügt, wie z. B. die Bitte, die Belohnung recht hoch bemessen zu wollen, da »mein Sohn eben 20 Mark auf der Strasse verloren hat!«

Nachdem die Depesche mit der Anzeige von der Auffindung des Ballons eingegangen ist, was meist wenige Stunden nach dem Aufstiege, in einigen Fällen aber auch erst mehrere Wochen später erfolgte, wird eine kleine Kiste, die, mit einem Schiebedeckel verschlossen, für jeden Apparat passend und bereit steht, mit der aus dem Telegramm ersichtlichen Adresse des Finders versehen auf die Post gegeben. In ihr befindet sich ausser den oben erwähnten Sachen noch folgender Fragebogen:

Vom Finder auszufüllen!

1. Name des Ortes, wo der Ballon gefunden wurde.
 - a) Nächste Poststation.
 - b) Nächste Bahnstation.
 - c) Kreis.
2. Name und Stand des oder der Finder?
3. Wie viel ist für die Depesche verauslagt?
4. Ist der Transport der Apparate nach der nächsten Poststation vom Finder selbst besorgt? oder, wenn nicht, wie viel hat der Finder hierfür gezahlt? und an wen?
5. Hat der Finder ausserdem an andere Personen Auslagen gezahlt, wie viel, wofür und an wen?
6. Hat der Finder durch die Bergung des Ballons an seinem Arbeitsverdienst Einbusse erlitten, wie viel? und in wie viel Stunden?

Der Finder legt den Gummiballon zu unterst in die Kiste, darüber den Apparat, dessen Schreibfeder »abgehelt« ist; um Erschütterungen beim Transport zu vermeiden, sollten früher die Zwischenräume mit Papier ausgefüllt werden. Ein allzu sorgfältiger Finder hatte aber vor kurzem auch den ganzen Apparatkorb so fest mit Papier ausgestopft, dass er die Russchicht fast vollständig abwischte. Ohne die rothe Säurelinie auf dem Lakmuspapier wäre die Registrierung verloren gewesen. Seitdem ist diese Vorschrift fortgelassen worden. Am dritten Tage pflegte der Apparat meist wohlbehalten in unseren Händen zu sein.

Die Registrir-Apparate für Drachen, Drachenballons und Ballons-sondes.

Bei einem Verfahren, das ausschliesslich auf selbstaufzeichnenden Apparaten beruht, die unter wechselnden atmosphärischen Bedingungen und fern vom überwachenden Auge eines Beobachters thunlichst korrekte Registrirungen geben sollen, liegt selbstverständlich der Schwerpunkt ganz wesentlich in deren Zuverlässigkeit.

Die meteorologischen Elemente, welche man von den gebräuchlichen Apparaten aufzeichnen zu lassen pflegt, sind Luftdruck, Temperatur, relative Feuchtigkeit und Windgeschwindigkeit.

Als Barometer dienen entweder die gewöhnlichen Aneroiddosen, oder, wie bei den Apparaten Teisserenc de Bort's luftleere Bourdon-Röhren. So weit aus den Prüfungen des einen am Aëronautischen Observatorium vorhandenen Apparates dieser Art geschlossen werden kann, ist das Bourdon-Rohr den Aneroiden durch seine beträchtlich geringere elastische Nachwirkung überlegen.

Als »thermometrisches Element« dient vorwiegend das alkoholgefüllte Bourdon-Rohr; es ist wegen seiner Steifheit sehr gut zur Ueberwindung von Reibungswiderständen geeignet, wie sie bei starken Hebelvergrösserungen unvermeidlich sind; anderseits ist sein »Trägheits-Koeffizient«, wie Hergesell nachgewiesen hat, ein recht beträchtlicher. Neuerdings sind am Aëronautischen Observatorium Versuche mit der altbekannten Kombination zweier Metalle mit thunlichst verschiedenen Ausdehnungs-Koeffizienten ausgeführt worden, welche, in der Form von Streifen an einander gelöthet, sich unter dem Einflusse steigender Temperaturen nach der Seite des schwächer ausgedehnten Metalles krümmen. In der Reihe der Ausdehnungs-Koeffizienten sind bekanntlich die Metalle ungehärteter Stahl und gehämmertes Zink fast am weitesten von einander entfernt, ersteres dehnt sich für das Intervall von 0° bis 100° nur um $\frac{1}{927}$, letzteres

um $\frac{1}{322}$ seiner Länge aus; letzterem stehen Kupfer ($\frac{1}{582}$), Messing ($\frac{1}{535}$) und Silber ($\frac{1}{524}$) am nächsten, wenn man die für diesen Zweck unbrauchbaren Metalle Blei und Zinn ausnimmt. Neuerdings besitzt man nun aber in dem sogenannten Guillaume'schen Nickelstahl ein Metall, das, da es nahezu ohne jeden Temperatur-Koeffizienten ist, die Differenz gegen eines der stärker beeinflussten Metalle um einen ganz erheblichen Betrag zu steigern geeignet ist. Versuche, die mit aus Nickelstahl und Kupfer zusammengelötheten Lamellen angestellt worden sind, ergaben einen Ausschlag, der das $3\frac{1}{2}$ fache von demjenigen betrug, der bei Verwendung gewöhnlichen Stahls und Kupfer erzielt wurde. Unter der Marke »Invar« lieferte Herr Démichel, Paris, 24 Rue Pavée au Marais, Guillaume-Stahl in Streifen von 0.5 bis 1.0 mm Dicke und 7 cm Breite in beliebiger Länge.

Bei der grundsätzlichen Wichtigkeit der Temperatur-Bestimmungen ist es selbstverständlich, dass das Thermometer gegen den Einfluss der Sonnenstrahlung ausreichend geschützt ist, um jeden gröberen Fehler sicher auszuschliessen. Hierbei wird im Falle der Verwendung von Drachen zum Tragen des Apparates die starke Luftbewegung von mehr als 6 m p. s., die zur Hebung der Drachen erforderlich ist, im günstigen Sinne wirksam werden; etwas schwächer, aber, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, innerhalb gewisser Grenzen durch den willkürlich zu ändernden Auftrieb beeinflussbar, wird im Allgemeinen die Ventilation bei Ballons-sondes-Aufstiegen sein, da man deren Vertikalgeschwindigkeit nicht gern über 4—5 m p. s. wachsen lässt. Am unsichersten sind in dieser Beziehung unstreitig die mittels des Drachenballons gewonnenen Registrirungen, wenn die Luftbewegung eine ganz schwache ist oder gänzlich fehlt. In diesem Falle, der glücklicherweise in unserer Gegend recht selten ist, muss man die im vollen Sonnenschein erfolgten Aufzeichnungen als »strahlungsverdächtig« behandeln.

Die relative Feuchtigkeit kann nicht wohl anders als mittels des Haarhygrometers registrirt werden, obwohl man durchaus keine hohen Anforderungen an dieses unselbstständige Instrument stellen darf. Ein Psychrometer mit selbstthätiger Wasserzuführung durch einen Docht würde gewiss bessere Dienste leisten können, wenn man nicht bei allen Forschungen in der Vertikalen so überaus schnell den Gefrierpunkt erreichen würde. Die meisten Hygrographen benutzen ein Bündel entfetteter blonder Frauenhaare, die entweder an einem Ende befestigt und durch eine Feder am anderen Ende gespannt sind, oder, an beiden Enden ohne Spannung angeheftet, durch einen seitlichen Zug gespannt werden.

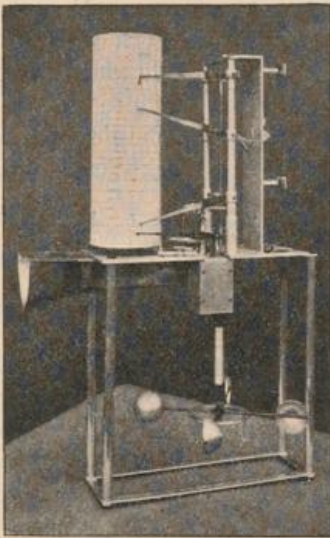
Die Messung der Windstärke erfolgt durch ein kleines Robinson'sches Schalenkreuz-Anemometer, entweder durch ein mechanisches Schreibwerk oder elektrische Kontakte.

Die Apparate für Ballons-sondes beschränken sich meist auf die Aufzeichnung von Luftdruck und Temperatur.

Von den für Drachendienst bestimmten Registrir-Apparaten kommen am Aëronautischen Observatorium zwei Typen zur Verwendung, der von Jules Richard in Paris verfertigte und der von Prof. Marvin in Washington konstruirte, von der Mechanikerfirma Schneiders Brothers in New York gebaute Apparat.

Der Richard'sche Registrirapparat (s. Fig. 32) wurde am Aëronautischen Observatorium insofern etwas modificirt, als das Thermometer-Bourdon-Rohr, das unter der Platine angebracht ist, einen seitlichen Strahlungsschutz aus dünnem vernickelten Blech erhielt, der sich in einem aufgesteckten Trichter weit gegen den Wind öffnet. Um diese Oeffnung stets dem Winde entgegenzukehren, ist, wie Fig. 33 erkennen lässt, an dem in seinen Kasten eingeschlossenen Apparate eine Windfahne angebracht. Das Haarbündel des Hygrometers ist rechts zwischen zwei Armen zu sehen, das Schalenkreuz des Anemometers befindet sich unterhalb der Platine und wurde am Observatorium mit einem leichten Schutz-Gestell von Aluminiumstäben umgeben, die auch ein Aufstellen des Apparates gestatten, während derselbe bei der Original-Konstruktion nur liegend aufbewahrt werden konnte, so lange das Anemometer an ihm befestigt war. Die Registrirfeder zeichnet nach einer Anzahl von Umdrehungen des Schalenkreuzes, die einem Wind-

Fig. 32.



Baro-Thermo-Hygro-Anemograph
Richard.

wege von 500 Meter entspricht, eine Stufe auf dem untersten Theile des Registrirpapieres. Die Registrirtrommel führt bei den Richard'schen Original-Apparaten eine Umdrehung in 4 Stunden aus, ein Zeitraum, der für alle längeren Drachenaufstiege viel zu kurz bemessen ist. Obschon die Kurven für Druck, Temperatur und Feuchtigkeit meist auch dann noch mit voller Sicherheit auswerthbar sind, wenn die Trommel zwei oder gar drei Umdrehungen ohne Unterbrechung ausgeführt hat, so trifft dies doch für die Windregistrirung nicht zu, die vielmehr schon durch eine zweite übergelagerte Kurve vollständig verundeutlicht wird. Aus diesem Grunde, der besonders bei Drachenaufstiegen nicht selten zu kritischen Folgen führt, ist eine Umänderung der Zahnradeingriffe in Auftrag gegeben worden, die eine Umdrehung erst in 12 Stunden erfolgen lässt. Die Nothwendigkeit, ein System von Drachen, die man erst nach langen Mühen und viel Geduld durch die unteren windschwachen oder von Wirbeln erfüllten Luftschichten hindurchgebracht hat, nur aus dem Grunde einzuholen, weil die Registrirung durch ein längeres Verweilen verdorben werden würde, hat schon manches schöne Experiment vereitelt, das noch viele Stunden hindurch hätte fortgesetzt werden können!

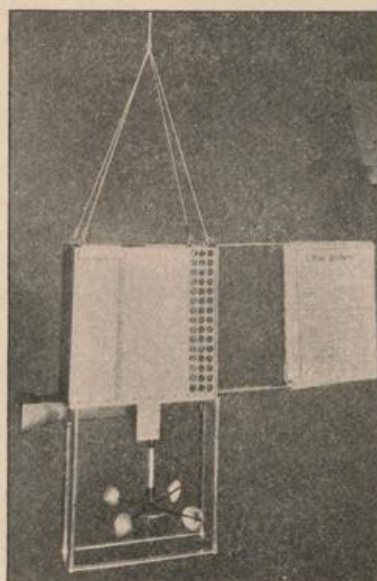
Bekanntlich ist es bei allen Registrirapparaten, die ihre verschiedenen Elemente auf einem Cylinder in Gestalt von gekrümmten, dem vom Schreibhebel geschlagenen Kreisbogenstücke entsprechenden Ordinaten aufzeichnen, von besonderer Wichtigkeit, die den gleichen Zeiten angehörigen Punkte der verschiedenen Kurven sicher identificiren zu können. Hierzu ist es vor allen Dingen erforderlich, dass die Schreibhebel genau diejenige Länge besitzen, nach welcher die Registrirskala angelegt ist. Jede Verlängerung eines solchen müsste die Ausschläge des Hebels vergrößern, jede Verkürzung verkleinern, sodass die Skalen nicht mehr passend sein würden. Nach der bisher üblichen, auch den Richard'schen Apparaten eigenthümlichen, aber recht irrationellen Methode sind die an einem kleinen Halteschieber befestigten Registrirfedern über das vordere Ende des Schreibhebels so weit übergeschoben, dass sie auf diesem thunlichst fest sitzen. Es ist nun nicht allzu selten vorgekommen, dass eine Feder, die nicht fest und weit genug übergeschoben war, in Folge der bei solchen Experimenten unvermeidlichen Erschütterungen abglitt und dadurch den Zweck des Aufstieges vereitelte. Andererseits zeigte es sich, dass weder die Dimensionen der Schreibhebel-Endigungen, noch die lichten Weiten der Oesen in den Federschienen so sorgfältig gewählt sind, dass jede Feder auf jeden Hebel gleichmässig und nur bis zu einer unveränderlich bestimmten Stelle übergeschoben werden kann. Durch diese Ungleichmässigkeit wurden aber die »Vergrößerungen« der einzelnen Federn und die Lagen der identischen Punkte der zusammengehörigen Kurven arg verunsichert. Diesen Schwierigkeiten begegnete ich dadurch, dass ich einerseits die eigentliche Schreibfeder, das nach Richard's Vorschlage hierzu benutzte dreieckige Kästchen, fest mit dem Schreibhebelschafte verlöthen und andererseits den Hebel selbst mittels einer Schraube derartig in einem Schlitz verschiebbar festklemmen liess, dass man jederzeit ohne weitere Mühe im Stande ist, die Hebellänge innerhalb gewisser kleiner Grenzen zu verändern. Stellte man nun vor einem Aufstiege sämtliche 4 Federn mit ihren Spitzen genau auf die gleichen Zeit-Ordinaten ein, so mussten auch die nachfolgenden Aufzeichnungen streng vergleichbare Werthe liefern. Eine Hebelvorrichtung gestattet, die Schreibfedern vom Papier abzuheben.

Fig. 33 lässt erkennen, in welcher Gestalt der Apparat den Drachen anvertraut zu werden pflegt: ein Aluminium-Schutzkasten wird übergeschoben und durch eine am durchlochtem Ende zu befestigende durchbrochene Tafel gesichert; an Stelle der an dem Originalapparat vor der Registrirskala angebrachten Glimmerscheiben liess ich einen Schieber aus Aluminiumblech anbringen, um an dem fertig montirten Apparate noch das Schreiben der Feder kontrolliren, Einstellungen der Trommel vornehmen und Zeitmarken anbringen zu können. Eine Windfahne, auf der sich Vorschriften über die Behandlung des Apparates und der Drachen, die aus irgend einem Grunde zu Boden gefallen sind, und die Zusicherung einer Belohnung befinden, sowie der Ventilationstrichter werden festgeklemmt und der Apparat mittels einer Schnur, die in eine Apparatklemme, oder bei dem Drachenballon in einen Karabinerhaken gebunden ist, an dem Drachendraht befestigt. Ueber die zu diesem Zwecke vom Assistenten Knopp konstruirte Klemme, welche ein fast augenblickliches Anhängen und Abnehmen des Apparates gestattet, sowie nähere Angaben über die Aufhängung des Apparates selbst, wird in dem Kapitel »Der Dienst am Observatorium« im Zusammenhange berichtet werden. Der Richard'sche Apparat in der hier beschriebenen modificirten Form hat, fertig montirt, ein Gewicht von 1820 g; er wird ausschliesslich an dem Drachendraht befestigt, etwa 100 m unterhalb des obersten Drachens.

Der von Prof. Marvin konstruirte Registrir-Apparat, den Fig. 34 darstellt, weicht in seiner Konstruktion nicht unwesentlich von dem Richard'schen ab. In einem weiten Aluminiumrohr befinden sich zwei ringförmig gekrümmte alkoholgefüllte Bourdon-Rohre als thermometrische Körper; sie sind der direkten Sonnenstrahlung im Allgemeinen entzogen, wenn die Axe zusammenfällt. Aber auch dann wird der Strahlungsfehler keinen grossen Werth erreichen, da nur die scharfen Ränder der Rohre von der Sonne getroffen werden können. In dem Schutzrohr sind ferner zwei Bündel Frauenhaare derartig angebracht, dass sich deren Längenänderungen zu einander summiren. Einfache, aber recht elegante Hebelvergrösserungen bewirken ausreichend grosse Bewegungen der zugehörigen Schreibfedern, die aus gebogenem Metall ohne jede Löthung sehr praktisch hergestellt sind, während die Richard'schen nur allzuhäufig in Folge des Defektwerdens der Löthung von ihrem Halter abfallen. Der Kontakt zweier Metalle mag bei dem Vorhandensein einer Flüssigkeit, der Registrirtinte, wohl einen galvanischen Strom erzeugen, der das Löthzinn verzehrt. Zwei verhältnissmässig grosse Aneroid-Dosen dienen zur Registrirung des Luftdruckes, während das Schalenkreuz eines Anemometers von dem Registrir-Apparate getrennt ist. Dieses, durch Fig. 35 dargestellt, wird auf einer Gabel angebracht, die an dem verlängerten oberen Mittelstabe der Vorderzelle des Drachens befestigt ist; Fig. 26, auf S. 25 lässt dasselbe in seiner Stellung auf einem Marvin'schen Drachen erkennen. Die in der Fig. 35 sichtbare Schutzkappe wird über den darunter befindlichen Kontakt-Mechanismus übergeschoben. Nach einem Windwege von 2.8 km wird einer der vorhandenen 5 Stifte durch eine Schleiffeder berührt, wodurch ein Stromschluss erfolgt, dessen Energie zwei winzige Trockenelemente mit je 1.5 Volt Spannung liefern, die am Apparate selbst unterhalb des grossen Schutzrohres befestigt sind. Die Bewegung eines kleinen Hammers, der von zwei Elektromagneten angezogen wird, lässt die damit verbundene Schreibfeder — links in der Figur — einen kurzen Strich ausführen. Nach 4 solchen Kontakten bleibt der fünfte für die halbe Dauer des Intervalls geschlossen, um eine bessere Auszählung der immerhin etwas unsicheren Registrirungen zu ermöglichen. Isolirte Kupferdrähte verbinden die im Schutzrohre befindlichen Polklemmen mit den entsprechenden des Schalenkreuzes.

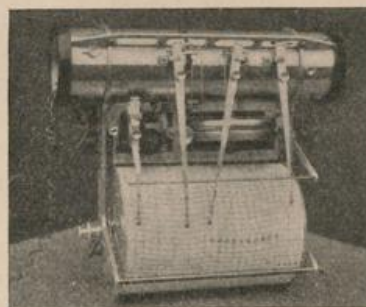
Die Registrirtrommel ist in liegender Stellung angebracht und erhält ihren Bewegungs-Antrieb durch ein in ihrem Innern angebrachtes, für unsere Gewohnheiten recht rohes gewöhnliches amerikanisches

Fig. 33.



Apparat Richard zum Aufstieg fertig montirt.

Fig. 34.



Baro-Thermo-Hygro-Anemograph nach Marvin.

Wecker-Uhrwerk, das trotzdem, oder vielleicht grade deshalb, recht sicher funktionirt, wenn man die etwas komplizierten Verschraubungen des Trommellagers richtig bedient. Letztere gestatten, die gewöhnlich in 24 Stunden erfolgende Umdrehung des Cylinders willkürlich auf eine Stunde zu beschleunigen, bedingen aber die Gefahr, dass das Uhrwerk stehen bleibt, wie dies in einem unerfreulichen Falle am Aëronautischen Observatorium vorgekommen ist, bei dem es einmal gelungen war, den Apparat mit mehreren Drachen 21 Stunden lang in der Höhe zu halten, während die Uhr schon nach 1½ Stunden stehen geblieben war.

Fig. 35.

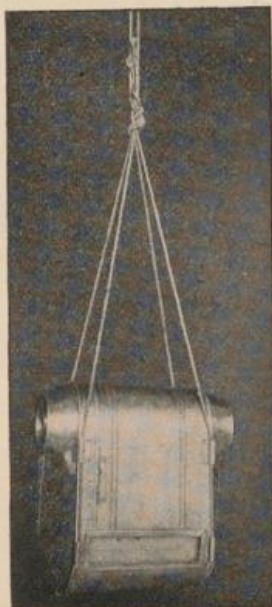


Anemometer zum Marvin'schen Apparat.

Die Umhüllung des Marvin'schen Registrir-Apparates aus Magnalium ist ein Meisterwerk leichter, aber durchaus solider Blecharbeit; sie ist, wie Fig. 36 erkennen lässt, ohne viel Mühe über den Apparat überzuschieben und mit zwei Drahtschiebern zu befestigen; oberhalb der Skala trägt sie eine Glimmerplatte, die auch hier praktischer durch einen Schieber zu ersetzen wäre, um, ohne den Schutzkasten zu öffnen, noch Einstellungen vornehmen zu können. Sein Gewicht mit Hülle beträgt 1,06 kg.

Beabsichtigt man, den Marvin'schen Apparat am Drachenballon aufzuhängen, so kann man dies in der durch Fig. 36 wiedergegebenen Weise ausführen; besser jedoch und neuerdings am Observatorium gebräuchlich ist es, den Apparat an einen Stab zu binden, der zwei seinen oberen Theil umfassende Halbspangen und am anderen Ende eine leichte

Fig. 36.



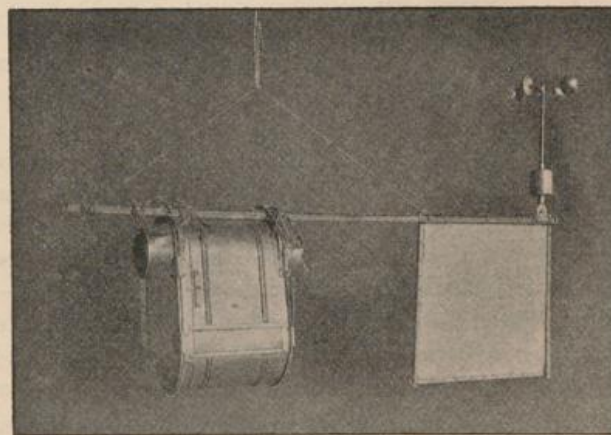
Marvin's Apparat in einem Schutzkasten.

Windfahne trägt, und diesen mittels zweier Drähte unterhalb des Ballons zu befestigen (s. Fig. 37). Sein Gewicht beträgt dann mit Anemometer 1340 g.

Für gewöhnlich wird aber der Apparat nicht an den Draht gehängt, sondern in dem Drachen selbst befestigt, wie dies aus Fig. 26 auf S. 25 zu ersehen ist. Ohne jeden Zweifel bietet diese Stelle die grösste überhaupt zu erreichende Sicherheit für die Verhinderung ernster Beschädigungen des Apparates: bei den, wie später auseinandergesetzt werden wird, nur allzuhäufigen Havarien, die den aus grosser Höhe herabstürzenden Drachen bei ihrem zerschmetternden Aufprallen auf den Erdboden zustossen, wenn sie wilde »Kopfsprünge« ausführen und dabei alle in ihren Bereich kommenden Personen und Gegenstände gefährden, bleibt der Apparat fast immer im wesentlichen unverletzt. Prof. Köppen hat nicht Unrecht, wenn er sagt, dass ein Mensch, der sich durch Drachen wolle emporheben lassen, nirgends sicherer vor ersten Unfällen sei, als an der Stelle, welche der Registrirapparat in dem Marvin'schen Drachen einnimmt. Da die mittlere Neigung eines normal fliegenden Drachens gegen die Horizontale 20–30° zu betragen pflegt, wird auch der Registrir-Apparat unter diesem Winkel exponirt, wobei der Wind das ihm stets entgegengerichtete Schutzrohr kräftig ventiliren muss.

Auf Grund der vom Aëronautischen Observatorium bisher gewonnenen Erfahrungen kann ich nicht umhin, den Marvin'schen Registrir-Apparat als einen solchen zu bezeichnen, der dem Richard'schen überlegen ist.

Fig. 37.



Marvin's Apparat, am Drachenballon hängend.

Die für den Gebrauch an freifliegenden Registrirballons, Ballons-sondes, bestimmten Apparate sind auf wesentlich anderen Konstruktions-Grundlagen aufgebaut. Während ein Drachen-Ballon oder Drachen entweder willkürlich, oder durch die wechselnden Wirkungen der Windstärke bald emporsteigt, bald um viele Hunderte von Metern niedersinkt, ist die Vertikalbewegung eines Registrirballons fast ausnahmslos eine einfache, die ohne Unterbrechung bis zur höchsten erreichbaren Höhe, und dann ebenso bis zur Erdoberfläche herab führt.

Alle bisher üblichen Apparat-Konstruktionen gingen von der Nothwendigkeit eines durch ein Uhrwerk mit gleichförmiger Geschwindigkeit umgedrehten Cylinders aus, auf dessen Mantel die Aufzeichnungen zu erfolgen haben, die sich fast ausschliesslich auf den Luftdruck und die Lufttemperatur beschränken. Derartige Apparate, von Richard freres in Paris und von R. Fuess in Steglitz-Berlin gebaut, sind in dem Berichtswerke »Wissenschaftliche Luftfahrten« im II. Bande auf S. 674, 676 und 677 abgebildet und beschrieben worden.

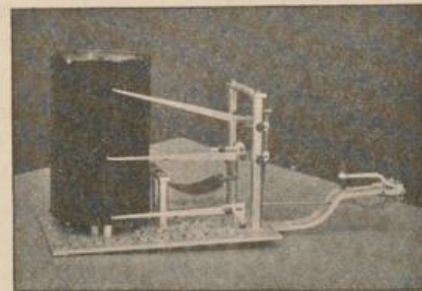
Nachdem man sich, um die mannichfachen, aus der verschiedenen Konstruktion hervorgehenden Schwierigkeiten in der strengen Vergleichbarkeit der Resultate zu umgehen, in der Pariser Konferenz im Jahre 1900 dahin geeinigt hatte, bei den internationalen Aufstiegen die in Trappes üblichen, von Herrn Teisserenc de Bort, dem grössten praktischen Forscher auf diesem Gebiete, ausschliesslich verwandten Apparate in Benutzung zu nehmen, erwarben alle hierbei beteiligten Institute derartige in Trappes verfertigte und geprüfte Barothermographen und benutzten sie zu ihren Ballons-sondes-Aufstiegen.

Ein derartiger Apparat ist in nebenstehender Fig. 38 abgebildet.

Er besteht aus einem thunlichst kleinen, weit von dem eigentlichen Apparatkörper entfernten alkoholgefüllten Bourdon-Rohre, dessen Bewegungen durch eine Metallstange auf die oberste der drei sichtbaren Schreibfedern übertragen werden. Ein luftleeres Bourdon-Rohr, in der Mitte erkennbar, dient als Barometer, dessen Formveränderungen in vergrössertem Maassstabe durch den mittleren Schreibhebel aufgezeichnet werden. Die unterste Feder ist unverrückbar am Stativ befestigt und hat nur den Zweck, eine »Nullinie« zu zeichnen, von der aus die beiden anderen Kurven sicher ausgewerthet werden können. Um die nur allzuhäufig vorgekommenen Störungen durch Einfrieren der Registritinte zu vermeiden, tragen die Schreibhebel nur Stifte, die auf einer mit Lampenruss überzogenen glatten Papierfläche mit geringer Reibung gleitend eine deutliche Spur hinterlassen. Die Registritrommel ist möglichst leicht aus Aluminium konstruirt und wird in einfachster Weise durch ein Uhrwerk bewegt, das auf der Platine des Apparates befestigt ist. Um die Genauigkeit der Aufzeichnungen während des schnellen Aufsteigens des Ballons zu vergrössern, ist die Trommelbewegung eine sehr schnelle, sodass in einer Stunde eine volle Umdrehung erfolgt.

Der Apparat wird, um gegen Störungen geschützt zu sein, in ein aus Korkplatten konstruirtes Kästchen eingeschlossen, das aber das Thermographengefäss freilässt; dieser Kasten wird mit einem Ueberzug aus dickem, weissen Friesstoff bedeckt und mit diesem in einen Korb aus Weidengeflecht eingebunden, der oben und unten völlig offen, ringsum aber an den Seitenwänden mit einem blanken Metallpapier bekleidet ist, das die Sonnenstrahlen reflektiren und demnach deren Einfluss auf den eingeschlossenen Thermographen verringern soll. Durch diese Vorichtsmaassregeln wird bewirkt, dass der Apparat, der an und für sich ein Gewicht von nur 522 g hat, mit seinem Kasten nebst Umhüllung 902 und mit voller Montirung 1650 g wiegt. Beistehende Fig. 39 zeigt den Apparat in seinem Korkkasten und Körbchen montirt; nur ist an der dem Leser zugekehrten Seite das Nickelpapier fortgelassen worden, um die Befestigungsmethode zu zeigen. An dem Querstabe werden seitlich die Säcke mit ausfliessendem Sand-Ballast aufgehängt, die sich beim Aufstiege natürlich unterhalb des Apparates befinden. In einem Falle verwandten wir einen einzigen, unterhalb des Apparates befestigten Sack, der mit denaturirtem Spiritus gefüllt war, nachdem der Sandballast wiederholt durch Einfrieren am Ausfliessen verhindert worden war.

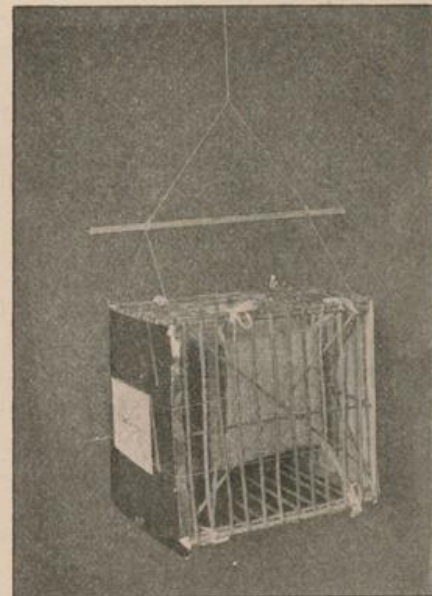
Fig. 38.



Barothermograph nach Teisserenc de Bort.

anderen Kurven sicher ausgewerthet werden können. Um die nur allzuhäufig vorgekommenen Störungen durch Einfrieren der Registritinte zu vermeiden, tragen die Schreibhebel nur Stifte, die auf einer mit Lampenruss überzogenen glatten Papier-

Fig. 39.



Barothermograph nach Teisserenc de Bort zum Aufsteigen fertig.

natürlich unterhalb des Apparates befinden. In einem Falle verwandten wir einen einzigen, unterhalb des Apparates befestigten Sack, der mit denaturirtem Spiritus gefüllt war, nachdem der Sandballast wiederholt durch Einfrieren am Ausfliessen verhindert worden war.

Wenn man von den gelegentlichen Schwierigkeiten der Auswerthung absieht, die bei längeren Aufstiegen durch das wiederholte Umlaufen der Registrirtrommel und das Durchkreuzen mehrerer Kurven entstehen, funktioniert der Apparat überall zur vollen Zufriedenheit. Zu beklagen ist nur der ganz ausserordentlich kleine Maassstab für die Luftdruck-Skala, der das Erkennen von Druckunterschieden im Betrage von 10 Millimeter fast illusorisch macht, und das nicht ganz geringe Gewicht des fertig montirten Apparates, das die Anwendung einer grösseren Gasmenge zum Aufheben erheischt.

Ausgehend von dem Bestreben, das von Herrn Teisserenc de Bort unter grossen pekuniären Opfern in Hunderten von Aufstiegen durchgeführte Verfahren auch dort zu ermöglichen, wo gleiche Mittel nicht zur Verfügung stehen, stellte ich Versuche an, um das Gewicht des Apparates und damit die zu seinem Emporheben erforderliche Gasmenge thunlichst zu verringern. Soweit diese Aufgabe auf den Apparat selbst angewendet werden konnte, musste sich die Ueberzeugung aufdrängen, dass der gewichtigste Theil desselben das Uhrwerk sei. Da nun auch oft genug durch ein Stehenbleiben desselben die Ergebnisse von Auffahrten verdorben worden waren, lag die Ueberlegung nahe, dass die Aufzeichnung der Zeit dann wohl entbehrt werden könne, wenn es sich um Auf- und Abstiege handelt, die in 2—3 Stunden beendigt sind.

Aus diesen Ueberlegungen entstand nun folgender Konstruktions-Versuch, der, auf der Pariser Konferenz zuerst vorgelegt, dort vielfache Anerkennung gefunden hat. Wie Fig. 40 erkennen lässt, bewegen

Fig. 40.



Apparat nach Assmann
mit Bourdon-Rohr.

4 Aneroiddosen einen Schreibhebel auf- und abwärts, der auf einer mit Russ überzogenen Registrirtrommel zeichnet; diese selbst wird aber nicht durch ein Uhrwerk, sondern durch das Bourdon-Thermometerrohr um ihre senkrechte Axe gedreht, während ein Uhrwerk gänzlich fehlt. Eine weiche Spiralfeder dreht die Trommel wieder zurück, wenn sich das Bourdonrohr mit steigender Temperatur ausdehnt. Offenbar entsprechen dann die Abscissen den Temperaturen und die Ordinaten den Drucken. Ebenso kann man in umgekehrter Weise die Trommel durch die Aneroide drehen lassen und die Bewegungen des Thermometer-Elementes auf einen Schreibhebel übertragen, sodass die Ordinaten die Temperatur und die Abscissen den Luftdruck darstellen. Die beiden in Fig. 40 und 42 abgebildeten Apparate lassen diese verschiedenartige Anordnung erkennen. Treten nun bei beiden Elementen, dem Druck und der Temperatur der Luft, gleichzeitige Aenderungen ein, so wird eine kombinierte Kurve entstehen, welche gewissermaassen eine Zustandskurve der vertikalen Temperaturvertheilung in Beziehung zu den korrespondirenden Drucken darstellt. In dieser werden alle Einzelheiten der Temperaturvertheilung zum Ausdruck gelangen: Isothermien werden, je nach der Anordnung des Apparates, entweder durch eine horizontale Linie, oder einen Kreisbogen, Umkehr-

ungen durch rückläufige wagerechte oder senkrechte Linien zum Ausdruck kommen, so lange der Ballon im Steigen bleibt, oder wenigstens nicht fällt. Würden bei seinem Abstieg in gleichen Höhen die gleichen Temperaturen registriert werden, so müsste die Abstiegskurve auch genau mit der des Aufstieges zusammenfallen. Glücklicherweise — für die Brauchbarkeit dieser Methode gesagt — sonst aber »leider«, findet dieses Zusammenfallen fast niemals statt, da ein stark abgekühlter Körper bei schnell eintretender Temperatur-Zunahme an seiner Oberfläche Wasserdampf kondensirt und zur Verdunstung dieses Thau- oder Reif-Beschlages Wärme verbraucht, die natürlich auch dem thermometrischen Körper entzogen wird. So wird die Abstiegskurve fast ausnahmslos niedrigere Temperaturen aufzeichnen als die des Aufstieges und beide werden in einer gewissen Entfernung von einander verlaufen oder sich auch wohl schneiden, ohne sich indess zu überdecken. Die später wiedergegebenen Kurven werden hierfür Beispiele bringen. Eine Störung und schliessliche Verwischung der Kurven müsste jedoch eintreten, wenn, wie bei einer Freifahrt, oder bei Drachen- oder Drachenballon-Aufstiegen, wiederholte Höhenänderungen nach oben und unten einträten. In dem Umstande aber, dass jeder Kurvenpunkt durch die gleichzeitigen Werthe von Druck und Temperatur bestimmt wird, liegt ein nicht ganz geringer Vortheil gegenüber den bei anderen Apparaten erfolgenden Aufzeichnungen dieser beiden Elemente in zwei von einander unabhängigen Kurven, nämlich der, dass die leicht zu erheblichen Fehlern führende Identificirung der zusammengehörigen Punkte gänzlich fortfällt.

Wie oben auf S. 30 des Näheren auseinandergesetzt, bedingt die Verwendung kleinerer Gummiballons eine thunlichste Gewichtsersparniss; eine solche wird aber durch den beschriebenen Apparat so weit erreicht, dass ein solcher, auf einem leichten Holztischchen zur besseren Befestigung im

Schutzkorbe montirt, (s. die Figuren 40 und 42), nur 350 g gegenüber 522 g des Apparates Teisserenc de Bort's wiegt.

Fig. 41 zeigt diesen Apparat in einem ganz leichten, zur Abhaltung der Sonnenstrahlung mit hochglanzpolirtem Nickelpapier bespannten Körbchen, dem »papier parasoleil«. Sein Gesamtgewicht beträgt dann 720—750 g gegenüber 1650 g des montirten Apparates Teisserenc de Bort's. Um zu verhindern, dass die Kurve nach der Landung durch Erschütterungen auf dem Transport verdorben werde, ist eine dünne senkrechte Aluminiumstange neben der Registrirtrommel angebracht, die, durch einen leichten Zug an einer Schnur seitwärts bewegt, die Schreibfeder abhebt, welche dann durch Einschnappen einer Feder dauernd in dieser Stellung gehalten wird. An dieser aus dem Körbchen heraushängenden Schnur ist ein fester Zettel befestigt, auf dem die Worte stehen: »Bitte hier ziehen!«; diesem Wunsche ist auch von den Findern der Apparate, die in einem angehefteten Briefumschlage unter Zusicherung einer Belohnung weitere Verhaltensmaassregeln finden, fast immer mit dem beabsichtigten Erfolge entsprochen worden, abgesehen von einigen ängstlichen Frauen, die, in dem Apparate wohl eine Art »Höllmaschine« vermuthend, einen Brief schickten mit den Worten: »An die schwarze Schnur zu ziehen traue ich mir nicht!«

Nachdem der verhältnissmässig grosse Trägheits-Koeffizient des alkoholgefüllten Bourdon-Rohres durch die Untersuchungen Hergesell's festgestellt worden war, wurde das oben auf S. 37 erwähnte Metallthermometer aus Kupfer oder Zink und Guillaume-Nickelstahl in Verwendung genommen, das neben seiner erheblich grösseren Empfindlichkeit noch den Vorzug einer für den Strahlungsschutz bequemen Gestalt besitzt. Ein solches thermometrisches Element von 70 mm Länge und 5—10 mm Breite kann leicht in zwei einander umschliessende hochglanzpolirte Metallrohre eingebaut werden, die selbst voneinander durch schlechte Wärmeleiter »thermisch isolirt« sind, analog der bei dem Aspirationsthermometer bestens bewährten Einrichtung. Wie Fig. 42 erkennen lässt, endigt das senkrecht stehende Schutzrohr oben und unten in erweiterte Trichter, die sowohl beim Aufsteigen wie beim Niedersinken des Ballons einen von der Vertikalgeschwindigkeit abhängigen starken Luftstrom am Thermometerkörper vorbei und zwischen den beiden Schutzrohren hindurch führen, während jede direkte Bestrahlung des ersteren ausgeschlossen ist. Bei einem derartigen mit etwa 4 m p. s. Geschwindigkeit auf- oder abwärts bewegten Apparate ist die Anbringung eines »papier parasoleil« überflüssig, wodurch dessen Gewicht gespart werden kann, welches das der Schutzrohre erheblich übersteigt. Zur Zeit befindet sich eine neue Apparatform in der Arbeit, welche nur ein Gewicht von 250—300 g haben wird; doch kann, da diese Versuche über die für diese Publikation bestimmte Zeitgrenze, den 1. Oktober 1901, hinausgehen, erst später hierüber berichtet werden.

Der unzweifelhafte Vortheil, den die Benutzung einer mit Lampenruss überzogenen Papier- oder auch Metallfläche für die Registrirung bietet, besteht nicht nur in der erheblich geringeren Reibung des schreibenden Stiftes, sondern auch darin, dass ein Einfrieren der Tinte nicht vorkommen kann, das schon manches schöne Experiment ergebnisslos gemacht hat. Andererseits bedingt die Russschreibung die sehr erhebliche Gefahr, dass sie nach der Landung durch ungeschickte oder neugierige Personen unbrauchbar gemacht werden kann; manche Registrirblätter weisen nur allzu deutliche Fingerspuren von zuweilen schier unglaublichen Dimensionen auf! In einem Falle war von einem gar zu sehr auf Reinlichkeit bedachten Finder die ganze Russschicht mit äusserster Sorgfalt abgewischt worden. Aus diesem Grunde enthält die beigegebene »Anleitung zur Behandlung des Apparates« die Ankündigung, dass sich die Höhe der zu gewährenden Belohnung, die zwischen 5 und 10 Mark bemessen ist, nach der Sorgfalt richtet, welche der Erhaltung der Russschicht gewidmet wurde. Dieses Verfahren hat sich gut bewährt.

Aber auch durch eine Benetzung des Papiers bei Regenwetter oder in Folge eines Falles in das Wasser oder einen Sumpf wurde schon manche Russ-Registrirung verdorben, sodass es vorthellhaft erscheinen musste, diesen Gefahren thunlichst vorzubeugen.

Fig. 41.



Apparat Assmann zum Aufstieg fertig.

Fig. 42.



Apparat Assmann mit Metallthermometer und Strahlungsschutz.

Nach einer Reihe von Versuchen hat sich folgende Methode vorzüglich bewährt. Man bespannt die Trommel thunlichst fest mit einem glatten, sogenannten »Glacé- oder Kreidepapier«, das man vorher auf der Rückseite leicht befeuchtet hat. Nunmehr trägt man mit einem weichen, grösseren Haarpinsel die bekannte officinelle »Blaue Lakmustinktur«, in der »Apothekersprache« als »Tinctura Muscae Lacci« bezeichnet, in Frankreich als »Teinture de tournesol« bekannt, in dünner Schicht auf, sodass von ihr allenthalben die Papieroberfläche blau gefärbt wird. Nachdem sie getrocknet ist, wird der Lampenruss über einer gewöhnlichen, mit einem Cylinder versehenen Petroleumlampe thunlichst gleichmässig unter fortwährendem Drehen der Trommel auf dem Papier ausgebreitet. Verwendet man nun an Stelle der gewöhnlichen, aus Neusilber hergestellten Registrirfeder Richard'scher Konstruktion eine ähnliche, welche aus Platinblech besteht, und füllt diese mit stark verdünnter Schwefelsäure, die bekanntlich erst bei sehr tiefen Temperaturen gefriert, so wird letztere bei dem Schreiben auf dem Papier eine Spur ziehen, welche in Folge der chemischen Reaktion der Säure die blaue Lakmusschicht unter der Russspur intensiv roth färbt und nun weder durch Abwischen noch Durchnässung vernichtet werden kann. Diese Methode hat sich bei unseren Registrirungen ausnahmslos bewährt, wenn nicht, wie dies bei unruhigem Wetter und grösseren Ballons vorkommen kann, durch starke Erschütterungen bei dem Auflassen ein Theil der Säure verspritzt wird; man erhält in solchem Falle immerhin noch die Russspur. Man hat nur die Vorsicht anzuwenden, das Papier nach der Fixirung des Russes, das durch Uebergiessen eines dünnen Spirituslackes geschieht, auf der Rückseite mit Papier zu überkleben, um zu verhindern, dass sie, durch zu starke Wirkung der Säure korrodirt, zerfällt.

Neuerdings habe ich noch weitere Versuche zu demselben Zwecke ausgeführt, welche die Verwendung eines dünnen Metallbleches statt des bei Regenwetter leicht wellig werdenden Papiers als Schreibfläche bezwecken, wobei noch der Vortheil erheblich verringerter Reibung der Feder erreicht wird. Ein Blatt Kupferblech von $\frac{1}{20}$ mm Dicke wird mit dem gewöhnlichen »Anreibsilber« überzogen, das die Mechaniker zur Herstellung von Metallskalen benutzen, über der Registrirtrommel glatt gespannt, mit einigen Tropfen Zinn verlöthet und dann in gewöhnlicher Weise berusst. Die ebenso mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Platinfeder zieht nun unter Fortnahme des Russes eine Aetzspur auf der Metalloberfläche, wobei die dünne Silberschicht entfernt wird. Diese Aetzspur ist, wenn man nicht gerade Säuren über sie ausgiesst, unverwüsthlich.

Die mit den Gummiballons nebst Fallschirm emporgeschickten Apparate wurden im Allgemeinen bei der Landung nur wenig beschädigt, sodass sie bei den Nachprüfungen ausser der unvermeidlichen elastischen Nachwirkung der Aneroide keine oder nur geringe Aenderungen ihrer Konstanten zeigten. Doch darf nicht verschwiegen werden, dass bis vor Kurzem, ehe die oben auf S. 19 beschriebene Kältekammer in Gebrauch genommen werden konnte, eine gleichzeitige Prüfung auf Druck und Temperatur nicht ausgeführt wurde. Vielmehr wurde jedes Element gesondert, der Druck unter der Luftpumpe bis herab zu 100 mm, die Temperatur in einer aus Kohlensäureschnee und Alkohol bestehenden Kältemischung bestimmt.

Die bemannten Freifahrten.

Nach der geschichtlichen Entwicklung, welche die wissenschaftliche Luftschiffahrt in Berlin und in Deutschland überhaupt genommen hatte, war es von vornherein klar, dass auch in dem Arbeitsprogramm des neugegründeten Aëronautischen Observatoriums die bemannten Freifahrten nicht fehlen durften. Ausserdem hatte das Observatorium selbstverständlich seine regelmässige Theilnahme an den internationalen Simultanfahrten zugesagt; für diese war aber die Ausführung von bemannten Aufstiegen, womöglich seitens aller Theilnehmer, bereits in der Strassburger Konferenz der Internationalen Aëronautischen Kommission als äusserst erwünscht betont worden.

So fanden denn bereits im ersten Arbeitsjahre des Observatoriums, d. h. in der Zeit vom 1. Oktober 1899 bis ebendahin 1900, im Anschluss an internationale Termine zwei Freifahrten statt. Zu einer ständigen Einrichtung in unserem Arbeitspensum wurden dieselben jedoch erst, als auf der zweiten Versammlung der vorerwähnten Kommission zu Paris, im September 1900, beschlossen wurde, vom November jenes Jahres an die gemeinsamen Aufstiege allmonatlich an einem vorausbestimmten Tage — in der Regel dem ersten Donnerstage — auszuführen. Allerdings konnte sich das Observatorium nicht bei allen 11 Aufstiegen, die nun bis zum 1. Oktober 1901 stattfanden, mit bemannten Fahrten betheiligen, zumal es bei dem Mangel eines eigenen für Freifahrten geeigneten Materials nur dem Entgegenkommen des Deutschen Vereins für Luftschiffahrt sowie der Kgl. Luftschifferabtheilung zu danken war, dass derlei Aufstiege aus-

geführt werden konnten. Erst im Winter 1901/1902, also in einer Zeit, welche bereits nach der Periode fällt, über die hier berichtet wird, konnte an die Herstellung eines eigenen, etwas kleineren, doch für normale Fahrten genügenden Ballons und Beschaffung des sonstigen Zubehörs gegangen werden.

In den beiden hier in Frage kommenden Jahren wurden nun mit den 1300 cbm fassenden Ballons des genannten Vereins gegen eine entsprechende Leihgebühr acht Fahrten im Anschlusse an die internationalen Aufstiege ausgeführt; eine neunte fand, gleichfalls mit einem Vereinsballon, aus einem besonderen Anlasse statt. Sie war auf Kosten des nunmehr auf so tragische Weise aus dem Leben geschiedenen Hauptmanns im Luftschifferbataillon Bartsch v. Sigsfeld unternommen und aus dessen Wunsche entstanden, sich auch einmal mit dem Unterzeichneten in einer Hochfahrt auf 6000—7000 m zu versuchen.

Während zu allen diesen Aufstiegen die Ballons nebst dem gesammten Zubehör — mit Ausnahme des dem Observatorium gehörigen Instrumentariums und theilweise auch der Karten — durch den befreundeten Verein zur Verfügung gestellt, und bei einer auch die Füllungskosten von diesem bestritten wurden, fiel die Mübewaltung bei dem Füllen, Ablassen und Abholen der Ballons der Kgl. Luftschifferabtheilung zu. Ohne deren Beihülfe wären unsere Fahrten schon infolge der schwierigen Gasverhältnisse in Reinickendorf nicht ausführbar gewesen; Leuchtgas stand dem Observatorium nicht zur Verfügung und wegen Beschaffung von Wasserstoff waren und sind wir ja, wie bereits an anderer Stelle betont, gänzlich auf Beistand von dieser Seite angewiesen. Alle diese neun Fahrten fanden denn auch vom alten Gelände der Luftschifferabtheilung aus statt: zwei mit reinem Wasserstoff, die übrigen mit Leuchtgas, doch grösstentheils unter Beimengung von 500—600 cbm *H*.

Zu diesen Fahrten gesellten sich nun noch zwei aus besonderem Anlasse ausgeführte. Es war längst ein dringender Wunsch aller an diesen Arbeiten Beteiligten gewesen, mindestens einmal aus direkten Ablesungen in ganz grossen Höhen von 10000 m und mehr, bei gleichzeitigem Hochlassen eines Registrirballons, durch Vergleichung beider Beobachtungsreihen sichere Anhaltspunkte zu gewinnen für die Beurtheilung der Zuverlässigkeit und Brauchbarkeit von Temperaturmessungen mittels der in vieler Hinsicht so grosse Vortheile und Bequemlichkeiten bietenden Methode der Forschung mit Ballons-sondes. Hatten auch die grossen Verbesserungen, welche hierbei in Beziehung auf Material, Instrumentarium und Methodik der Untersuchung in Trappes, Strassburg und Berlin, sowie an den anderen beteiligten Orten im Laufe der letzten Jahre angebracht worden waren, mit grosser Wahrscheinlichkeit die Vermuthung nahegelegt, dass nunmehr die Messungen mittels freifliegender Registrirballons sehr wohl brauchbare Resultate zu liefern geeignet waren, und war diese Vermuthung auch durch Vergleichen mit direkten Beobachtungen in Höhen bis zu 6000 m mehrfach bestätigt worden, so fehlte es doch für die höchsten sehr verdünnten und besonders starker Strahlung ausgesetzten Luftschichten noch immer an einem solchen direkten Kriterium der Brauchbarkeit.

Als im Sommer des Jahres 1900 ein ursprünglich für andere Zwecke bestimmter Ballon von ungewöhnlicher Grösse, 8400 cbm Gas fassend, gebaut worden war, rückte die Erfüllung der erwähnten Wünsche in greifbare Nähe und Verhandlungen wurden eingeleitet, um ihn gegen eine grössere Leihgebühr in den Dienst dieses Planes zu stellen. Da entschloss sich im Frühjahr 1901 unerwartet der damalige Besitzer, Herr Architekt Enders in Potsdam, in hochherziger Weise den schönen Ballon der Wissenschaft zu weihen, indem er ihn dem Staate als Geschenk anbot. Seine Majestät der Kaiser aber fügte den zahlreichen Gnadenbeweisen, derer er die wissenschaftliche Luftschiffahrt ohnehin schon gewürdigt hatte, einen neuen hinzu, indem er nicht nur dem Aëronautischen Observatorium die Annahme des Apparates erlaubte, sondern auch eine beträchtliche Summe aus dem Allerhöchsten Dispositionsfonds bei der Generalstaatskasse zur Ausführung einer Hochfahrt zur Verfügung zu stellen geruhte. So gelangte dieser grösste aller bisher in Deutschland gebauten Ballons, der den Namen »Preussen« erhielt, in den Besitz des Aëronautischen Observatoriums.

Nach recht schwierigen Vorbereitungen, mehrfachen Enttäuschungen und Aufschüben gelang es, im Juli 1901 aus den bewilligten Mitteln an Stelle einer Fahrt deren zwei zu Stande zu bringen: die erste als Vorbereitungsfahrt mit Leuchtgasfüllung und zu dritt, die zweite als eigentliche Hochfahrt mit Wasserstofffüllung und zu zweit. Waren bei den gewöhnlichen internationalen Fahrten in der Regel Beamte des Aëronautischen Observatoriums mit deren Ausführung betraut worden, so musste bei den in Rede stehenden zwei Fahrten grundsätzlich über den Rahmen des Observatoriums hinaus gegriffen werden. Es stand von Anfang an fest, dass als eigentliche Hochfahrer nur die in dieser Hinsicht erfahrensten und erprobtesten in Aussicht genommen werden durften: und als einer derselben hatte ohne Zweifel neben dem Unterzeichneten der Abtheilungsvorsteher im Königl. Meteorol. Institut Dr. Süring zu gelten. Da ausserdem vor der Ausführung der eigentlichen Hochfahrt die physiologischen Bedingungen bei Aufstiegen in die

dünnen Luftschichten über 4000 m einmal von fachmännischer Seite untersucht werden sollten, so nahm an der erwähnten Probefahrt, welche die immerhin ansehnliche Höhe von 7500 m erreichte, auch der Physiologe Dr. Hermann v. Schrötter aus Wien Theil, der bereits eine Woche vorher bei einem normalen internationalen Aufstiege mitgefahren war.

Es erübrigt noch über die bei den bemannten Fahrten des Aëronautischen Observatoriums verfolgten wissenschaftlichen Zwecke, die Methoden der Beobachtung, das Instrumentarium, endlich die Art der Auswerthung und Berechnung des gewonnenen Beobachtungsmaterials einige Worte zu sagen. Dies kann um so kürzer geschehen, als in allen diesen Beziehungen unsere Arbeiten aus den Jahren 1899/1901 sich durchaus an die bewährten Einrichtungen halten konnten und mussten, welche sich aus den vielfältigen Erfahrungen des vorangegangenen Jahrzehnts ergeben hatten. Wir können deswegen an dieser Stelle auf das Berichtswerk »Wissenschaftliche Luftfahrten« verweisen und uns auf die Angabe des Nothwendigsten, vielfach in wenigen Stichworten, beschränken.

Was zunächst die Zwecke der bemannten Fahrten anbelangt, so sollten dieselben in der Regel ausschliesslich meteorologische sein, umfassend die gewöhnlichen instrumentellen oder durch unmittelbare Wahrnehmung zu machenden Beobachtungen. Physiologische Experimente wurden ausserdem für die beiden Hochfahrten in Aussicht genommen und vielfach ausgeführt, besonders bei der ersten, wie auch aus Anlass der Theilnahme des erwähnten Fachgelehrten bei der unmittelbar derselben vorangehenden internationalen Fahrt vom 4. Juli 1901. Nicht unerwähnt darf hier übrigens bleiben, dass auch in der Zeit vor und zwischen diesen Fahrten Herr Dr. v. Schrötter seinen Aufenthalt in Berlin zur Ausführung zahlreicher Experimente bei vermindertem Luftdrucke mit Dr. Süring und dem Unterzeichneten in der pneumatischen Kammer des Jüdischen Krankenhauses benutzte. Der Direktion desselben sei für ihr Entgegenkommen an dieser Stelle bestens gedankt. Die Ausdehnung des Beobachtungsprogramms unserer bemannten Fahrten auf luftelektrische Probleme ist dagegen erst für 1902 in Aussicht genommen.

Die beiden Hochfahrten gaben Gelegenheit, Versuche über das Vorhandensein von Röntgenstrahlen, über die Abkühlungs-Geschwindigkeit von Thermometerkugeln bei geringen Drucken auszuführen; ferner wurden Beobachtungen zweier Schwarzkugelthermometer angestellt, von denen das eine durch einen oberen, das andere durch einen unteren halbkugelförmigen Schirm gegen die einfallende Strahlung gedeckt war.

Instrumentarium und Beobachtungsmethoden¹⁾ waren mit den in den früheren Jahren erprobten völlig identisch, ja die Instrumente waren fast durchweg wörtlich dieselben. Ein dreifaches Aspirationspsychrometer (ein trockenes und zwei feuchte Thermometer) mit Haarhygrometer, ein kleineres zweifaches zur Reserve, ein tiefgetheiltes Quecksilberbarometer im Holzkasten, eines oder zwei grosse Aneroide, ein Richard'scher Barograph, ein Schwarzkugelthermometer, Karten verschiedener Maassstäbe (je nach der in Aussicht stehenden Fahrt), Kompass mit Diopter, Zirkel, Feldstecher, kleine elektrische Handlampen, bilden die wesentlichen Theile der Korbausrüstung, nebst den zur Befestigung dieser Instrumente nöthigen Aufhängungen, Klemmen etc. Bei den von vornherein als hohe in Aussicht genommenen Aufstiegen mit dem »Preussen« und den zwei mit reiner H-Füllung ausgeführten der Vereinsballons, sowie bei den ersten Fahrten der erst auszubildenden Assistenten des Aëronautischen Observatoriums Elias und seines Vertreters im Jahre 1900/01 Knopp, wurde die Fernrohrablesung des Psychrometers angewendet, bei den übrigen in Anbetracht der guten Erfahrungen bei früheren Fahrten die vereinfachte direkte Augenablesung, unter genügend vom Korbe entfernter Aufhängung des Instrumentes und rascher Heranholung desselben vor jeder Beobachtung. Als sehr praktisch wurde vom Unterzeichneten die regelmässige Mitnahme von zwei Kompassen und zwei Zirkeln befunden, um jedem der beiden Insassen zu ermöglichen, eine rasche Richtungs- oder Geschwindigkeitsbestimmung des Ballons zu machen, ohne dass durch Suchen, Darreichen etc. der Instrumente die vielleicht nur ganz vorübergehend durch eine Wolkenlücke sich darbietende Gelegenheit verpasst wird. Für die Hochfahrten wurde eine Ausrüstung an Rennthierpelz-Jacken und -Hosen, sowie Thermophorwärmern für Hände und Füsse, ferner für Getränk (Thee), eventuell auch Proviant, beschafft, welche sich gut bewährt hat und seitdem theilweise auch bei den gewöhnlichen Fahrten benutzt wird.

Uebrigens wurden sowohl alle früher als auch bei den hier in Rede stehenden Fahrten neu gemachten Erfahrungen verwerthet bei dem Bau des Korbes für die neue Ausrüstung des Aëronautischen Observatoriums mit eigenem Freifahrts-Material im Winter 1901/02. Es wurde hier eigentlich zum ersten Male in Deutschland ein Korb eigens für wissenschaftliche Luftfahrten, mit dem dabei benutzten Instrumentarium u. s. w. entworfen und ausgeführt, der sich vortrefflich zu bewähren scheint.

Schliesslich wäre noch die Auswerthung der Resultate und deren Bearbeitungsweise zu erwähnen. Was die letztere betrifft, so zeigt schon ein Blick auf den zweiten Theil dieser Veröffentlichung,

¹⁾ Siehe über diese beiden Punkte: Wiss. Luftf. Bd. I S. 166—197.

dass sie unter einiger Abkürzung und Vereinfachung sich streng an die in den »Wissenschaftl. Luftfahrten« Bd. II angewendete Form anlehnt, welche, wie die Herausgeber jenes Werkes zu ihrer Befriedigung wahrgenommen zu haben glauben, von der Kritik beifällig aufgenommen worden ist.

So entsprechen auch die Reduktions- und Berechnungs-Methoden vollständig den dort angewendeten und beschriebenen. Deshalb möge hier auf Bd. I S. 198—212 jenes Werkes verwiesen sein und es sollen nur folgende Hauptpunkte ganz kurz betont werden:

1. Die Luftdruckwerthe beruhen entweder auf direkten, bei Ruhelage des Ballons gemachten Ableesungen des Hg-Barometers, oder durch Vergleichung und Interpolation auf diese reducirten Aneroidbeobachtungen. Wo der Barographenkurve entnommene Werthe verwendet sind, sind dieselben als solche hervorgehoben.

2. Die Psychrometerablesungen, seien sie mit dem Fernrohr, oder mit dem blossen Auge angestellt, wurden stets unter genügender Beachtung einer ausreichenden Aspiration und Befeuchtung vorgenommen. Die Berechnung von Dampfspannung und rel. Feuchtigkeit erfolgte aus den Psychrometerangaben, und zwar vom Frühjahr 1901 an, nach ausreichender Klärung dieser Frage, unter Anwendung der Eisdampfformel bei Eisbedeckung des feuchten Thermometers. Wo Haarhygrometerablesungen zu Grunde gelegt sind, ist dies ausdrücklich in der Tabelle erwähnt.

3. Die Seehöhen wurden nach der Staffelmethode, unter fortlaufender thunlichster Berücksichtigung der Luftdruck- und Temperatur-Aenderung auf der Erde, berechnet. Vgl. darüber insbesondere: Wiss. Luftf. Bd. I, S. 202—208.

4. Unter »Aktinometrischer Differenz« ist auch hier die Differenz: »Schwarzkugelthermometer—Lufttemperatur« verstanden.

5. Bewölkung »oben« und »unten« bedeutet stets »über« und »unter dem Ballon«.

6. Die Richtung der Fahrt ist von Nord und Süd ausgehend in Graden der Abweichung nach Ost und West angegeben.

Eine Uebersicht der ausgeführten Freifahrten findet sich, unter chronologischer Einreihung zwischen die anderen Experimente, in der Tabelle, welche ein Verzeichniss der gesammten zur Auswerthung und Bearbeitung gelangten Aufstiege aller Art darstellt. Ebenso ist die eigentliche meteorologische Einzelverarbeitung zwischen die der anderen Drachen- etc. Aufstiege eingeschaltet, theilweise auch bei zeitlichem Zusammenfallen mit denselben vereinigt.

A. Berson.

Das Personal des Observatoriums.

Die dienstliche Stellung des Aëronautischen Observatoriums im Rahmen des Königlichen Meteorologischen Instituts ist die einer Abtheilung. An ihrer Spitze steht demnach ein Abtheilungs-Vorsteher, der Geheime Regierungsrath Professor Dr. Richard Assmann, dem zwei wissenschaftliche Beamte unterstellt sind, der ständige Mitarbeiter Arthur Berson und der Assistent Hermann Elias. Letzterer war während der Zeit vom 1. Oktober 1900 bis ebendahin 1901 zur Ableistung seiner Militärflicht als Einjährig-Freiwilliger bei dem II. Telegraphen-Bataillon in Frankfurt a. Oder beurlaubt.

An seiner Stelle trat der Ingenieur Otto Knopp in das Observatorium ein und verblieb dort bis zum 1. December 1901; durch seine gründlichen Kenntnisse in der Maschinenkunde und Elektrotechnik, durch seine konstruktive Begabung und seine Arbeitsfreudigkeit erwarb er sich während dieser Zeit um die Vervollkommnung der technischen Einrichtungen des Observatoriums grosse Verdienste. Er verliess dasselbe, um sich in seinem eigentlichen Berufe als Elektrotechniker in dem nordamerikanischen Weltgeschäfte von Thomson Houston & Co. zu vervollkommen, nachdem er auf Wunsch des Herrn A. Lawrence Rotch auf dem Blue Hill Observatorium eine Zeitlang gearbeitet hatte.

Dem Abtheilungs-Vorsteher fällt ausser der besonders während der Zeit des Baues und der Einrichtung nicht unbeträchtlichen Verwaltungsarbeit die Leitung des Observatoriums, die Drucklegung der Publikationen sowie der Verkehr mit ähnlichen Instituten und anderen ausserhalb stehenden Personen zu. Aus dem inneren Dienste hat er sich die Ausführung von Ballon-sondes-Aufstiegen, sowie die specielle Leitung der Mechaniker-Werkstätte vorbehalten.

Die Aufgabe des ständigen Mitarbeiters ist die wissenschaftliche Auswerthung und Bearbeitung der am Observatorium ausgeführten Registrirungen und Beobachtungen, sowie deren Vorbereitung zur Publikation

ausserdem aber gemeinsam mit dem Assistenten die Ausführung von Freifahrten bei den allmonatlich stattfindenden internationalen Ballonfahrten. Die hierzu benötigten Materialien und Instrumente und deren Instandhaltung unterstehen seiner besonderen Beaufsichtigung.

Der Assistent hat nach erfolgter Zustimmung des Abtheilungsvorstehers und, wenn erforderlich, von diesem und dem ständigen Mitarbeiter unterstützt, die Aufstiege der Drachenballons und Drachen selbstständig zu leiten, die hierfür gebrauchten Apparate herzurichten und die ersten Auswerthungen und Reduktionen der Registrierungen vorzunehmen. Da er eine Vorbildung als Maschinentechner besitzt, liegt es ihm ausserdem ob, die maschinellen und elektrischen Anlagen, sowie den Drachenbau zu beaufsichtigen.

Die Büreauarbeit, Registratur und Verwaltung einer Kasse, welche im Abrechnungsverkehr mit der Kasse des Central-Institutes steht, sowie die Führung der Inventarverzeichnisse und die Aufsicht über das Haus-Inventar liegt in den Händen des Büreausekretärs Heinrich Brehm, welcher, da ein Kanzlist bei der Abtheilung nicht vorhanden ist, vielfach auch für Kanzleiarbeiten in Anspruch genommen werden muss, wozu ihm eine Schreibmaschine zur Verfügung steht. Zur Vereinfachung der Arbeit benutzt auch der Abtheilungs-Vorsteher eine solche zur laufenden Korrespondenz, wobei ein »Durchschlag-Exemplar« zu den Akten als Konzept kommt; das Abschreiben und Kollationiren eines Handkonzeptes kommt hierdurch in Fortfall. Die letztgenannte Schreibmaschine, eine New Century-Caligraph-Maschine mit Gorin-Tabulator, dient auch zur gleichzeitigen Anfertigung mehrerer Exemplare der zur Versendung an die Internationale Aëronautische Kommission bestimmten Beobachtungstabellen von den allmonatlichen internationalen Ballonfahrten.

Ausser den vorgenannten Beamten sind noch ein Aufseher und zwei Gehilfen als Lohnempfänger mit sechswöchentlicher Kündigung angestellt.

Der verheirathete Aufseher Ferdinand Schmidt hat vornehmlich das Ballonmaterial zu verwalten, zu pflegen und in Bereitschaft zu setzen. Ausserdem hat er für die Beschaffung, sachgemässe Unterbringung und Bedienung des vom Luftschiffer-Bataillon in Stahlflaschen gelieferten Wasserstoffgases zu sorgen und die hierzu nöthigen Gasapparate und Utensilien in Ordnung zu halten. Er hat ferner die Aufsicht über das Grundstück und sämtliche Gebäude und Anlagen zu führen. Gemeinsam mit seiner Frau hat er für die Reinigung der Diensträume im Wohngebäude und die Heizung der Oefen zu sorgen. Ausserdem hat er über die Innehaltung der Hausordnung zu wachen.

Der Gehilfe Karl Wietbrauck, der gelernter Schmied ist, hat die in sein Fach schlagenden Schmiede- und gröberen Schlosserarbeiten auszuführen und die Dampfmaschine nebst den elektrischen Kraft- und Lichtanlagen zu bedienen, wobei er von Zeit zu Zeit von dem anderen Gehilfen und dem noch zu erwähnenden zweiten Mechaniker abgelöst wird.

Der andere Gehilfe, Walter Mund, der gelernter Gärtner ist, hat in erster Linie die Instandhaltung der Drachen, Kabel und Drähte, Ausführung von Spleissungen und elastischen Zügeln, ferner die Bedienung und Pflege der Kabelwinde zu besorgen. Ausserdem liegt ihm die Instandhaltung der Brunnen- und Feuersicherungsvorrichtungen und die Pflege der kleinen Gartenanlagen ob. Von Zeit zu Zeit hat er auch die Dampfmaschine zu bedienen.

Bei der Bedienung der Gasapparate zu Ballonfüllungen, bei den Drachen- und Drachenballon-Aufstiegen oder solchen von Registrierballons haben sämtliche drei Angestellte entweder abwechselnd, oder gemeinschaftlich thätig zu sein.

Da die ausserordentlich häufigen Wege nach der Post, dem Bahnhofe Reinickendorf, nach der Stadt u. s. w. zum Zwecke des Abtragens oder Abholens von Materialien und Postsachen bei der Abgelegenheit des Observatoriums die sonstigen dienstlichen Obliegenheiten der Gehilfen in zweckwidriger Weise störten, wurde versuchsweise ein Laufbursche, Fritz Kraemer aus Reinickendorf-West, beschäftigt, der ausserdem bei der Reinigung und Instandhaltung des Geländes und bei den Experimenten mit Drachen und Ballons zur Hand zu gehen sowie die beiden vorhandenen Zweiräder und ein Dreirad zu reinigen hat. Der Versuch hat sich bisher durchaus gut bewährt.

Die zahlreichen gröberen Mechaniker-Arbeiten, die bei dem Betriebe der maschinellen und elektrischen Einrichtungen, sowie bei der Reparatur von Apparaten und dem Neubau von Drachen unausgesetzt auszuführen sind, haben Veranlassung gegeben, den Mechaniker Renatus Schmidt dauernd am Observatorium zu beschäftigen. Er hat ausserdem noch die Aufgabe, die beiden Elektromotoren zu pflegen und von Zeit zu Zeit die Dampfmaschine zu bedienen, um Betriebsstörungen in diesen für die ganze Arbeit besonders wichtigen Einrichtungen auszuschliessen.

Wie schon oben S. 18 auseinandergesetzt, wurde die Nothwendigkeit, die unerwartet zahlreichen Reparaturen und Nachprüfungen der eigentlichen Gebrauchs-Apparate an Ort und Stelle und ohne Zeit-

verlust auszuführen, immer zwingender, sodass die Einrichtung einer kleinen Mechaniker-Werkstatt nicht weiter hinausgeschoben werden konnte. Die im Sommer 1901 erfolgte Einstellung des Präzisions-Mechanikers Fritz Thieme beseitigte diese Schwierigkeiten in der zufriedenstellendsten Weise und lieferte den Beweis, dass ein nur einigermaassen zusammenhängendes Arbeiten ohne eine eigene Werkstatt überhaupt nicht möglich ist.

Da der Genannte noch die von den Beamten kaum regelmässig zu leistende Bedienung und Instandhaltung des Registrirapparates für den Wind, des Aspirations-Meteorographen nebst seinem Elektromotor, des Barographen u. s. w. in sachverständiger Weise übernehmen konnte, wurde es möglich, diesem wichtigen Theile der Ausrüstung die unbedingt erforderliche Aufmerksamkeit zuzuwenden, ohne welche diese ihren Zweck nicht erfüllen kann.

Ganz besonders nothwendig aber war es, alle in Benutzung gewesenen Registrirapparate für Drachen und Ballons, d. h. 4 Baro-Thermo-Hygro-Anemographen, 5 Barothermographen für Ballons-sondes, einen Barographen für Freifahrten, zwei grosse Aneroidbarometer für denselben Zweck u. a. m., regelmässig unter der Luftpumpe und später auch in der oben auf S. 19 beschriebenen Kältekammer bei tiefen Temperaturen zu prüfen, deren Skalen neu zu bestimmen oder die Apparate zu justiren und die unaufhörlich bei ihrem Gebrauche eintretenden Beschädigungen ohne Zeitverlust auszubessern. Diese Arbeiten nehmen die Thätigkeit des Mechanikers Thieme, der, wo angängig, durch den Mechaniker R. Schmidt unterstützt wird, so vollständig in Anspruch, dass man nicht umhin kann, das Vorhandensein derartiger Hilfskräfte als ganz wesentlich für die Aufrechterhaltung des Betriebes zu bezeichnen. Die beabsichtigte Neukonstruktion von Registrir-Apparaten, die z. B. zur Zeit unaufschiebbar geworden ist, nachdem 3 Barothermographen bei Ballons-sondes-Aufstiegen verloren gegangen sind, hat wegen der sonstigen Ueberbeanspruchung des Mechanikers nur in bescheidensten Grenzen in Angriff genommen werden können, soll jedoch demnächst energisch gefördert werden.

Der Bau der Drachen ist mit der zunehmenden Verfeinerung der Konstruktionen, wie sie besonders durch Rotch und seine Assistenten Helm-Clayton und Fergusson am Blue Hill-Observatorium ausgeführt wird, zu einer Art »Kunstgewerbe« geworden, das nur von einem besonders geschickten Fachhandwerker mit Erfolg betrieben werden kann. Die Herrichtung der verschiedenen profilirten Hölzer, deren kunstvolle Verbindung untereinander mittels Aluminium-Beschlägen, die Anfertigung der gekrümmten Flächen, die aus dünnem Stahlblech von 0.1 mm Stärke hergestellt werden, ist dem Tischlermeister Schreck aus Reinickendorf-West übertragen worden, der diese Arbeiten gegen einen Stundenlohn zu voller Zufriedenheit ausführt. Das Säumen und Aufnähen der aus paraffinirter Baumwolle bestehenden Drachenflächen wird durch eine ebenfalls auf Stundenlohn beschäftigte Näherin besorgt. Die unaufhörlichen Reparaturen an Drachen werden theils von denselben Personen, theils, wenn nur leichtere Beschädigungen in Frage kommen, von den Gehilfen besorgt.

Der Dienst am Observatorium.

Die bei der Errichtung des Aëronautischen Observatoriums gestellte Aufgabe, die höheren Atmosphärenschichten mittels Drachen und Drachenballons thunlichst ohne Unterbrechung zu erforschen, hat sich nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen als zur Zeit unlösbar erwiesen. Der Hauptgrund hierfür liegt in der für diesen Zweck nicht günstigen Lage des Observatoriums selbst.

Die Umgebung des Geländes mit hochstämmigem Kiefernwalde, der sich bis zu 25 m und mehr über den Boden erhebt und an verschiedenen Stellen bis auf 100 m an dasselbe herantritt, bedingt einerseits eine erhebliche Abschwächung des Windes in den unteren Luftschichten, andererseits aber eine ausgiebige Bildung von Luftwirbeln, die für die Verwendung von Drachen ausserordentlich hinderlich sind und zu unverhältnissmässig häufigen Beschädigungen derselben Veranlassung geben.

Ausserdem aber haben sich die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten über dem Gelände als solche erwiesen, die für das Aufheben von Drachen zu gering, für den Gebrauch des Drachenballons aber recht oft zu stark sind. Für die zweckdienliche Verwendung des letzteren liegt die Geschwindigkeitsgrenze bei 4—5 m p. s., für den Drachendienst beginnt sie bei 6 und endigt praktisch bei 15 bis 20 m p. s. Die beträchtliche Verzögerung der Luftbewegung in den untersten Schichten bedingt aber eine verhältnissmässig starke und kaum vorher zu erkennende Zunahme der Geschwindigkeit in der Vertikalen, die nur allzu oft dazu führt, dass der Drachenballon schon in wenigen hundert Meter Höhe einen zu starken Wind

erhält, während unten beinahe Windstille herrscht. Drachen aber durch diese windschwache untere Schicht hindurchzubringen, ist meistens unmöglich, und derartige Versuche kosten nicht nur viele Stunden vergeblicher Arbeit, sondern auch gewöhnlich mehrere werthvolle Drachen. Auf diese Weise gehen nicht selten in einer Woche mehr Drachen zu Bruch als reparirt werden können, sodass trotz des grossen Vorrathes von 30—40 gebrauchsfähigen Drachen verschiedener Konstruktion gelegentlich aus Mangel an Material eine günstige Gelegenheit zu einem Aufstiege vorübergelassen werden muss, zumal verschiedene Wetterlagen auch verschiedene Drachenformen erheischen.

Die praktischen Erfahrungen mit den verschiedenen Drachentypen, deren Beschreibung in dem Kapitel »Drachen« gegeben ist, haben uns leider zu der Ueberzeugung geführt, dass es bisher keine »Universalform« eines solchen giebt. Entweder sind sie Leicht- oder Starkwind-Drachen und hiernach richten sich die Grenzen ihrer Verwendbarkeit. Ein Leichtwind-Drachen wird aber bei starkem Winde unstabil oder zerbricht, und ein Starkwind-Drachen steigt nicht bei schwachem Winde. Kombiniert man aber beide Typen, so stören sie sich gegenseitig in der bedenklichsten Weise und können leicht den Aufstieg vereiteln.

Als ein äusserst störender Umstand ist die Nähe einer grossen Stadt mit ihren elektrischen Strassenbahnen, Telegraphen- und Telephonleitungen zu bezeichnen. In Folge einiger unvermeidlicher Unfälle hat man nicht umhingeconnt, sich die Beschränkung aufzuerlegen, bei stärkeren Winden, die nach Berlin hinwehen, keine, oder doch nur solche Drachenaufstiege zu unternehmen, die bis zu etwa 1000 m Höhe führen, sodass im Falle eines Drahtbruches die Drachen wenigstens nicht im Innern der Stadt zu Boden kommen und dabei längere Drahtstücke über die Starkstromleitungen der Strassenbahn schleppen können. Da aber Berlin mit Reinickendorf und Charlottenburg den Horizont des Observatoriums von Ost bis Südwest einnimmt, kommen 135 Grad desselben für höhere Aufstiege und stärkeren Wind ausser Betracht, was um so unliebsamer empfunden wird, als die besten und kräftigsten Drachenwinde grade aus West und Nordwest zu wehen pflegen.

Die mannichfachen Arbeiten, welche sämmtlichen Beamten des Observatoriums ausser der Veranstaltung von Drachen-Aufstiegen obliegen, treten ebenfalls nicht selten der Vornahme eines Experimentes in den Weg. Hierunter sei nur der allmonatlich auszuführenden internationalen Freifahrten gedacht, die für Vorbereitung, Ausführung, Rückreise und Auswerthung der Beobachtungen die Arbeitszeit zweier Beamten für eine Woche, gegebenenfalls noch mehr, in Anspruch nehmen.

Hierzu kommt noch der Umstand, dass die Beamten, obwohl sie unter Verzicht auf alle Bequemlichkeiten in thunlichster Nähe des Observatoriums Wohnung genommen haben, noch weite Wege zurücklegen müssen, die nicht selten fast unpassirbar sind, besonders im Winter, wo auf ihnen eine halbrecherische Glätte zu herrschen pflegt. Die Vornahme wirklich zusammenhängender, nur verhältnissmässig selten unterbrochener Experimente würde aber nach den allmählich gewonnenen Erfahrungen ein ganz erheblich vermehrtes Personal, sowie das Vorhandensein von Dienstwohnungen bei dem Observatorium selbst erheischen. Dem stehen allerdings, abgesehen von den Kosten, noch mannichfache Bedenken entgegen: so die nicht zu vernachlässigenden Gefährdungen durch die Verwendung des auf 150 Atmosphären komprimirten Wasserstoffgases; ferner die nur für ganz besonders widerstandsfähige Personen erträgliche Luft-Verpestung durch die widerlichen Gerüche der Berliner Fiskalischen Abdeckerei in der Müllerstrasse, die nur allzu oft jeden Aufenthalt im Freien zu einer Qual machen.

Dass ausserdem die unmittelbare Nachbarschaft eines Truppenübungsplatzes, auf dem fast täglich gefechtsmässiges Schiessen mit scharfen Patronen, sei es bei Infanterief Feuer, oder mit Maschinengewehren, zuweilen auch mit Kanonen, in nächster Nähe stattfindet, wobei stundenlang die Fenster klirren und kein auf die Maassnahmen des aëronautischen Dienstes bezügliches Kommando zu verstehen ist, für die wissenschaftlichen Aufgaben des Observatoriums nicht besonders vortheilhaft ist, bedarf wohl keiner weiteren Begründung. Dasselbe gilt von der nicht seltenen Behinderung der Arbeiten, die aus der strengen Befolgung der vertragsmässigen Vorschrift hervorgeht, dass jede Störung der Truppenübungen vermieden werden muss. Trotzdem hat es sich nicht immer vermeiden lassen, dass gelegentlich Drachen mitten zwischen die Pferde einer im Feuer stehenden Batterie stürzten und dort grosse Verwirrung anrichteten.

Aus alle dem Gesagten muss der oben ausgesprochene unerfreuliche, aber nicht zu verschleiernde Schluss gezogen werden, dass an dem jetzigen Orte des Observatoriums und mit dem verfügbaren Personal das Ziel einer ununterbrochenen Erforschung der höheren Luftschichten durchaus nicht zu erreichen ist. Doch nimmt der Verfasser nicht Anstand, mit aller Bestimmtheit zu erklären, dass jede nur irgend mögliche Gelegenheit wahrgenommen wird, um einen Aufstieg von Drachen oder eines Drachenballons zur Ausführung zu bringen. Unter diesem Gesichtspunkte müssen die in nachfolgender Zusammenstellung aufgezählten mehr oder weniger geglückten Experimente betrachtet werden, während die wenigstens doppelt so häufigen vergeblichen Versuche selbstverständlich unerwähnt geblieben sind.

Der allgemeine Dienst am Observatorium ist folgendermassen geregelt.

Die eigentlichen »Dienststunden« der wissenschaftlichen Beamten beginnen um 9 Uhr und reichen bis 2 Uhr, für den Bureausekretär bis 3 Uhr; sie werden jedoch im Falle von Aufstiegen für die ersteren beliebig lange ausgedehnt. Bei besonderen Gelegenheiten, wie den internationalen Ballonfahrten, bleiben diejenigen wissenschaftlichen Beamten, die nicht eine Freifahrt vorzunehmen haben, am Tage und in der Nacht vor dem Auffahrtstage sowie an diesem selbst ohne Unterbrechung im Dienst, wobei sich die dankenswerthe Mitwirkung von Offizieren des Luftschifferbataillons, vornehmlich des einem jähen Geschick zum Opfer gefallen Hauptmanns von Sigsfeld und des Herrn Oberleutnant Hildebrandt, wiederholt als äusserst vortheilhaft erwiesen hat. Die Angestellten des Observatoriums beginnen ihren Dienst um 7 Uhr und beendigen ihn, wenn nicht längerdauernde Experimente zur Ausführung kommen, im Sommer um 6, im Winter um 5 Uhr. Die regelmässigen Beobachtungen im Umfange der an einer Station II. Ordnung üblichen werden um 7^a und 9^p abwechselnd von einem der Angestellten, um 2^p ausser an Sonn- und Festtagen, von einem der wissenschaftlichen Beamten ausgeführt. Die Ausfüllung von Monatstabellen hat sich bisher aus Mangel an Zeit nicht ermöglichen lassen. Der Aspirations-Meteorograph im Thurme und der Anemograph wird regelmässig, ausser an Sonn- und Festtagen, von dem Mechaniker Thieme revidirt und bedient; bei dem ersteren findet dabei eine Vergleichung mit einem neben der Einströmungsöffnung der Luft in das Aspiratorrohr aufgehängten Aspirationspsychrometer statt, nach dessen Angaben das Thermogramm und Hydrogramm, wenn erforderlich, justirt wird.

Die Uhren der Registrir-Apparate werden täglich nach einer guten Sekunden-Pendeluhr, Lenzkirch A.-G. No. 1347132, justirt, deren Gang durch ein täglich um 9^a vom Telegraphenamte Reinickendorf telephonisch übermitteltes »Uhrenzeichen« kontrollirt werden soll; dieses kommt aber dermassen unregelmässig an, dass es für seinen Zweck völlig unbrauchbar ist. Seit kurzem übermittelt deshalb die Königliche Sternwarte probeweise einmal wöchentlich ein Zeitsignal, mittels dessen die Korrektion der Uhr gut bestimmt werden konnte, sodass es sich empfiehlt, diese Einrichtung zu einer dauernden zu machen.

Am Sprung-Fuess'schen Anemographen, der, wie S. 13 beschrieben, in Folge der beweglichen Aufstellung modificirt worden ist, zeigen sich nicht selten unkontrollirbare Störungen, besonders dann, wenn Drachenaufstiege ausgeführt werden; es ist deshalb wahrscheinlich, dass der Drachendraht selbst einen Kurzschluss in der Batterie hervorbringt, dessen Beseitigung noch nicht hat gelingen wollen. Eine Auswerthung und tabellarische Verarbeitung der Wind-Registrirungen hat sich aus Mangel an Zeit bisher nicht ermöglichen lassen.

Einige den Tegeler Schiessplatz regelmässig benutzende Truppentheile, wie die Infanterie-Schiessschule in Spandau und die Gewehr-Prüfungs-Kommission, pflegen sich vom Observatorium gewisse gleichzeitig angestellte Beobachtungen über Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und Gewicht der Luft, dazu Windrichtung und Windgeschwindigkeit einzuholen, welche theoretischen Untersuchungen über die Flugbahnen der Geschosse zu Grunde gelegt werden. Diesen Wünschen wird stets in entgegenkommender Weise entsprochen, obwohl sie nicht selten die dienstlichen Arbeiten erheblich stören. Im Sommer 1901 wurde wiederholt seitens einiger Infanterie-Regimenter der Wunsch ausgedrückt, bei Nachtübungen den elektrischen Scheinwerfer des Observatoriums benutzen zu dürfen; auch diesem Wunsche wurde stets gern entsprochen. Es darf hierbei nicht verschwiegen werden, dass, abgesehen von ganz vereinzelt Fällen, seitens der auf dem Platze übenden Truppenkörper die Experimente des Observatoriums in entgegenkommendster Weise respektirt werden, wobei das Schiessplatz-Kommando die besten freund-nachbarlichen Beziehungen zu unterhalten nicht verabsäumt.

Eine »Hausordnung« regelt die Pflichten der im Observatorium wohnenden Angestellten. Dieselbe bestimmt unter anderem, dass stets wenigstens einer von ihnen anwesend sein muss, wobei die Frau des Aufsehers nicht mitgezählt wird.

Die schon wiederholt erwähnte Betheiligung des Observatoriums an den allmonatlich stattfindenden internationalen Ballonfahrten erfolgt gemeinhin in nachstehender Weise.

Nachdem einige Tage vor einer solchen Fahrt Postkarten mit Rückantwort an den grösseren Theil der Beobachtungsstationen zur Absendung gelangt sind mit der Bitte um Eintragung der am Vorabend und dem Tage der Fahrt angestellten gewöhnlichen Beobachtungen und ferner die für den Freiballon bestimmten Instrumente durch die designirten Theilnehmer nachgesehen und unter Mitwirkung des Mechanikers Thieme geprüft oder reparirt worden sind, erfolgt in den Nachmittagsstunden des Vortages je nach der Stärke der Luftbewegung ein auf längere Dauer berechneter Drachen- oder Drachenballon-Aufstieg, der, wenn irgend thunlich, die ganze Nacht hindurch im Gange erhalten wird. Gegenüber den viel bequemeren und sichereren Hantirungen mit dem Drachenballon ist die Arbeit mit Drachen während der Nachtzeit nicht

nur ganz erheblich schwieriger sondern auch beträchtlich aufregender und unsicherer. Das Auflassen und Landen erfolgt unter ausgiebigster Verwendung des Scheinwerfers, der auch zuweilen zur Aufsuchung der in der Nacht unsichtbaren Flugkörper dient. Um bei diesen Nachtarbeiten eine Ueberlastung der Gehilfen thunlichst zu vermeiden, betheilt sich meist der Mechaniker R. Schmidt an denselben gegen eine besondere Remuneration, sodass eine Eintheilung in mehrere Nachtschichten ermöglicht wird. Als unumgehbarer Grundsatz gilt es dabei, dass stets ein wissenschaftlicher Beamter im Windenzimmer anwesend ist, dem zwei Angestellte dauernd beigesellt sind. Im Nothfalle wird natürlich das gesammte Personal alarmirt.

Gegen 2 Stunden vor dem Sonnenaufgange beginnt die Montirung und Füllung eines oder mehrerer Ballons-sondes, deren Registrir-Instrumente vorher vom Mechaniker Thieme vorbereitet und justirt worden sind. Nach den früheren Vereinbarungen sollten solche Ballons eine Stunde vor Sonnenaufgang steigen, um sich der Sonnenstrahlung thunlichst zu entziehen. Bei den am Observatorium neuerdings angewandten Methoden ist dies aber nicht erforderlich. Gegen 8 Uhr morgens erfolgt dann der Aufstieg des Freiballons, dem meist ein Ballon-sonde kurz voraufgeschickt wird, um den Luftschiffern ein Urtheil über die Richtung und Geschwindigkeit des Windes zu ermöglichen, was ihnen unter Umständen von grösstem Werthe sein kann.

Unmittelbar nach der Auffahrt werden an eine je nach der Fahrriichtung ausgesuchte Zahl von Beobachtern des Meteorologischen Instituts Telegramme mit der Bitte um Anstellung von »verschärften« Beobachtungen während einer in der Depesche bezeichneten Reihe von Stunden abgesandt. Ablesungen der verschiedenen meteorologischen Instrumente, Notizen über Bewölkung und allgemeine Vorkommnisse werden während des Vortages, der Nacht und auch am Fahrttage selbst ausgeführt, während die Aufzeichnungen der Registrirapparate nur zur Interpolation dienen. Meist gegen Mittag laufen Depeschen über die Auffindung der Registrirballons ein, worauf sofort die erforderlichen Transportkisten versandtbereit gemacht und zur Post befördert werden. Nachdem die Drachen oder der Drachenballon so lange als möglich in der Luft gehalten worden sind, wobei natürlich die aktuellen Verhältnisse dauernd berücksichtigt werden, beendigt man meist erst gegen Sonnen-Untergang den »internationalen Tag«, der für alle Betheiligten, im Freiballon wie im Observatorium, unter die arbeitsreichsten gerechnet werden muss.

In den leider nicht allzu seltenen Fällen, bei denen Drachen, oder auch gelegentlich einmal der Drachenballon abreissen, entsteht die besondere, häufig recht anstrengende Aufgabe, die »Durchgänger« wieder aufzufinden und zurück zu transportiren. Nach einer kurzen Rekognoscirung von der Plattform des Thurmes aus setzen sich zwei Angestellte, mit den erforderlichen Karten versehen, gelegentlich auch die jüngeren Beamten selbst, auf Zweiräder und beginnen die von Teisserenc de Bort passend bezeichnete »chasse aux cerf-volants«, die zuweilen, besonders bei bösem Wetter, zu einer grossen persönlichen Kraftleistung wird. Hierbei treten gelegentlich dramatische Momente ein, wenn z. B. die Buben von Reinickendorf in einer erbitterten Schlägerei mit denen von Dalldorf angetroffen werden, die sich um den Besitz des oder der aufgefundenen Drachen dreht; letztere sind gewöhnlich selbst das Opfer der kämpfenden Parteien.

Der kostbare Drachendraht, der bei solchen Gelegenheiten oft in Stücken von mehreren Kilometer Länge zu Boden fällt, ist nach unseren Erfahrungen stets als völlig, oder doch zum grössten Theile verloren anzusehen, da er von den Findern in ein unentwirrbares, mit zahlreichen Knickungen durchsetztes Knäuel aufgewickelt und hierdurch unbrauchbar gemacht wird. Bei der verkehrsreichen weiteren Umgebung des Observatoriums muss es ausserdem als ausgeschlossen erscheinen, dass derselbe solange unberührt liegen bleibt, bis er von den Angestellten sachgemäss aufgewickelt werden kann; meist wird er durch Ueberfahren, häufiger noch durch böswilliges Zerbrechen ruiniert.

In anderen Fällen legt er sich auf die Oberleitung von elektrischen Strassenbahnen auf, wobei er leicht ernste Beschädigungen von Passanten hervorrufen kann. Diese Frage hat das Observatorium längere Zeit hindurch in der intensivsten Weise beschäftigt, als bei dem Drachenunfall vom 26. Juli 1900, der einen Knaben nicht unerheblich am Unterschenkel verletzte, festgestellt werden sollte, ob hierbei der elektrische Strom mitgewirkt habe, oder ob die Verletzung nur durch mechanische Umschnürung von Drahtschlingen um das Bein des Knaben entstanden sei.

Zunächst muss hierbei auf das dankenswerthe Entgegenkommen des Direktors der »Grossen Berliner Strassenbahn«, Herrn Ministerialdirektor a. D. Micke, hingewiesen werden, der auf Veranlassung des Verfassers, und zwar schon vor jenem Unfall, angeordnet hatte, dass entlang der vornehmlich in Frage kommenden Strassenbahnlinien zwischen dem Weddingplatz und Tegel sowie Reinickendorf, Schutzdrähte auf den Trägermasten der einen Strassenseite angebracht werden, die durch die vorhandenen Blitzableiter zur Erde abgeleitet sind. Ein sich auf diese und den »Arbeitsdraht« der Strassenbahn legenden

Stahldraht unserer Drachen muss dann sofort durchbrennen und unschädlich zur Erde fallen. In der That besitzt das Observatorium eine Reihe von Proben auf die Richtigkeit dieser Voraussetzung in Gestalt von Drahtstücken mit rundgeschmolzenen und farbig angelassenen Enden.

Da es aber naturgemäss ausgeschlossen erscheinen musste, ganz Berlin bis in seine entlegenen Vororte hinaus mit solchen Schutzdrähten zu überziehen — der bei einem wirklichen Hochaufstiege von Drachen benöthigte Draht von 10 km Länge reicht vom Observatorium über ganz Berlin hinweg bis zum alten Uebungsplatze der Luftschiffer-Abtheilung am Tempelhofer Felde — war es erforderlich, durch ein fachmännisches Gutachten die Gefahren überhaupt feststellen zu lassen, welche aus derartigen Unfällen bei dem Drachendienst, die sich niemals ganz werden vermeiden lassen, hervorgehen.

Zu diesem Zwecke wurde die Hülfe des Stadt-Elektrikers Herrn Kallmann erbeten, der dieselbe in der entgegenkommendsten und dankeswertheften Weise leistete, indem er auf Grund eigener Versuche an Ort und Stelle nachstehendes Gutachten abgab.

Gutachten

über die bei Kontakt von Ballondrähten mit den Strassenbahnleitungen eintretenden Gefahren.

Infolge des unter dem 13. August 1900 J.-No. 415 seitens der Aëronautischen Abtheilung des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts Berlin N. an den Unterzeichneten gerichteten Ersuchens ist in nachstehendem Bericht eine Darstellung der Erscheinungen gegeben, welche bei Bruch von Ballon- oder Drachendrähten, Herabfallen derselben und Berührung mit den Oberleitungen elektrischer Bahnen auftreten können.

Nach den Mittheilungen des Observatoriums können die Drähte in einer Länge von 10 km und mehr event. über den Boden schleifen; die hierbei durch Stromübergang eintretende Erwärmung und der Uebertritt der hohen Bahnleitungsspannung von 500 Volt in die todten Drahtenden können bei Berührung Gefahren zur Folge haben, über deren Ursache und Bedeutung nachstehend weitere Berechnungen mitgetheilt sind.

Die Darlegung der einschlägigen Verhältnisse beschränkt sich im Wesentlichen auf die von dem Observatorium im qu. Schreiben angeführten Fälle von störenden Wirkungen, welche bei Bruch von Drachendrähten beobachtet worden sind.

I. Bruch des Drachendrahtes und Aufliegen desselben auf der nächstgelegenen Oberleitung (Linie Tegel).

Das Aëronautische Observatorium liegt von der nächsten Strassenbahnlinie (Berlin-Tegel) in einer Entfernung von ca. 1000 m in Luftlinie gemessen. Wenn der gerissene, im Observatorium durch den Blitzableiter mit der Erde gut leitend verbundene Draht sich auf die Oberleitung dieser Strassenbahn legt, so stellt er eine direkte Verbindung der beiden Pole des Strassenbahnkabelnetzes her, da der zweite Pol dieses Netzes durch die Schienen ebenfalls geerdet ist. Unter der Annahme (vgl. hierüber sub II), dass die Oberflächen-Ableitung durch den auf der Erde (zwischen Bahntrace und Observatorium) liegenden Draht zu vernachlässigen wäre, würde ein Erdschlussstrom J von der Oberleitung durch die Drahtstrecke bis zur Erdableitung des Instituts zur Erde abfliessen, der sich aus

- e, der Spannung (500 Volt)
- l, der Länge des Drahtes (1000 m)
- q, dem Querschnitte des Drahtes (ca. 1 qmm) (= Klaviersaitendraht von 1.1 mm Durchm.)
- s, dem specifischen Widerstand des Stahls (0.25, durch Versuche ermittelt)

nach folgender Formel berechnet:

$$J = \frac{e \cdot q}{l \cdot s} = \frac{500 \cdot 1}{1000 \cdot 0.25} = 2 \text{ Amp.}$$

Dieser Strom genügt nicht, um den Draht wesentlich zu erwärmen oder gar durchzubrennen. Eine gefährliche Erhitzung des Drahtes ist also — wenn nur die Erdung im Observatorium mitwirkt — in allen Fällen eines Bahnleitungskontaktes ausgeschlossen.

II. Einfluss des Erdschlusses durch Oberflächen-Ableitung des auf dem Boden aufliegenden Drahtstückes.

Die Grösse und der Einfluss der durch das Aufliegen des gerissenen Drahtes auf dem Erdboden, auf Bäumen, Häuserdächern u. s. w. bewirkten Oberflächen-Ableitung ist von den Boden- und Witterungsverhältnissen abhängig.

Auf dem Gelände des Observatoriums wurden diesbezügliche Versuche folgendermassen angestellt: Die dortige Akkumulatorenbatterie (110 Volt Spannung) der Station wurde mit einem Pol an Erde gelegt und der andere Pol durch ein Ampèremeter hindurch mit dem einen freien Ende eines auf eine Trommel aufgewickelten Stahldrahtes von 0.9 mm Durchmesser verbunden.

Die Drahttrommel wurde auf dem Erdboden im Grase abgerollt und dabei das Ampèremeter beobachtet. Dasselbe zeigte pro 100 m abgerollten (auf dem Boden liegenden) Drahtes ca. 0.015 Amp. Bei 500 Volt würde ceteris paribus mindestens etwa der fünffache Betrag, also pro 100 m etwa 0.1 Amp., zur Erde abfliessen.

Eine merkliche Erwärmung des Drahtes ist hiernach unter normalen Verhältnissen durch blosse Oberflächen-Ableitung ebenfalls unmöglich; denn erst bei dem hundertfachen Betrage dieses Stromes (ca. 10 Amp.) ist ein Heisswerden des Drahtes zu erreichen (cf. sub III).

Nur bei abnormem Erdkontakt, also Aufliegen des Drahtstückes nahe der Oberleitung auf metallischer Erde (Röhren, Geleisen und dergl.) ist ein zur Erhitzung genügender Stromdurchgang zu erzielen. (Hierüber sub III.)

III. Versuche über die Erwärmung von Stahldrähten durch den elektrischen Strom wurden im Laboratorium des elektrischen Bureaus angestellt.

Durch einen Klaviersaitendraht von ca. 1 qmm Querschnitt wurde ein Strom von 10 Amp. geleitet und konstant gehalten. Es wurde hierbei die Spannung in Volt an den Enden eines Drahtstückes von genau $\frac{1}{2}$ m Länge gemessen und ausserdem die jeweilige Anlauffarbe des Stahls beobachtet.

Es ergab sich nebenstehende Messungsreihe:

Nach ca. 10 Minuten hat der Draht eine konstante Anlauffarbe, also etwa die Endtemperatur, erreicht.

Sodann wurde ein Draht von denselben Dimensionen mit 15 Amp. belastet.

Die Spannung stieg bereits innerhalb 40 Sekunden von 2.5 auf 5.5 Volt, wobei der Draht blau anlief. Eine weitere Spannungszunahme (bezw. Widerstandszunahme) trat nicht ein. Innerhalb einer Minute wurde der Draht dunkelrothglühend. Der stationäre Zustand wurde also innerhalb dieser Zeit erreicht.

Bei einer Belastung mit 20 Amp. stieg die Spannung sehr schnell auf 12.5 Volt. Innerhalb einer Minute wurde der Draht hellrothglühend ohne abzuschmelzen.

Strombelastungsdauer in Minuten	Volt Spannungs-Differenz	Anlauffarbe
0	1.4	—
1	2.0	—
2	2.2	hellgelb
4	2.2	dunkelgelb
5	2.2	roth
7	2.2	blauroth
9	2.2	blau
14	2.2	blau
25	2.2	blau

Nunmehr wurde der Strom allmählich bis auf 25.5 Amp. verstärkt, wobei die Spannung auf 19 Volt stieg. Der Draht wurde weissglühend und braunte nach ca. 45 Sekunden durch.

Fälle des Glühendwerdens von Drachendrahten.

Aus vorstehenden Messungsergebnissen ist ersichtlich, dass ein Durchbrennen eines 1 mm starken Drahtes erst bei einer Stromstärke von ca. 25 Amp. erfolgen kann. Um aber durch ein $\frac{1}{2}$ m langes Drahtstück diesen Strom zu schicken, war eine Spannung von 19 Volt erforderlich, also pro m ca. 38 Volt. Das Durchbrennen eines heruntergefallenen Drachendrahtes kann demnach nur eintreten, wenn innerhalb einer Länge von höchstens $\frac{500}{38} = 13$ m eine gute Erdverbindung vorhanden ist. Dies ist der Fall, wenn der auf der Oberleitung direkt aufliegende Drachendraht mit seinem herabhängenden Ende die Geleise oder einen Gaskandelaber oder den Blitzableiter bezw. Metalltheile eines benachbarten Hauses berührt, (welch letztere vielfach mit den Blitzableitern in leitender Verbindung stehen).

Eine Erwärmung des Drahtes bis zu schwacher Rothgluth (nur im Dunkeln sichtbar) wird bei einer Stromstärke von 15 Amp. eintreten. Hierbei sind pro m Draht 11 Volt erforderlich. Die Erdverbindung des herabhängenden Drahtes müsste also in einer Entfernung von höchstens $\frac{500}{11} = 45$ m von der Bahn vorhanden sein. Bei noch grösseren als ca. 50 m Entfernungen des Erdkontaktes des Drahtes von der Oberleitungskontaktstelle ist hiernach eine gefährliche Erwärmung nicht mehr zu erwarten.

Elektrische Schläge bei Berührung herabhängender Drachendrähte.

Berührt jemand in der Nähe der Bahnleitung den herabhängenden Drachendraht, so wird er (abgesehen von der nur in Ausnahmefällen merklichen Hitzwirkung) sich in eine Spannung von ca. 500 Volt einschalten. Je weiter er nun sich hierbei von der Bahn entfernt, umso mehr nimmt die Spannungsdifferenz zwischen dem Draht und der Erde ab und ist schliesslich an der Erdkontaktstelle (Rohr, Geleise oder dergleichen) = 0.

In der Nähe der metallischen Erdaufgestelle des Drahtes wird also ein elektrischer Schlag nicht mehr merklich sein.

Findet jedoch eine direkte metallische Erdableitung nicht statt (z. B. auf freiem Felde, ohne die Möglichkeit des Kontaktes mit Gasröhren, Metallmassen oder dergleichen) so wird man an jeder Stelle des herabhängenden Drahtes nahezu die volle Spannung von 500 Volt als elektrischen Schlag empfinden.

Findet eine Ableitung erst in grosser Entfernung von der Bahn statt, z. B. nur durch die geerdete Winden-Einrichtung des Observatoriums, so nimmt die Gefahr ab, je näher der Erdungsstelle (Observatorium) die Berührung erfolgt. Beträgt die Entfernung z. B. 1000 m, so nimmt die Spannungsdifferenz gegen Erde von m zu m um ca. $\frac{1}{2}$ Volt ab. Die Gefahr elektrischer Schläge in der näheren Umgebung des Observatoriums ist hiernach nur ganz geringfügig.

Die auf dem Verdeck eines Pferdebahnwagens, Omnibus oder dergleichen befindlichen Passagiere wären aus vorstehenden Gründen stets den stärksten elektrischen Schlägen ausgesetzt, da sie bei einer möglichen Berührung des herunterhängenden Drachendrahtes fast die volle Spannung von 500 Volt empfinden, wobei es praktisch gleichgiltig ist, ob der Erdübergang des Drahtes in grösserer oder geringerer Entfernung von der Bahnlinie stattfindet.

Maassnahmen zur Verhütung etwaiger Unfälle bei eintretendem Bruch von Drachendrähten können sich nach vorstehenden Messungsergebnissen — falls überhaupt nothwendig — auf die Verminderung der Gefahr elektrischer Schläge beschränken. Denn die nur in den seltensten Fällen mögliche Erhitzung der Drahtstücke erscheint praktisch irrelevant.

Das z. B. für herabfallende Telephondrähte angewendete Mittel gegen den Uebertritt hoher Spannungen (von 500 Volt) in den Drachendraht, bestehend in einer völligen Uebersattelung aller benachbarten Oberleitungen mittels Schutzleisten verbietet sich wegen des Umfanges, der Umständlichkeit und der Verunzierung aller Trolleyleitungen von selbst. Desgleichen ist das Ausspannen so zahlreicher und langgestreckter geerdeter Schutzdrähte oder Netze über den Bahnleitungen Berlins, wie sie für den fraglichen Zweck nöthig wären, von vornherein ausgeschlossen.

Das auf Anregung des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Assmann an einigen Bahnlinien zur Anwendung gebrachte Verfahren der Ausspannung eines oder mehrerer geerdeter Broncedrähte neben der Trolleyleitung ist aus denselben Gründen zunächst nur in vereinzelt Fällen und nur auf kurzen Strecken (z. B. nächst dem Observatorium) anwendbar und empfehlenswerth.

Mit diesen allerdings nur lückenhaften Maassnahmen müsste man sich aber begnügen, da weiter greifende Einrichtungen materiell kaum durchführbar erscheinen und ein absolut sicherer Erfolg trotz eines enormen Kostenaufwandes doch nicht in allen Fällen garantirt werden könnte.

Da eine stellenweise Unterbrechung der metallischen Kontinuität der langen Drachendrähte durch zwischengeschaltete Seidenstricke oder dergleichen wegen der hohen auf das Seil wirkenden Zugkraft (ca. 200 kg) nicht ausführbar ist, so empfiehlt Unterzeichneter, von Anwendung weiterer Maassregeln vorderhand abzusehen. Sollten bei Bruch von Drachendrähten die Fälle elektrischer Schläge — die im Uebrigen an sich für Menschen nicht tödtlich sind — sich mehren, so müssten in der erwähnten Art noch weitere in Frage kommende Bahntracen durch geerdete Schutzdrähte streckenweise geschützt werden.

Wenn aber das Publikum sich mit der Zeit mehr und mehr mit den Einrichtungen elektrischer Betriebe vertraut gemacht hat und vor Allem davor gewarnt ist, z. B. mit blosser Hand herabhängende Metalldrähte oder dergleichen zu berühren, statt dieselben mittels eines um die Hand gewundenen Taschentuches, oder sonstigen isolirenden Materials, z. B. eines Stockes pp., aus dem Wege zu räumen oder abzureissen, so werden sich auch die Gefahren elektrischer Schläge mehr und mehr verringern.

Berlin, den 7. November 1900.

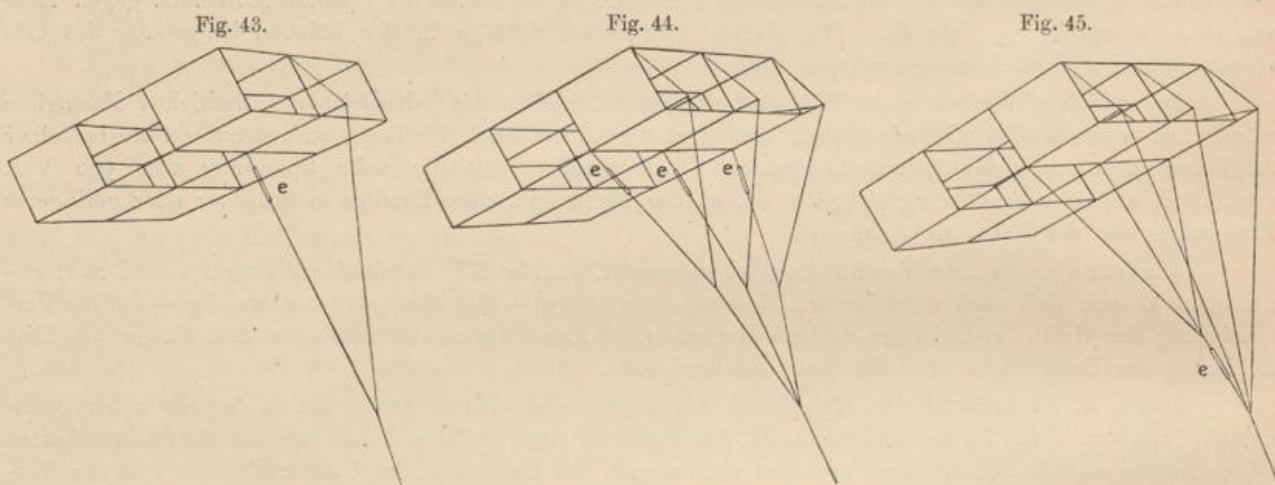
gez. Kallmann.

Nachdem hierdurch die wichtige Frage über die eventuelle Mitwirkung der Elektrizität bei Unfällen für unsere Zwecke als erledigt gelten konnte, lag es uns fernerhin ob, an allen übrigen Stellen Vorsichtsmaassregeln in den Betrieb einzuführen, die eine Wiederholung derartig unliebsamer Ereignisse, wenn nicht gänzlich ausschliessen, so doch auf das äusserste zu beschränken geeignet sind.

Ueber die Maassnahmen, welche hierzu getroffen wurden, berichtet der frühere Assistent Knopp folgendermaassen.

Vorkehrungen, um die Sicherheit der Drachensexperimente zu erhöhen.

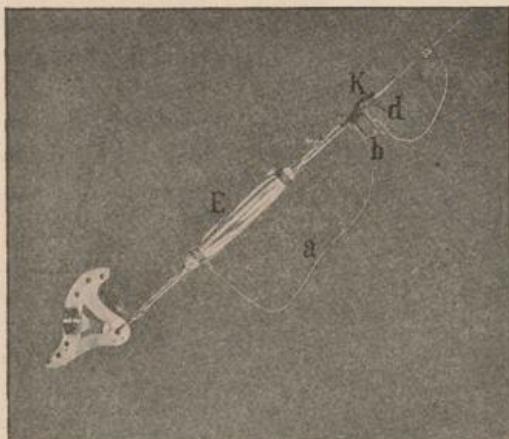
Der Betrieb eines Drachenaufstieges ist mit dem Arbeiten einer Maschine vergleichbar, deren Energiequelle unberechenbaren Schwankungen in den weitesten Grenzen ausgesetzt ist. Von einer modernen Maschine wird nun trotz schwankender Energiezufuhr ein gleichmässiger Gang und eine gleichmässige Leistung, beziehungsweise Beanspruchung gefordert. Dies ist nur dann möglich, wenn sich die Maschine



Elastische Fesselungen von Hargrave-Drachen.

mit dem Arbeitsminimum begnügt und jedes Mehr unausgenutzt lässt. Liegt das Minimum unter dem des Arbeitsverbrauches, so ist der Betrieb unmöglich.

Die Regulierung der Maschine hat selbstthätig zu erfolgen. Dies geschieht entweder, wo angängig, durch Drosselung der Energiequelle, oder aber die Maschine ändert ihre Energie-Aufnahmefähigkeit. Beide Fälle kommen z. B. beim Wassermotor, »der Turbine«, vor. Das Wasser wird einerseits gedrosselt (1) andererseits wird die Aufnahmefähigkeit der Turbine für Wasser geändert und zwar entweder dadurch, dass man die beaufschlagten Flächen mehr und mehr zur Krafrichtung neigt (2) oder aber, dass man die Anzahl dieser Flächen verkleinert (3).



Sicherheitsklinke mit Drahtklemme nach Knopp.

Wollen wir nun diese Regulierungsmethoden für den Drachenaufstieg verwenden, so sehen wir, dass die erstere Art unbrauchbar ist, da wir den Wind nicht drosseln können. Die zweite Methode ist brauchbar und wird auch mit Erfolg allseitig angewandt in der Form des »elastischen Zügels«, der von H. Helm-Clayton am Blue Hill-Observatorium zuerst angewandt wurde. Auch am hiesigen Observatorium hat derselbe sich im Allgemeinen gut bewährt, nachdem man durch eine Reihe mehr oder weniger missglückter Versuche die richtige Anordnung und zweckentsprechende Dimensionierung erprobt hatte. Die Ver-

suche ergaben die grösste Stabilität bei Verwendung nur eines elastischen Gliedes, was zur Konstruktion wie

in Fig. 43 führte. Bei der Konstruktion Fig. 44 war es schwierig, die nöthige Gleichheit in der Elasticität der drei Zügel zu erzielen und daher die Stabilität zu wahren. Die letztere hat aber unstreitig den Vorzug, wenn die Elasticität gleich ist, eine grössere seitliche Stabilität zu besitzen und gleichzeitig den Zug des Drahtes besser auf das Drachengestell zu vertheilen. Um nun die Vorzüge beider Konstruktionen zu vereinigen, wurde meinerseits Konstruktion Fig. 45 vorgeschlagen. Der Drachen ist an denselben Punkten gefesselt wie in Fig. 44, hat jedoch nur ein elastisches Glied.

Mit dem elastischen Zügel ist jedoch die Methode 2 der selbstthätigen Regulierung des Systems noch nicht erschöpft. Diesem Zwecke dient auch die von Prof. Marvin zuerst eingeführte sogenannte »Safety-Line«, Sicherheitsschnur. Dieselbe bewirkt keine dauernde Regulierung, sondern lässt die Energiezufuhr zwischen Null und einem festgesetzten Maximalwerthe schwanken; wird letzterer überschritten, so tritt dieselbe erst in Funktion und bringt die Neigung des Drachens auf ein Minimum, wie sie durch seine Schwere und den Stirnwiderstand¹⁾ bedingt ist. Ihre Anordnung ist dieselbe wie die des elastischen Gliedes beim elastischen Zügel in Fig. 43.

Die Regulirmethode 3 kommt in der Weise zur Anwendung, dass man einen oder mehrere Drachen abwerfen lässt; ein Wiedervergrössern der Drachenfläche ist dabei natürlich nicht möglich.

Unlängst wurde nun auf Vorschlag des Abtheilungsvorstehers im Sinne dieser Regulirmethode neben der Anwendung des elastischen Zügels ein sogenannter »Sicherheitsdrachen« eingeführt. Von einem Drachentandem, das den Apparat emporhebt, kann der eine Drachen (Sicherheitsdrachen) bei einem Zuge, der dem halben zulässigen Zuge im Hauptdrahte entspricht, abreißen, was durch Einschaltung einer Sicherheitsschnur erreicht wird. Die Durchführung dieses fruchtbaren Principes hatte indess noch verschiedene Schwierigkeiten zu überwinden. Erstens konnte man sich nicht genügend von der Festigkeit der angewandten Sicherung überzeugen, so dass dieselbe oft unerwartet früh in Funktion trat. Zweitens konnte vorübergehend oder auch andauernd der Sicherheitsdrachen einen erheblich stärkeren Zug erhalten als der Hauptdrachen, so dass er schon bei Zügen abriß, die oft nur $\frac{1}{3}$ des festgesetzten Maximums im Hauptdraht betrogen.

Der erstere Uebelstand wurde durch eine von mir konstruirte sogenannte »Sicherheitsklinke« behoben (siehe Fig. 46). Dieselbe besteht aus einem elastischen Gliede E, an dem eine Klinkvorrichtung befestigt ist, in der die Schnur des Sicherheitsdrachens eingebunden wird. Am anderen Ende des elastischen Gliedes, welches durch eine Klemme mit dem Hauptdraht verbunden ist, ist die Ausklinkschnur a eingeknüpft. Dieselbe ist so lang bemessen, dass sie bei einem bestimmten Zuge durch die Verlängerung des elastischen Gliedes straff wird und so den kleinen Schieber b, der gegen das eigenmächtige Herausfallen durch ein dünnes Bleidrähtchen c (Fig. 47) gesichert ist, herauszieht; sofort löst sich die Klinke d, der Drachen ist frei und der Hauptdraht entlastet. Durch diese Konstruktion ist die Möglichkeit gegeben, sich zu jeder Zeit davon zu überzeugen, ob die Sicherung bei dem festgesetzten Zuge funktioniert.

Der zweite Uebelstand blieb aber bestehen, der dadurch entstand, dass, falls der Hauptdrachen aus irgend einem Grunde wenig oder garnicht zog, der Sicherheitsdrachen schon ausklinkte, wenn der Zug im Hauptkabel erst die Hälfte des festgesetzten Maximums betrug. Dies bedeutete eine grosse Gefahr: so fiel uns bei einem Nachtaufstiege, da der Hauptdrachen in der Luft zerbrochen war, der Apparat mit 2000 m Draht zur Erde nieder.

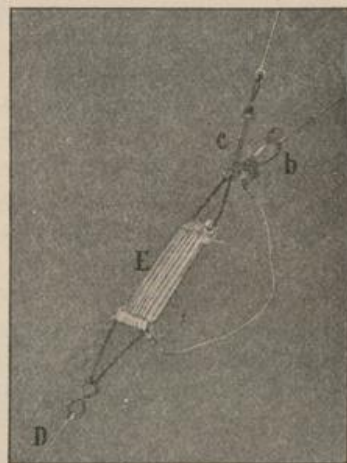
Dieser Unfall veranlasste mich, eine sogenannte »Tandemklinke« zu konstruiren (siehe Fig. 48 und 49), die den Zweck hat, ein Ausklinken des Sicherheitsdrachens erst dann zu bewirken, wenn der Zug beider Drachen zusammen

Fig. 47.



Sicherheitsklinke nach Knopp.

Fig. 48.



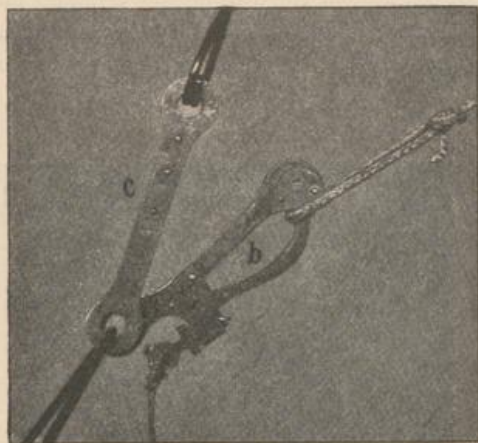
Tandemklinke mit elastischem Gliede nach Knopp.

¹⁾ Bei sehr geringem Neigungswinkel des Drachens hat das der Flachlegung des Drachens entgegenwirkende Moment fast den Werth erreicht: Gewicht \times halbe Länge des Drachens + Stirnwiderstand \times halbe Höhe des Drachens.

den festgesetzten Maximalwerth erreicht. Es wird so, falls der Hauptdrachen nicht mehr trägt, der Sicherheitsdrachen zum Hauptdrachen, der aber allein den maximalen Zug für beide Drachen nicht erreichen kann, wodurch die erwähnte zweite Gefahr beseitigt ist.

Ziehen beide Drachen gemeinsam, so klinkt beim Ueberschreiten des maximalen Gesamtzuges der

Fig. 49.



Tandemklinke nach Knopp.

eine sogenannte Sicherheitsdrachen aus. Die Konstruktion geht aus Fig. 48 und 49 hervor. An das Ende des Drahtes D ist ein elastisches Glied E befestigt und an dieses, wie in voriger Figur, die Klinke b für den Sicherheitsdrachen. Der Hauptdrachen ist nun aber mit seinem Kabel hinter dem elastischen Gliede E befestigt und zwar an einem starren Stahlgliede c, welches sich mit der Klinke nur in einer gemeinsamen Ebene bewegen kann.

Geht nun ein Drachen über das Kabel des anderen hinweg, so ist ein Verschlingen der Vorrichtung ausgeschlossen, es tritt nur eine Drehung um den Draht D ein. Das elastische Glied E ist aus Gummikordeln zusammengesetzt und wiegt, ausreichend für eine Dehnung um ca. 150 mm bei 90 kg Zug, nur 60 g. Eine dementsprechende Stahlfeder würde das 3—4fache Gewicht besitzen. Die ganze Vorrichtung wiegt nur 120 g, was dem Gewichte von ca. 23 m eines Stahldrahtes von 0.9 mm Durchmesser entsprechen würde; eine nennenswerthe Belastung des ganzen Systems tritt also nicht ein.

Bei Betrachtung aller dieser Regulirmethoden legt man sich unwillkürlich die Frage vor, ob es nicht möglich ist, durch eine kontinuierliche Regulirung des Zuges am Drachen, ähnlich wie die durch den elastischen Zügel, eine konstante Drahtspannung von einer bestimmten Windstärke an zu erzielen. Diese Methode erst könnte als eine vollkommene Regulirmethode bezeichnet werden.

Bei Betrachtung aller dieser Regulirmethoden legt man

Die Regulirung mittels des elastischen Zügels besteht nur in einer wachsenden Verminderung des Zuges bei zunehmendem Winde. Diese tritt aber leider schon bei schwachen Winden ein, wodurch sich die Steigkraft des Drachens verringert. Andererseits nimmt die Verminderung des Zuges nicht in dem gleichem Maasse zu, so dass bei wachsenden Windstärken auch die Drahtspannungen wachsen. Beim starr gefesselten Drachen wächst der Zug ungefähr mit dem Quadrate der Windstärke, beim elastisch gefesselten ungefähr proportional. Der elastisch gefesselte ist also in dieser Beziehung dem starr gefesselten schon weit überlegen, immerhin aber noch unvollkommen in Bezug auf Regulirung. Die Nachteile sind seine überflüssige Zugschwächung bei geringen Windstärken und seine Unstabilität bei böigem Winde. Die Unstabilität entsteht durch das Pendeln um eine Gleichgewichtslage.

Bei einer vollkommenen Regulirung würden diese beiden nachtheiligen Nebenumstände fortfallen, da sie erst von einer bestimmten Windstärke an beginnt. Diese Windstärke könnte nun aber so hoch angenommen werden, dass einerseits die grösstmögliche Tragkraft gesichert ist und andererseits die Windstärken der Böen unterhalb derselben liegen, soweit dies möglich ist.

Das Verhalten des Drachens würde also unterhalb dieser Windstärke das eines starr gefesselten sein mit allen seinen Vortheilen der Steigkraft und Stabilität bei geringen und mittleren Winden.

Gehen wir nun bei der theoretischen Betrachtung der neuen Methode von dem elastischen Zügel aus, so ist es recht einfach, durch eine kleine Aenderung zunächst die Bedingung zu erfüllen, welche die Regulirung erst von einer bestimmten Windstärke an eintreten lässt. Geben wir dem elastischen Gliede eine sogenannte Vorspannung, d. h. eine Spannung, die schon vorhanden ist, wenn der Zügel noch ungespannt ist, so wird der Zug erst bei einer bestimmten Grösse den Zügel verlängern können, d. h. die Regulirung tritt erst von einer bestimmten Drahtspannung an ein. Es fragt sich nun, wie der Zügel weiter wirken müsste, um diese Drahtspannung bei zunehmendem Winde konstant zu halten. Bei näherer Betrachtung ergibt sich, dass die Widerstandskraft des elastischen Gliedes nicht zunehmen, ja nicht einmal konstant bleiben darf, sondern kleiner werden muss, da bei abnehmendem Neigungswinkel des Drachens einerseits das Moment der senkrecht zum Drachen wirkenden Schwerkraftkomponente, andererseits das Moment des Stirnwiderstandes in Bezug auf den Fesselungspunkt immer grösser wird; beide wirken daher der Flachlegung des Drachens immer stärker entgegen.

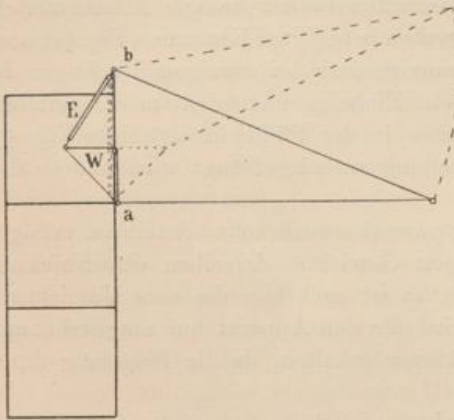
Durch Versuche hat sich ergeben, dass selbst bei sehr hoher Fesselung des Drachens, ohne den unteren elastischen Theil, bei starken Winden noch ein genügend grosser Zug von demselben ausgeübt wird.

Es folgt daraus, dass bei starken Winden der Einfluss des elastischen Zügels, da er den Zug nur erhöhen kann, möglichst ausgeschaltet werden muss.

Dies ist, da es kein Material giebt, welches bei zunehmender Dehnung einen abnehmenden Widerstand bietet, nur dadurch möglich, dass man die überschüssige Kraft durch geeignete Anordnung aufhebt.

Hier kann man nun in der verschiedensten Weise vorgehen. Ein Vorschlag zu dieser Lösung sei

Fig. 50.



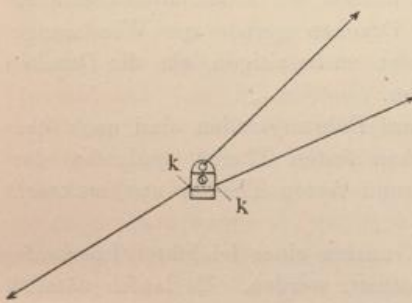
Elastischer Zügel nach Knopp.

durch Fig. 50 gegeben. An dem vorderen Mittelstabe ist ein Winkelhebel W drehbar angeordnet. Der Zügel ist, wie auch sonst, bei b, an dem oberen Ende des Mittelstabes, oder der drei vorderen Stäbe befestigt und bei a an dem Winkelhebel; E ist ein unter Spannung eingebautes elastisches Glied. Diese Anordnung besitzt nun die verlangten Eigenschaften, denn es ist einerseits ein gewisser Winddruck erforderlich, um eine Drehung des Winkelhebels, d. h. eine Flachlegung des Drachens zu erzielen, andererseits nimmt das Drehmoment des Winkelhebels dauernd ab, denn die auf den Hebel wirkende Kraftkomponente des elastischen Gliedes wird fortgesetzt verkleinert und ist schliesslich in der punktierten Lage Null.

Durch gleichzeitige Anwendung des elastischen Zügels, der sogenannten Tandemklinke und der einfachen Sicherheitsklinke für Hilfsdrachen ist es nun unmöglich, eine bestimmte maximale Drahtspannung auch unter den ungünstigsten Windverhältnissen zu überschreiten.

Unter diesen Umständen ist es noch erforderlich, dem Drahte dauernd eine Festigkeit zu erhalten, die der maximalen Beanspruchung mit genügender Sicherheit gewachsen ist.

Fig. 51.



Ältere Drahtklemme.

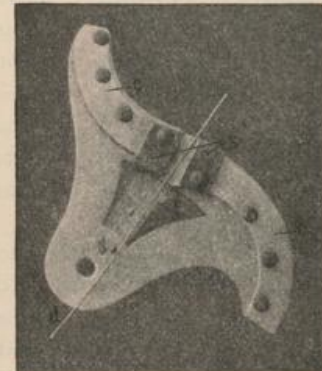
Zu diesem Zwecke muss man vor allem darauf achten, jede starke Biegung und Knickung des Drahtes zu vermeiden. Solche Knicke (k in Fig. 51) entstehen in erster Linie durch Klemmen, die zur Befestigung der Hilfsdrachen dienen (siehe Fig. 51). So lange Hilfsdrachen verwandt worden sind, wurde dieser Uebelstand empfunden. Die Klemme soll sich auch in möglichst kurzer Zeit ansetzen und abnehmen lassen und dabei doch genügend gegen Verschiebung und Loslösen gesichert sein, ohne den Draht zu quetschen.

Rotch sagt noch in seiner letzten Publikation, dass es bisher nicht möglich gewesen wäre, eine solche Vorrichtung zu konstruieren, die allen diesen Anforderungen gerecht wird.

Da es für uns aber, falls die ganzen Regulirmethoden Werth besitzen sollen, nothwendig ist, dem Drahte dauernd die gewünschte Festigkeit zu erhalten, so war es eine wichtige Aufgabe, diese Klemmvorrichtung zu konstruieren. Nach verschiedenen Versuchen und Experimenten in der mechanischen Werkstatt von Paul Knopp ist es mir schliesslich gelungen, eine derartige Zwinne zu konstruieren, die wirklich alle die verlangten Eigenschaften zu besitzen scheint (s. Fig. 52, 53 und 54). Dieselbe ist durch einfaches Anlegen an den Draht dd in der Lage Fig. 52 und Umdrehen in Lage Fig. 53 zu befestigen. Der Zug des Drachens drückt den Draht in die keilnuthenförmigen Kurvenstücke cc hinein und um so mehr, je grösser der Zug und damit die verschiebende Kraft wird. Der Draht erfährt keine Knickung, sondern wird nur in sanfter S-Form gebogen, wodurch keine Schwächung desselben entsteht.

Während nun die Klemme unter Zug ist, ist ein eigenmächtiges Zurückdrehen derselben in die Aufstecklage (Fig. 52) unmöglich. Da

Fig. 52.



Drahtklemme nach Knopp in der Aufstecklage.

Fig. 53.



Drahtklemme nach Knopp unter Zug.

sie aber auch momentan ausser Zug kommen kann, so wäre es möglich, dass bei einer gleichzeitigen starken Erschütterung des Hauptdrahtes, an dem sie befestigt ist, ein Abspringen eintritt. Um auch für diesen Fall gesichert zu sein, sind zwei Sperrstifte *s* vorgesehen, die derart auf einem Federblech *f* befestigt sind, dass man durch das blosses Festhalten der Klemme mit den Fingern beim Aufstecken unwillkürlich die Sperrstifte vor der Keilnuth entfernt (s. Fig. 54). Beim Lossassen nach erfolgtem Aufstecken springen die Sperrstifte wieder vor und verhindern so ein etwaiges Abspringen vom Drahte.

Fig. 54.



Drahtklemme von hinten gesehen.

gesteckt (siehe Fig. 55). Die kurvenförmigen Keilnuthen sind hier kürzer gehalten, da die Belastung durch den Apparat gering ist.

Als weitere Vorsichtsmaassregeln, um die Festigkeit des Drahtes zu erhalten, kommt einerseits die Führung über genügend grosse Rollen¹⁾, andererseits das Verhindern eines etwaigen Abspringens von diesen in Betracht. Letzterer Punkt ist von besonderer Wichtigkeit, da durch Abspringen und Einklemmen in die Triebräder des Windwerkes der Draht während des Aufstieges vollständig abgeschnitten werden kann, in den meisten Fällen aber derart beschädigt wird, dass ein Entfernen der schadhaften Stelle erforderlich ist. Werden in solchem Falle die Drachen gerade aus Windmangel eingeholt, so ist es oft nicht möglich, den Schaden zu beseitigen, ehe die Drachen sammt Draht und Apparat zur Erde niederfallen.

Fig. 55.



Apparatbefestigung nach Knopp.

Die Schutzvorrichtungen für die einfachen Führungsrollen sind nach dem Princip konstruirt, dass der Draht nur zwischen festen Theilen einlaufen darf und Berührungsflächen zwischen beweglichen und festen Theilen nur senkrecht zu seiner Druckebene auftreten dürfen.

Für die Druckaufnahmerollen musste zu Gunsten eines leichteren Leerlaufes von diesem Konstruktionsprincip Abstand genommen werden. Es laufen nämlich auf den beiden Druckaufnahmerollen je vier kleine Messingrollen (s. Fig. 6 auf S. 10), die gemeinsam in einer grossen Scheere angeordnet sind, welche sich durch die besondere Art ihrer Aufhängung mittelst eines Gewichtes (s. Fig. 8 und 9) mit einem gewissen Druck gegen die grossen Rollen legt. Hierdurch wird bei einem sehr geringen Reibungsverlust das Ausspringen des Drahtes sehr erschwert, wenn auch nicht absolut verhindert. Diese Vorrichtung, die nach den Angaben des Abtheilungsvorstehers konstruirt wurde, hat sich recht gut bewährt.

Zur Sicherung des ganzen Systems ist es auch noch erforderlich, unter allen Umständen ein zu weites Durchsenken des Drahtes zur Erde und dadurch ein etwaiges Festklemmen und gewaltsames Zerreißen desselben beim Einholen zu verhindern. Da die letzte Rolle, von der der Draht zum Drachen abläuft, sich oben auf dem Thurme befindet, so sind bei der Bedienung der Winde die Aenderungen des Ablaufwinkels des Drahtes von dieser Rolle nicht zu verfolgen. Dieser Winkel des Drahtes ist aber im Verein mit der Spannung im Drahte ein direktes Maass für den »Durchhang« desselben. Es ist daher ein sogenannter Dynamograph (siehe Beschreibung auf S. 14) zur Feststellung und Aufzeichnung der Drahtspannung und ein sogenanntes Inklinoskop (siehe S. 15) zur Sichtbarmachung der Ablaufwinkel des Drahtes über der Winde in Augenhöhe angebracht.

Schliesslich sind zur Erhaltung einer bestimmten Drahtfestigkeit die Verbindungsstellen des Drahtes ganz besonders zu beachten. Nach vielen Versuchen und probeweisen Anwendungen der verschiedensten Drahtsplessungen sind wir schliesslich zum sogenannten Reibungsspless übergegangen. Die bisher ver-

¹⁾ Bekanntlich soll bei federharten Stahldrähten der Durchmesser einer Rolle nicht unter den 400fachen Drahtdurchmesser hinabgehen.

wandten gelötheten Spleisse besassen den Nachtheil, dass durch die Löthung leicht ein zu starkes Erhitzen des Drahtes eintrat und dadurch die Festigkeit desselben vermindert wurde; auch konnten durch den Augenschein die Spleisse nicht kontrollirt werden. Anders bei dem Reibungsspleiss. Besitzt derselbe eine bestimmte Länge und dabei eine bestimmte Windungszahl, so kann man auf Grund vorheriger Versuche mit Sicherheit sagen, ob der Spleiss die Festigkeit des Drahtes erreicht oder nicht.

Dem Spleiss wird eine Länge von 2—3 m gegeben, wobei die Drähte nur sanft um einander herumgebogen werden, ohne eine bleibende Biegung zu erhalten. Nur in der Mitte sind die Drähte dichter gewunden. Das Längerwerden der Windungen nach den Enden hin verfolgt den Zweck, dem in den Spleiss einlaufenden Draht am Anfang des Spleisses, wo der Draht noch die ganze Spannung allein aufzunehmen hat, seine volle Festigkeit zu erhalten und ihn nicht durch starke Biegungen zu schwächen. In der Mitte des Spleisses, wo der Zug von beiden Drähten gemeinsam aufgenommen wird, ist eine Schwächung des Drahtes bis zu 50% unschädlich. Es kann also dort der Spleiss ohne Gefahr scharf gewunden werden.

Ein derart sanft gewundener Spleiss besitzt eine grosse Geschmeidigkeit und wandert daher leicht um allen Rollen herum.

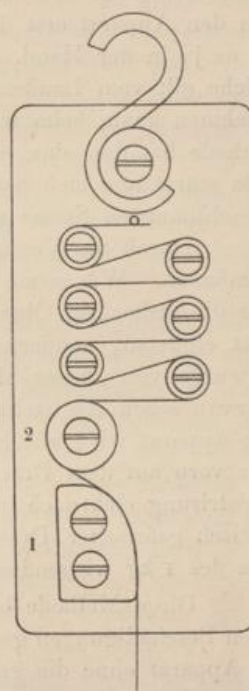
Der Endspleiss ist in ähnlicher Weise gefertigt, nur ist er halb so lang, da auf das freie Ende kaum der halbe Zug kommt.

Die freien Enden der Drähte sind ausgeglüht und werden 2—3 mal eng um den in den Spleiss einlaufenden Draht geschlungen, ohne diesen zu krümmen. Der entstehende Absatz wird durch Umwickeln mit Pechdraht ausgeglichen, so dass kein Festhängen der Spleisse in den Nachbarwindungen beim Abwickeln von der Vorrathstrommel eintreten kann.

Bei Gelegenheit der Besprechung der Festigkeit von Drähten und Drahtspleissen sei noch mit einigen Worten auf die Festigkeitsprüfung eingegangen. Die Belastung der zu prüfenden Stücke wird durch Hebelübersetzung bewirkt. Eine Schwierigkeit liegt gewöhnlich in der Befestigung der Draht- oder Kabelstücke, da dieselben durch ein Festklemmen meist an der Befestigungsstelle reissen und somit die Prüfung illusorisch machen. Eine von mir konstruirte Vorrichtung vermeidet diesen Uebelstand und ist leicht herzustellen. Auf einem eichenen Brettchen sind im Zickzack (siehe Fig. 56) kleine Messingkauschen aufgeschraubt; die Kausche 2 ist grösser gewählt, 1 ist schliesslich ein kurvenförmiges Metallsegment, das dem Draht die letzte nach und nach in eine Gerade übergehende Führung gewährt.

Zur Prüfung wird der Draht oder das Kabel zwischen zwei derartige Brettchen durch ein einfaches Umschlingen der Kauschen gespannt, ohne das Ende besonders zu befestigen. Die Reibung genügt, um die Prüfstücke zu halten. Eine Schwächung derselben an der Befestigungsstelle tritt nicht ein, da das Klemmen nach dem freien Ende in dem Maasse zunimmt, wie der Zug abnimmt.

Fig. 56.



Drahthalter zur Festigkeitsprüfung nach Knopp.

Der aeronautische Dienstbetrieb.

Auf jedem neuen Arbeitsfelde pflegt man sich nach Vorbildern umzusehen, um so weit als möglich diejenigen Anfangsfehler zu vermeiden, die Andere vor uns gemacht und zu umgehen gelernt haben. So wurden, wie oben erwähnt, im Juni 1899 zwei Beamte des Observatoriums im dienstlichen Auftrage zum Studium der Einrichtungen, wie sie Teisserenc de Bort geschaffen, nach Trappes geschickt.

Die dort gesehenen Methoden des Auflassens und Gruppirens von Drachen, die Befestigungsart des Apparates und manche sonstigen Maassnahmen dienten uns naturgemäss bei unsern ersten Experimenten zum Muster, ehe wir eigene Erfahrung gewonnen hatten.

In Trappes wurden ausschliesslich kleinere geradflächige Drachen benutzt, die beiden obersten, als »Tandem« verbunden, liess man so weit aufsteigen, bis sie sicher genug standen, um den Registrirapparat zu tragen, der dann mittels einer Klemme an dem Drachendraht befestigt wurde.

Abgesehen von den ersten drei Aufstiegen, bei denen zum Tragen des Apparates nur ein einzelner Drachen Verwendung fand, wurden auch bei uns zu diesem Zwecke immer zwei Drachen benutzt. Der obere grössere wurde an einer ca. 60—100 m, der untere kleinere an einer 40—60 m langen Leine von

80 kg Bruchfestigkeit an der Endkausche des Kabels befestigt; beide wurden von je einem Gehilfen gehalten und zum Aufsteigen gebracht. Flogen die Drachen infolge Windmangels am Erdboden nicht »aus der Hand«, so half man sich durch Auslegen eines längeren Stück Drahtes und Einholen desselben. Der Apparat wurde mittels einer Klemme (s. Fig. 51) am Kabel befestigt, sobald sich die Drachen sicher trugen.

Zwei Drachen, in der beschriebenen Weise angewendet, empfehlen sich gegenüber einem Drachen und anderen Auflassmethoden aus mehreren Gründen. Der Zug im Kabel ist bedeutend gleichmässiger und man erhält deshalb auch eine bessere Registrirkurve. Schadhafwerden, Zerbrechen oder Abreissen eines Drachens kann den Aufstieg nicht im geringsten gefährden, der unverletzte ist immer noch im Stande, den Draht und Apparat zu tragen, besonders dann, wenn man die Drachen einwindet und so den Winddruck vermehrt. Der Hauptvorteil aber, den keine andere Methode aufweisen kann, liegt darin, dass man den Apparat erst dann den Drachen anzuvertrauen braucht, wenn sie ganz sicher stehen, denn man hat es ja in der Hand, den Apparat beliebig spät, wenn es geeignet erscheint, am Kabel zu befestigen. Das gleiche gilt vom Landen: man holt die Drachen soweit heran, dass man den Apparat bequem greifen und abnehmen kann, beim weiteren Herunterholen braucht man auf ihn dann keine Rücksicht zu nehmen. Die Methode hat den einzigen Nachtheil, dass bei einem etwaigen Abreissen beider Drachen der Apparat zur Erde stürzt und sich beschädigt; man thut deshalb gut, den Apparat durch ein leichtes Körbchen gegen die schlimmsten Stösse zu schützen.

Durch die Versuche Prof. Marvin's wurden wir später veranlasst, den Apparat in den Drachen einzubauen. Wie schon auf S. 25 erwähnt, wurde dazu ein besonders konstruierter Drachen benutzt; da aber die bisher am Observatorium gebräuchlichen Richard'schen Registrir-Apparate sich für diesen Zweck nicht eigneten, sondern wegen der Erschütterungen des Drachens sehr unsaubere Registrirungen gaben, so wurde von dieser Methode so lange Abstand genommen, bis wir im Sommer 1901 in den Besitz des Marvin'schen Registrirapparates gelangten. Die Anbringung im Drachen lässt Fig. 26 auf S. 25 erkennen. Der Apparat wird mit Hilfe von zwei Schellen an der oberen Mittelrippe gehalten, das Anemometer sitzt ganz vorn auf dem Drachen und ist mit dem Apparat durch zwei isolirte Kupferdrähte verbunden, da seine Registrirung elektrisch geschieht. Zum Tragen des Instrumentes wurde im Allgemeinen ein 7 qm grosser, elastisch gefesselter Drachen mit gekrümmten Flächen benutzt, welcher seiner Grösse wegen die Stabilität trotz des 1 kg wiegenden Registrir-Apparates vollkommen bewahrt.

Diese Methode besitzt den grossen Vortheil, dass der im Drachen angebrachte Apparat vorzüglich gegen Beschädigungen geschützt ist; auch wenn beide Drachen abreissen, wie es einige Mal passirte, kommt der Apparat ohne die geringste Beschädigung am Boden an.

Gleichzeitig mit dieser Anordnung wurde die in letzter Zeit von Prof. Köppen in Hamburg wieder mehrfach angewendete Hintereinanderkuppelung der Drachen benutzt, die den andern Methoden gegenüber viele Vortheile besitzt und Aussicht hat, allgemeiner angewendet zu werden, wenn erst die ihr noch anhaftenden Unsicherheiten beseitigt sind.

Das Auflassen und Landen des unteren Hauptdrachens geschieht in vollkommen gefahrloser Weise, er wird sehr sanft vom oberen Drachen angehoben und in günstigen Wind getragen und ebenso sanft niedergesetzt, sodass der Apparat beim Landen keinen Erschütterungen ausgesetzt ist. Leider jedoch ist es uns bis jetzt noch nicht gelungen, den unteren Drachen vom oberen vollkommen unabhängig zu machen. Da bei Anwendung des elastischen Zügels die neutrale Achse im Drachen je nach der Windstärke fortgesetzt hin- und herwandert, so treten durch den Zug des oberen Drachens Drehmomente auf, die ein ruhiges Fliegen des ganzen Systems unmöglich machen. Auch automatische Einstellungen des oberen Drachens hatten nicht den gewünschten Erfolg, ein Schlitz in der Mitte der Vorderzelle, durch den die Leine für den oberen Drachen geführt wurde, beeinträchtigte die Festigkeit des Drachens bedeutend; durch die Köppen'sche Anordnung aber, nach der die Leine des oberen Drachens durch eine Führung vor dem unteren vorbeigeführt wird, vermindert sich die Steigkraft des unteren, ausserdem ist auch diese Anordnung nicht geeignet, bei starkem Winde die Drehmomente völlig zu beseitigen.

Ein anderes Bedenken gegen diese Methode ist darin begründet, dass hier der oberste Drachen die volle Verantwortung für das Gelingen des ganzen Aufstiegs trägt, während dies bei der Tandem-Anordnung, wo kein Drachen den anderen beeinflusst, keineswegs der Fall ist. Hat man nicht einen absolut zuverlässigen Drachen zur Verfügung, bei dem auch nur vorübergehende Unstabilitäten, Schwankungen u. dergl. vollkommen ausgeschlossen sind, so ist ein höherer Aufstieg in Frage gestellt. Solche Drachen sind aber, wie jeder bestätigen wird, der diesbezügliche Experimente ausgeführt hat, äusserst selten. Ein Drachen, der sonst tadellos flog, kann bei einer andern Wetterlage, in der auch nur geringe Wirbel auftreten, vollkommen versagen, während sich andere sonst weniger zuverlässige Drachen sehr gut halten. Von

Drachen, die wirklich bei jedem Wetter gleich gut stehen, denen auch die schwersten Stürme nichts anhaben können und die sich nach einer durch einen Wirbel herbeigeführten Schwankung schnell erholen, besitzt das Observatorium bis jetzt nur einen einzigen. Es ist noch nicht gelungen, trotzdem er in allen Theilen sorgfältig kopirt wurde, einen gleich ausgezeichneten Flieger zu erhalten. Ehe man aber nicht mehrere solcher Drachen besitzt, eher wird sich die besprochene Methode in vollem Umfange trotz ihrer grossen Vortheile nicht einführen lassen, unter der Voraussetzung, dass man nicht auf den elastischen Zügel verzichten will.

Ungleich günstigere Resultate erhält man bei schwächeren und ganz schwachen Winden, hier ist die Hintereinanderkuppelung an ihrem richtigen Platze. Der oberste Drachen, für den ein leichter Flieger, z. B. ein Malayischer Drachen verwendet wird, der schon bei 3–4 m Wind steigt, wird an einer langen Schnur von 15 kg Festigkeit durch Laufen gegen den Wind zum Steigen gebracht. Steht er einigermassen sicher, so wird er auf den Rücken eines Hargrave-Drachen gebunden, der den Apparat trägt und den er so entlastet, dass dieser schon bei verhältnissmässig leichtem Winde steigt. Bisweilen gelingt es auch, durch Manövriren an der Winde, geschicktes Einholen und Nachgeben, den Hargrave vermittelst des Malayischen Drachens durch eine Hunderte von Metern starke ruhige Luftschicht in einen günstigeren Wind zu bringen. Einige Male wurde durch den Malay-Drachen zuerst ein 5 qm grosser Hargrave angehoben, der seinerseits dann den 7 qm grossen Apparatträger mitnahm; auf diese Weise gelang es einmal, bei einer am Erdboden nur 3 m p. s. betragenden Luftbewegung einen Aufstieg auf über 2000 m Höhe zu machen. (Siehe Aufstieg No. 107.)

Die Leine für den Malayischen Drachen ist absichtlich schwach, von nur 15 kg Bruchfestigkeit, gewählt, weil diese Drachen bei stärkeren Zügen instabil werden. Da sich dann aber Hargraves stets gut allein tragen, so sind die Hebedrachen überflüssig und sollen abreissen, was weiter keinen Nachtheil bringt, denn sie beschädigen sich beim Landen sehr wenig oder garnicht und werden meist leicht wieder gefunden. Ein Nachtheil des Heruntersetzens der Leinenstärke auf eine so niedrige Grenze liegt nur darin, dass ein unerwünschtes Abreissen zu leicht eintreten kann. Bei rapider Windzunahme nach oben, wie sie bisweilen am frühen Morgen vorkommt, gelingt es oftmals nicht, den Malaydrachen zu halten, er reisst fortgesetzt ab; eine stärkere Schnur zu wählen ist aber nicht rathsam, weil die Gefahr des Unstabilwerden und Zerbrechens vorliegt, wodurch natürlich der ganze Aufstieg gefährdet wird. Einen Universaldrachen zu konstruiren, der schon bei ganz leichten Winden fliegt und auch noch eine Geschwindigkeit von 20 m aushält, ist bis jetzt nicht gelungen.

Als Haltekabel wurde im ersten Jahre, wo nur kleinere Drachen im Gebrauch waren, Klaviersaitendraht in Stärken von 0.7 und 0.8 mm Durchmesser verwendet; später gingen wir nach dem Beispiele von Rotch mit den grösseren Drachen auch zu stärkeren Drähten über und arbeiten zur Zeit mit solchen von 0.9, 1.0 und 1.1 mm Durchmesser, die in Längen von 2500 m von der Firma Felten & Guillaume in vorzüglicher Qualität bezogen werden und eine garantierte Bruchfestigkeit von 200 kg pro qmm haben; demnach beträgt dieselbe für den 0.9 mm starken Draht 134, den 1.0 mm 165, und für den 1.1 mm 200 kg. Wiederholte Prüfungen haben als untere Grenze ergeben für 0.9 mm 137 kg (Mittel 140), 1.0 mm 161 kg (Mittel 169) 1.1 mm 213 kg (Mittel 218), so dass der Draht allen Anforderungen entspricht, die man vernünftigerweise an ihn stellen kann. Ueber die Art, wie diese Prüfungen ausgeführt wurden, ist bereits auf S. 61 berichtet. Während in der ersten Zeit ausschliesslich verzinkte Drähte in Verwendung genommen wurden, um der Gefahr eines Bruches in Folge des Rostes zu begegnen, sind wir später hiervon wieder zurückgekommen als sich gezeigt hatte, dass selbst bei dem sorgfältigsten Verfahren einzelne Stellen unverzinkt bleiben und nun, da man ihnen keine Aufmerksamkeit widmet, vom Roste ungestört angegriffen werden. Ausserdem ist die Bruchfestigkeit verzinkter Drähte um 10% geringer als die der unverzinkten. Neuerdings werden deshalb nur noch die letzteren in Gebrauch genommen und soviel als irgend möglich getrocknet und eingefettet.

Das Auflassen der Drachen geschah bei den ersten Versuchen von einer fahrbaren Handwinde (Fig. 57), die jetzt etwas umgebaut ist; sie hatte früher die doppelte Breite, und besass eine Drahtführung und ein Dynamometer. Von ihr wurden, ausser sehr zahlreichen Vorversuchen, die Aufstiege No. 5 und 6 mit je 3000 m Draht ausgeführt. Der

Fig. 57.



Fahrbare Handwinde.

Drachenballon, für den diese Winde zu leicht ist, wurde bei den beiden ersten Aufstiegen, am 1. und 5. Oktober, von einer kräftigeren Winde hochgelassen, die seiner Zeit zu den Arbeiten mit dem Fesselballon »Meteor« gedient hatte. Seit dem 11. April 1900 wurde für Aufstiege mit einem Registrirapparat nur noch die Motorwinde benutzt, während mit der kleinen Handwinde sonstige Experimente, z. B. Prüfen von neuen Drachen, ausgeführt werden.

Des ungünstigen Terrains wegen war es, wie bei der Beschreibung des Observatoriums ausgeführt, nöthig geworden, den Ausgangspunkt für das Kabel über die Baumkronen zu legen, wozu der Bau des 26 m hohen Thurmes erforderlich war. Sämmtliche Arbeiten am Draht, wie Befestigen und Abnehmen des Apparates und der Hilfsdrachen, konnten demnach nur von der obersten Plattform aus vorgenommen werden, wobei ein wiederholtes Besteigen des Thurmes nicht zu umgehen war. Um nun wenigstens am Anfange und Ende eines Aufstieges von unten arbeiten zu können, wurde folgende Einrichtung getroffen.

Auf der schon erwähnten Handwinde wurden zwei schwache Kabel von 150 kg Bruchfestigkeit aufgewickelt, deren eines 150 m lang war und bei 100, 102 und 148 m eingesplisste Stahlringe trug, während das andere nur 50 m Länge hatte. Das erste wurde, da öfter Schnüre zerrissen waren, als Leine für den Hauptdrachen benutzt, in die Ringe band man, je nachdem der Drache gut stand, früher oder später eine Leine mit dem Hilfsdrachen ein. Standen beide Drachen gut, so wurde mittels eines Karabinerhakens der Apparat in einen Ring eingehängt und das 50 m-Kabel durch eine »Teufelsklaue« in einem anderen Ringe befestigt; es diente nun zum Hochlassen und Heranziehen des Apparates und der Drachen. Das Besteigen des Thurmes war aber immer noch nöthig beim Befestigen und Abnehmen von Hilfsdrachen. Um nun auch dieses zu umgehen, wurde am Ende des Hochlasskabels eine leichte Gleitrolle aus Magnalium angebracht, die mit der bei uns gebräuchlichen Schutzvorrichtung gegen das Herausspringen des Drahtes versehen ist, und durch welche der Drachendraht läuft. Soll nun am Draht irgend eine Arbeit vorgenommen werden, so ist es nur erforderlich, die Rolle mittels der Handwinde, für die man einen der Windrichtung entsprechenden Platz auswählt, herunterzuwinden.

Zu einem normalen Drachenaufstieg sind jetzt im allgemeinen 3 Personen, 1 Beamter und 2 Gehilfen erforderlich, deren Thätigkeit sich folgendermassen vertheilt.

Der Beamte bringt den Registrirapparat in Ordnung, setzt ihn in die Hütte (s. Fig. 5) und stellt ein Vergleichsthermometer dicht neben das Bourdonrohr. Man giebt dem Apparat so Zeit, sich einzustellen und zu schreiben und erreicht auf diese Weise auch bei starker Sonnenstrahlung und schwacher Luftbewegung eine genaue Vergleichung des Meteorographen; denn wenn auch die Lufttemperatur häufig von derjenigen in der Hütte abweicht, so identificirt man doch vor und nach dem Aufstiege je einen Punkt der Skala, was für die Auswerthung später vollkommen ausreichend ist. Zum Zwecke der Bestimmung der wahren Lufttemperatur und Feuchtigkeit wird eine Ablesung des Aspirations-Psychrometers gemacht. Der Luftdruck wird entweder der Registrirung des Redier'schen Barographen entnommen oder direkt an dem im Windenzimmer hängenden Quecksilberbarometer abgelesen. Besondere Aufmerksamkeit wird der Beobachtung des Himmelszustandes und Windes geschenkt; speciell werden die Aenderungen des ersteren, zu- oder abnehmende Bewölkung, Art derselben und Zugrichtung in den verschiedenen Schichten stets notirt. Währenddessen haben die Gehilfen die Drachen zurecht gemacht, der obere, ein kleinerer, ist an einer ca. 60 m langen Schnur in den Abwerftheil der Tandemklinke gebunden, der Hauptdrache, der den Apparat trägt, wird durch eine Teufelsklaue an dem starren Theile desselben befestigt. Die Verbindung der Tandemklinke mit dem Kabel geschieht ebenfalls durch eine Teufelsklaue. Den oberen Drachen lässt jetzt ein Gehilfe aus der Hand steigen; sobald er steht, lässt er die Schnur los und der Apparat-Drache wird langsam angehoben, bis er Wind bekommt und sich selbst trägt. Liegt die Gefahr vor, dass der Draht in die Bäume kommen kann, so wird die Magnaliumrolle von der Handwinde in die Höhe gelassen, sodass der Draht nun vom Thurme abläuft. Die Regulirung der Ablaufgeschwindigkeit geschieht durch die Kurbelbremse, die Trommelbremse liegt fest auf, um ein Nachlaufen des Drahtes beim Anhalten zu verhindern. Kurze Pausen von 5 Min. werden beim Auslassen alle 250 m gemacht, um dem Apparat Zeit zu geben, sich einzustellen; die ersten 500 m werden jedoch meistens, wenn nicht specielle Untersuchungen der untersten Luftschichten vorgenommen werden sollen, ununterbrochen durchgelassen, um die Drachen möglichst schnell durch die unteren Wirbel zu bringen. Hilfsdrachen werden angebunden, sobald der Winkel der oberen Drachen weniger als 40° beträgt: man windet dann die Magnaliumrolle herunter, befestigt den Hilfsdrachen am Kabel mit der vorher beschriebenen Kurvenklemme unter Einschalten einer Sicherheitsklinke und lässt die Rolle wieder allmählich hoch.

Bei jedem Anhalten wird der Höhenwinkel und das Azimut des Apparates gemessen; die aus Winkel und Kabellänge berechnete ungefähre Höhe wird gleich in Millimeterpapier eingetragen, sodass man bereits unten eine Höhenkurve erhält. Die Wichtigkeit derartiger Messungen ist in den Veröffentlichungen des Blue Hill-Ober-

vatoriums oft genug betont worden. Wenn wir auch nicht so weit gehen, den daraus berechneten Höhen den Vorzug vor solchen zu geben, die den Registrirungen eines gut verglichenen Aneroidbarometers entnommen sind (Blue Hill-Observatory, 1900, Bulletin 1, S. 1), so ist doch ihre Bedeutung für die Beurtheilung der Aufstiegsbedingungen, nämlich der Windstärke in den verschiedenen Schichten und der Nothwendigkeit des Anbringens von Hilfsdrachen, gross genug, um eine recht häufige Vornahme derselben zu rechtfertigen. Nicht zu unterschätzen ist es ferner, dass im Falle des Versagens der Luftdruckregistrirung noch immer eine Anzahl recht gut bestimmter Höhen zur Verfügung steht, sodass die übrigen Registrirungen auch ohne ein Barogramm einigermaassen ausgewerthet werden können.

Das Einwinden des Drahtes geschieht durch einen Elektromotor von 6 PS, im allgemeinen mit einer Geschwindigkeit von 1 m p. sec., die aber durch Widerstände bis auf 0.3 m p. sec. erniedrigt, oder durch Einschalten einer kleineren Motorübersetzung bis auf 3.6 m p. sec. erhöht werden kann. Wie beim Auslassen, werden auch jetzt wieder Pausen nach dem Einholen von je 250 m Draht gemacht, ausserdem ergeben sich auch immer längere Aufenthalte beim Abnehmen der Hilfsdrachen, welche am Erdboden vom Kabel gelöst werden, nachdem der Draht durch die Handwinde vom Thurme heruntergeholt worden ist. Die Knopp'schen Drahtklemmen verringern den Zeitverlust hierbei ganz beträchtlich, der bei nachlassendem Winde leicht zum Verfangen des Drahtes in den Baumkronen, oder zum Niederfallen der oberen Drachen führen kann. Beim Landen der letzteren kommt dann der Hauptvorteil der Köppen'schen Methode zur Geltung, indem der Apparatträger durch den oberen Drachen, auch wenn unten die Luft sehr viel Wirbel bildet oder wenn der Wind vollkommen abgeflaut hat, ungemein ruhig niedergesetzt wird. Zum Schluss werden, wie anfangs, Vergleichen des Registrir-Apparates in der Hütte und Ablesungen des Aspirations-Psychrometers und Quecksilberbarometers gemacht.

Bedeutend einfacher, als das Arbeiten mit Drachen, gestaltete sich der Dienst mit dem Drachenballon, da uns mit ihm ein fertig konstruirter und vielfach erprobter Apparat mit den nöthigen Anweisungen in die Hand gegeben wurde. Viel trug zum schnellen Einarbeiten auch das Entgegenkommen der Offiziere der Luftschiffer-Abtheilung und speciell des Miterfinders des Drachen-Ballons, des Hauptmanns v. Sigsfeld, bei, die uns bereitwilligst ihre Erfahrungen in Bezug auf Fesselung und Verwendbarkeit des Ballons mittheilten. So sind denn die mit dem Drachenballon erreichten Resultate vorzügliche und man kann sagen, dass wir durch dieses wichtige Hilfsmittel gegenüber allen andern ähnlichen Observatorien, die es nicht im Gebrauch haben, einen bedeutenden Vorsprung besitzen.

Die Verwendbarkeit des Drachen-Ballons schwankt zwischen vollständiger Windstille und einer Windgeschwindigkeit von 4 — 5 m p. s. am Erdboden, wenn nach oben keine beträchtliche Windzunahme zu erwarten ist. In grösseren Höhen, bei 2000 m, hält unser Ballon noch gut Winde von 10 m p. s. aus, theils wegen der gleichmässiger*fließenden Luft, theils auch schon wegen der Verdünnung derselben. Häufig wird das Arbeiten sehr erschwert durch das Vorhandensein einer dünnen, nur wenige Zehner von Metern mächtigen, stark wirbligen Luftschicht, wie sie besonders am Morgen in der Höhe von wenigen hundert Metern über dem Erdboden zu liegen pflegt, durch welche man bisweilen den Ballon nicht hindurchbringen kann. Gleichmässige, wenn auch frischere Winde stehen der Verwendbarkeit des Ballons weniger entgegen; es gelangen einige Aufstiege auf 1800, ja über 2000 m, bei denen die Windgeschwindigkeit nie unter 5 m, im Maximum jedoch fast 10 m p. s. betrug und wo trotzdem keine Züge von 100 kg erreicht wurden. Seine grosse Ueberlegenheit gegenüber dem kugelförmigen zeigt der Drachenballon bei Winden von etwa 5 m p. s., bei denen der erstere überhaupt nicht mehr verwendbar ist, der Drachenballon jedoch noch in so ausgezeichnetem Winkel steht, dass seine Höhe nur wenig von der verwendeten Kabellänge abweicht. Man muss dabei berücksichtigen, dass eine Abtrift von bereits 25°, wenn also der Ballon nur noch 65° Winkelhöhe hat, die Höhe erst um 10% erniedrigt.

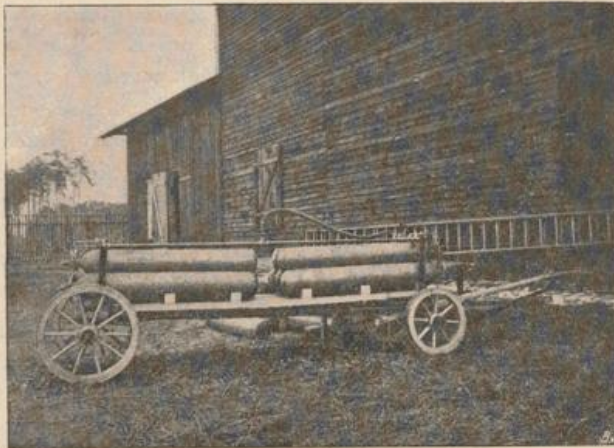
Was nun den eigentlichen Dienst mit dem Ballon betrifft, so sind dazu, wie bei Drachenaufstiegen, meistens 3 Personen, nämlich 1 Beamter und 2 Gehilfen erforderlich, ausnahmsweise auch, wenn sonst kein Personal verfügbar ist, nur ein Gehilfe. Der Beamte bringt den Apparat in Ordnung und macht die Vergleichen in der Hütte in derselben Weise wie bei einem Drachenaufstiege, nur muss man dem Apparat der schwächeren Luftbewegung wegen längere Zeit geben, sich einzustellen. Währenddessen füllen die Gehilfen, wenn nöthig, den Ballon nach, bringen ihn heraus und befestigen ihn mittels einer Teufelsklaue am Kabel, das Instrument wird unter dem Ballon aufgehängt und dieser nun hochgelassen. (S. Fig. 21 auf S. 21.)

Alle 100—200 m werden Pausen von mindestens 5 Minuten, bei sehr schwachen Winden noch längere, gemacht, bis das Bourdonrohr vollständig die Lufttemperatur angenommen hat. In wie weit dies zu geschehen pflegt, wird man später bei der Bearbeitung der Experimente sehen, wo die beim Aufstiege

registrierten Temperaturen, wenigstens in Höhen, in denen die tägliche Periode verschwunden ist, fast mit den Abstiegstemperaturen identisch sind.

Die Nachfüllung des Ballons geschieht jetzt meistens in der Weise, dass der Ballon in der Halle steht, während die Stahlflaschen mit dem auf 150 Atmosphären komprimierten Wasserstoffgase ausserhalb lagern. Für gewöhnlich liegen unter einem Schutzdache 6 volle Flaschen, also 30 cbm Gas zum Nachfüllen bereit, deren Oeffnungen an ein gemeinsames Rohr angeschlossen sind, welches in einen Füllschlauch übergeht; diese Flaschen sind in Fig. 58 unter dem Wagen sichtbar. Bei Neu-Füllungen fährt man den mit 10 Flaschen, also 50 cbm Gas, beladenen Wagen, dessen Anschlüsse in derselben Weise ausgeführt sind, an die Halle heran, in welche der Füllschlauch durch eine kleine Thür eingeführt wird. Diese Einrichtung, dass

Fig. 58.



Kleiner Gasflaschen-Wagen.

der Ballon von den Flaschen vollständig getrennt ist, wurde deswegen eingeführt, weil die Lagerung der Flaschen in der Nähe des Ballons eine gewisse Gefahr für die Bedienungsmannschaften bedingt. Bei undichten Verschlüssen kann nämlich das ausströmende Gas, wohl in Folge starker Oberflächen-Absorption, den Stahl an der Oeffnung so stark erhitzen, dass ein Glühendwerden desselben und damit Entzündung des Gases stattfindet. Derartige Fälle, bei denen an den Verschlüssen Stichflammen erschienen, sind früher beim Luftschiffer-Bataillon öfter beobachtet worden. Um nun jedem grösseren Schaden vorzubeugen, ist die Bestimmung getroffen, dass beim Füllen neben den Flaschen ein gefüllter Wassereimer und ein nasses Tuch sich befindet. Bei trockenem Wetter, das ein Beschmutzen des Ballons bei der Füllung ausschliesst, und schwachem Winde wird aber auch vielfach in der Nähe des

Gasschuppens mittels eines langen Schlauches gefüllt, wodurch das nicht ganz leicht auszuführende Herausziehen des belasteten Gaswagens aus dem vertieft liegenden Lagerraum vermieden wird. In dem Schuppen befindet sich meist ein kleiner Vorrath von 30—40 gefüllten Gasflaschen, die nach Bedarf von dem Platze des Luftschiffer-Bataillons geholt werden.

Der weitere Verlauf des Aufstieges gestaltet sich im allgemeinen sehr viel ruhiger und weniger aufregend als ein Drachenaufstieg. Ein Niederschmettern durch Wirbel oder Herunterfallen wegen zu schwachen Windes ist ja beim Ballon der Natur der Sache nach ausgeschlossen. Der Beamte an der Winde hat nur auf das Dynamometer zu achten und, wenn der Zug des Ballons dem Kabel gefährlich werden könnte, mit dem weiteren Auslassen einzuhalten. Infolge dieser Vorsicht ist es uns gelungen, dass Abreißen des Ballons bis auf zwei Fälle zu verhindern, deren einer durch das Fehlen eines Dynamometers, also ohne dass man Kenntniss von der Windstärke hatte, der andere durch Undichtigkeit des Ballons und Dallenbildung verursacht war, sodass ein wirklicher Unfall, der in der Natur der Methode begründet ist, bis jetzt noch nicht konstatiert wurde¹⁾. Bei der Beurtheilung des Kabelzuges wird aber immer berücksichtigt, dass der Zug beim Einholen beträchtlich, bei schwächeren Zügen auf mehr als das Doppelte, bei stärkeren um $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ wächst, und das eine starke Böe den Zug gleich um viele Kilogramm hinauftreibt. Unsere Kabel haben eine Festigkeit von 330 und 450 kg; betrug der Zug beim Anhalten 100 bzw. 150 kg, so wurde nur mit grösster Vorsicht weiter ausgelassen, und bei 150 bzw. 200 kg mit dem Einholen begonnen. Die Grenze 200 kg für das starke Kabel erscheint etwas niedrig; mit unserem kleinen Ballon bei grösseren Zügen zu arbeiten ist aber wenig vortheilhaft, da einerseits der Höhenzuwachs durch die starke Abtrift sehr gering wird, andererseits aber auch die Registrirung dann so unsauber wird, dass genaue Resultate doch nicht mehr erhalten werden.

Das Einholen geschieht ebenso wie das Auslassen in 100—200 m Stufen, wenn nicht besondere Untersuchungen, z. B. die der niedrigen Schichten, kleinere Staffeln nöthig machen.

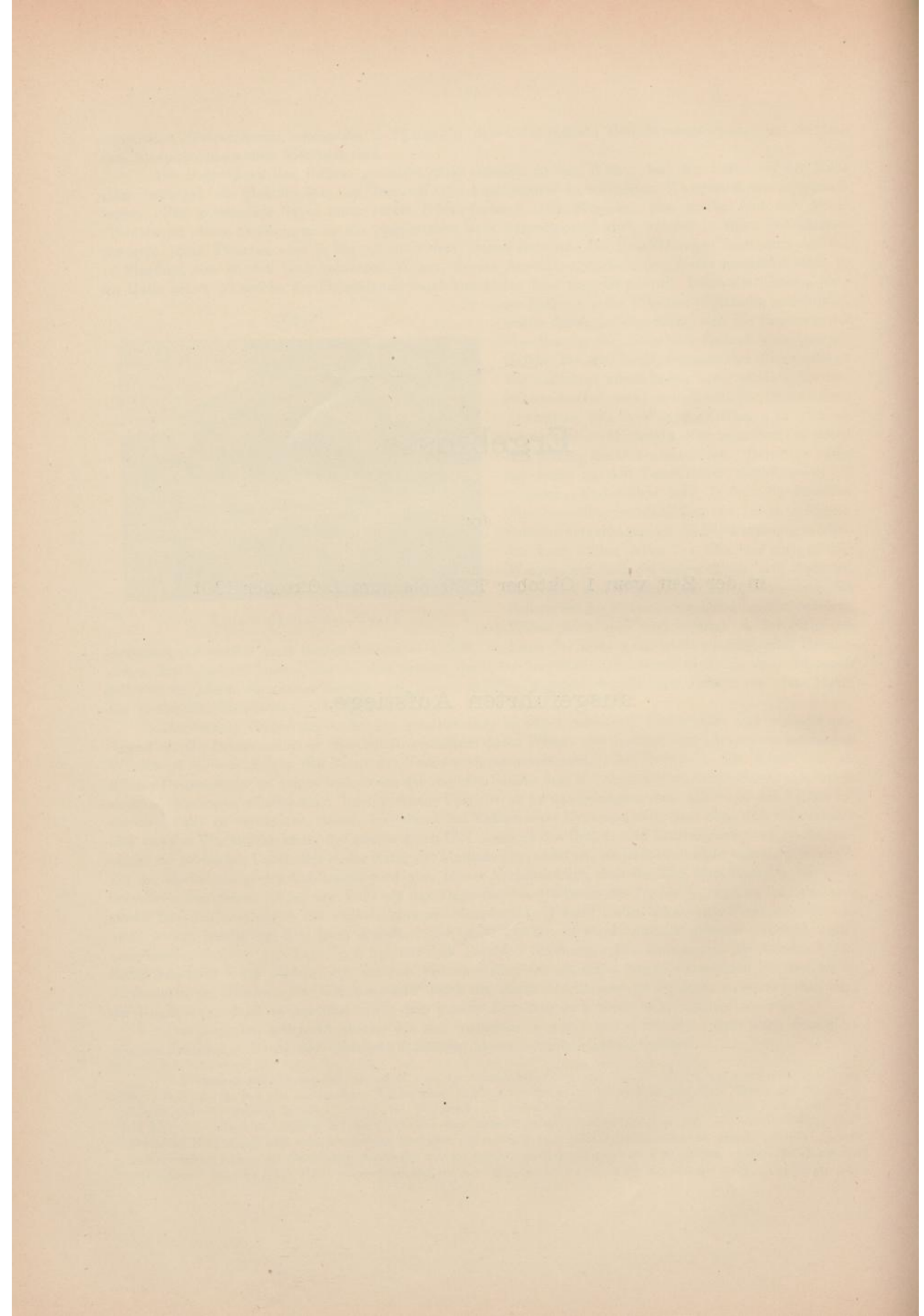
¹⁾ Neuerdings hat sich der Fall wiederholt, dass der Drachenballon während eines Nachtaufstieges unerwartet schnell Gas verlor und hierdurch trotz des nur mässigen Windes einen Zug von wenigstens 450 kg ansübte, der durch Gleiten des Kabels in den Druckrollen ein weiteres Einholen verhinderte. Nur durch die thatkräftige Hilfe der Herren Oberleutnants von Kleist und de le Roi vom Luftschifferbataillon und des Dr. Stade vom Meteorologischen Institut gelang es, das sich wie ein wildes Thier benehmenden Ballons, der bald kopfüber auf den Erdboden stürzte, bald hoch empor stürmte, Herr zu werden und den Apparat zu retten. Leider scheint die Gummirung des Stoffes nur ein halbes Jahr lang genügend dicht zu bleiben, um derartige Ereignisse auszuschliessen. Bei dem hohen Preise eines solchen Ballons, 1300 Mk., werden hierdurch die Experimente recht kostspielig gemacht.

Ergebnisse

der

in der Zeit vom 1. Oktober 1899 bis zum 1. Oktober 1901

ausgeführten Aufstiege.



Vorbemerkungen.

Wie schon an früheren Stellen erwähnt, zerfallen die Experimente am Aëronautischen Observatorium in solche, welche mehr oder weniger geglückt, und andere, die völlig, oder doch so weit missglückt sind, dass sich die erhaltenen Aufzeichnungen für eine Auswerthung und Publikation nicht eignen, und zwar ist die Zahl solcher Versuche erheblich grösser als die der ersteren. Dies ist zu einem Theile in der noch unvollständigen Uebung und Erfahrung, besonders aber darin begründet, dass den Drachen-Experimenten an sich schon ganz beträchtliche Unsicherheiten anhaften, die durch die ungünstigen örtlichen Bedingungen noch weit über das Maass der an anderen Stellen vorhandenen vergrössert werden. Es ist ferner daran zu erinnern, dass die ersten Jahre einer neuen, noch nirgends recht erprobten Arbeitsmethode zu vielen Verbesserungsversuchen Veranlassung geben, von denen sich nicht alle als vortheilhaft erweisen. Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet, ist die Zahl der »geglückten« Aufstiege, die im Folgenden zur Darstellung gelangen sollen, immerhin noch als verhältnissmässig beträchtlich zu bezeichnen.

Herr Professor Köppen, der schon vor der Errichtung des Aëronautischen Observatoriums Drachen-Experimente in Hamburg zur Ausführung gebracht hat, giebt in seinem ersten Berichte über diese Arbeiten eine interessante Zusammenstellung derjenigen Tage, welche in Hamburg einen Drachen-Aufstieg gestatten. Er hat zu diesem Zwecke an der Hand der Registrirungen des Anemometers der Seewarte festgestellt, dass im Mittel von 6 Jahren in der Zeit von 10^a bis 4^p:

a) 123 Tage unbrauchbar für Aufstiege waren; b) 119 Tage für einen Hargrave-Drachen-Betrieb, und c) 124 Tage nur für eine Verwendung leichterer (etwa Malay-) Drachen geeignet waren.

Hierzu muss bemerkt werden, dass, obwohl eine ähnliche Zusammenstellung aus den auf dem Thurme des Observatoriums erfolgten Windregistrirungen wegen mehrfacher Unterbrechungen derselben noch nicht gegeben werden kann, ohne Zweifel auf unserem Gelände die Verhältnisse erheblich ungünstiger liegen. Der Hauptgrund hierfür ist in der an sich schwächeren Luftbewegung im Binnenlande gegenüber der im Nordseeklima herrschenden zu suchen, ausserdem aber in den engeren örtlichen Verhältnissen, welche durch die waldreiche Umgebung bedingt sind. Näheres hierüber ist auf S. 49 unter »Der Dienst am Observatorium« ausgeführt. Man wird daher nicht umhin können, die Drachen-Experimente im Binnenlande thunlichst auf höher gelegene Punkte zu verweisen, von denen für Preussen vornehmlich der Brocken, die Wasserkuppe im Rhöngebirge und der Kamm des Riesengebirges als geeignet erscheinen. Es wird deshalb beabsichtigt, demnächst an den genannten Oertlichkeiten, die grössere, wenig geneigte Plateaus darbieten, Versuchsreihen mit Drachen zur Ausführung zu bringen.

Ueber die Anordnung und Verarbeitung des Materiales seien noch folgende Erläuterungen gegeben.

Im Interesse thunlichster Uebersichtlichkeit sind alle Experimente streng chronologisch aufgeführt und dementsprechend mit fortlaufenden Nummern versehen. Ausgenommen sind nur einige mit den Apparaten des Observatoriums bei Gelegenheit der Pariser Konferenz der Internationalen Aëronautischen Kommission im September 1900 in Trappes ausgeführte Aufstiege von Ballons-sondes, die in einem Anhang besprochen werden sollen.

Eine Zusammenstellung aller am Observatorium selbst erfolgten Experimente in der genannten Reihenfolge ist in tabellarischer Uebersicht am Schlusse gegeben.

Als leitender Grundsatz für die Verarbeitung der einzelnen Aufstiege galt die Vermeidung weitgehender tabellarischer Auswerthungen der Registrir-Kurven, während bei den bemannten Freifahrten selbstverständlich sämtliche Beobachtungen abgedruckt wurden. Um jedoch jedem Interessenten ein eingehenderes Studium zu ermöglichen, wurden die Original-Kurven selbst in verkleinertem Maassstabe reproducirt. Die Registrirungen der Richard'schen Anemographen mussten in vielen Fällen unpublicirt bleiben, da die Trommel dieses Apparates eine Umdrehung in 4 Stunden ausführt und bei länger dauernden Experimenten die Windkurven einander in unentwirrbarer Weise überdeckten. Ausserdem wurden die Anemometer auch ganz besonders häufig beschädigt und blieben deshalb oft und lange in der Reparaturwerkstatt.

Bei den Reproduktionen der Registrirungen haben sich an einigen Stellen kleine Ungenauigkeiten nicht vermeiden lassen, die aus der mehrfachen Umzeichnung derselben entsprungen sind. Andererseits beeinträchtigt auch das allzu dichte Liniennetz bei den Richard'schen Apparaten die Deutlichkeit der Kurven einigermaassen. Bei der nächsten Publikation soll dieser Uebelstand vermieden werden, wie dies schon mit den Kurven des Marvin'schen Apparates geschehen ist, für welche eine besondere Reproduktions-Vorlage beschafft werden konnte.

Während in den Tabellen ausser den Höhenangaben auch die entsprechenden Luftdruckwerthe publicirt sind, war dies aus äusseren Gründen bei den Drachen- und Drachenballon-Aufstiegen bis einschliesslich No. 17 nicht möglich.

An sämtliche, selbst die kleineren Experimente, sind je nach ihrer Werthigkeit längere oder kürzere Besprechungen geknüpft, welche den ständigen Mitarbeiter Berson zum Verfasser haben. Ausgenommen ist eine Reihe von Ballon-sonde-Aufstiegen, die an Tagen ohne gleichzeitige anderweite Auffahrten stattfanden; diese sind vom Abtheilungsvorsteher bearbeitet. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Wetterlage zu Theil, weshalb überall, eine oder mehrere Wetterkarten gegeben wurden, theils nur solche, die ganz Europa umfassen, theils aber auch Special-Kärtchen, welche in eingehenderer Weise die Verhältnisse über Nord- und Mitteldeutschland darstellen.

Bei der grossen Anzahl der zu diesem Zwecke zu publicirenden Karten musste ein Verfahren gewählt werden, das die ohnehin schon nicht geringen Reproduktionskosten nicht in das Ungemessene steigert. Aus diesem Grunde wurde von einer Neu-Zeichnung der von der Seewarte herausgegebenen Wetterkarten abgesehen, vielmehr wurden diese Karten selbst in einer Verkleinerung auf die Hälfte durch Zinkätzung reproducirt, wobei, um an Platz und Herstellungskosten thunlichst zu sparen, aus den bekanntlich kreisrunden Originalen ein quadratischer Raum ausgeschnitten wurde. Der hierbei nicht zu vermeidende Nachtheil, dass gelegentlich einzelne Eintragungen, wie »sehr stark gefallen«, oder »überall kälter«, mehr oder weniger unvollständig in der ausgeschnittenen Karte erscheinen, kann gegenüber der ganz erheblichen Kosten-Ersparniss kaum in die Waagschale fallen, zumal die betreffenden Bezeichnungen auch in abgekürzter Form verständlich sind. Leider sind die wenigen Kärtchen, die für den Abendtermin (8^p) gegeben werden mussten, bei diesem Verfahren in Folge der kleineren Originale etwas grob ausgefallen, was sich nicht gut vermeiden liess, wenn man ihnen nicht ein kleineres Format geben wollte als den übrigen. Es sei noch darauf hingewiesen, dass die Abendkärtchen ausser den Isobaren noch die mit Ziffern eingetragenen Temperatur-Angaben enthalten, was bei den Morgenkarten nicht der Fall ist. Die Special-Wetterkarten für Nord- und Mitteldeutschland, die auf Grund der Beobachtungen von gegen 80 Stationen II. Ordnung durch den ständigen Mitarbeiter Berson entworfen worden sind, mussten sämtlich gezeichnet werden; Isobaren und Isothermen wurden hierbei grundsätzlich auf gesonderte Kärtchen vertheilt, um die Uebersichtlichkeit zu wahren. Ueberall, wo es von Vortheil erschien, wurden ferner noch »Zustandskurven« der vertikalen Temperatur-Vertheilung in der üblichen Weise beigegeben.

Im Interesse einer thunlichsten Abrundung der Darstellung wurde auf eine Zusammenlegung der Kurven und Karten auf gemeinsame Tafeln verzichtet, obwohl sich hierdurch die typographische Einordnung der Reproduktionen in den Text nicht immer ganz einfach gestaltete. Es sei deshalb die Bitte ausgesprochen, einzelne Unschönheiten mit dem maassgebenderen Zwecke zu entschuldigen, der hierzu Veranlassung gegeben hat.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass in den Bearbeitungen von einer grundsätzlichen Verwerthung der Ergebnisse im Interesse einer Wetterprognose abgesehen wurde. Hierfür war die Ueberlegung maassgebend, dass man gerade auf praktischem Gebiete dem Publikum nur gesicherte Resultate darbieten sollte und dass die Erforschung der höheren Luftschichten zur Gewinnung solcher noch lange nicht weit genug gediehen ist. Trotzdem wird man Manches in den Darstellungen finden, was als Fingerzeig für eine weitere Gestaltung der wichtigen Frage nicht werthlos sein dürfte.

Ferner glaubten die Verfasser auf eine Zusammenfassung der Einzel-Resultate verzichten zu sollen, wie sie z. B. Frankenfeld für die analogen Experimente in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika gegeben hat. Theils erschien das Material hierzu noch zu dürftig, theils sollte das Erscheinen der ersten Publikation des Observatoriums nicht noch weiter hinausgeschoben werden. Nach den am Meteorologischen Institut herrschenden Gepflogenheiten würde auch die vorliegende Publikation hierfür nicht der richtige Ort gewesen sein: eine derartige Arbeit gehört in die »Abhandlungen«.

Assmann.

No. 1.

1. Oktober 1899.

Aufstieg des Drachenballons „A“ in Verbindung mit Drachen.

Drachenballon 37 m³; 2 Drachen (4.7 m²). 2500 m Kabel.

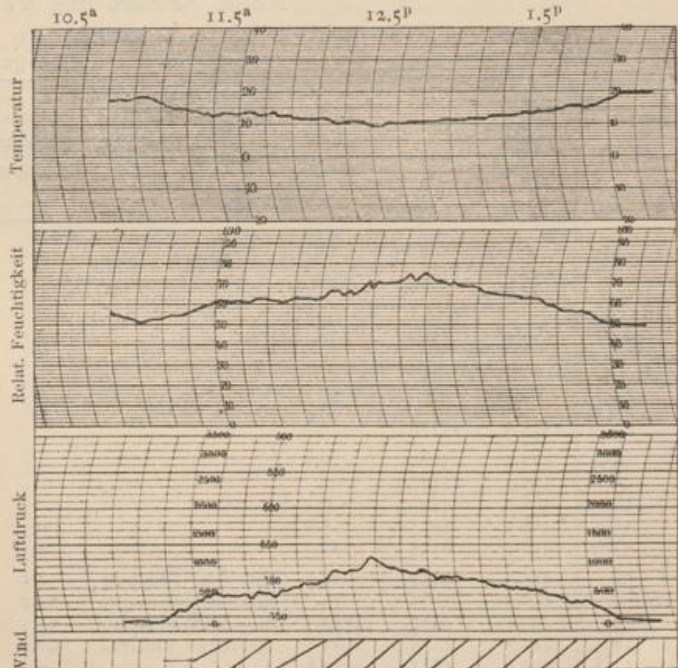
Heiter, schwache Cu-Bildung, Wind SSW bis W 2—3.

Zeit		oben			unten		Zeit		oben			unten				
h	m	See- höhe m	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	h	m	See- höhe m	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m s. p.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	
8	22 ^a	40	—	—	—	9.7	78	12	4 ^b	1090	8.4	66	jetzt W!	—	—	
9	40	»	—	—	—	13.7	55	8	1010	8.0	66	—	—	—	—	
10	40	»	Ballon auf.			16.6	48	15	840	8.5	67	7.3	16.8	33	—	
	45	160	15.3	49	} 4.2—4.9 WSW!	—	—	40	685	9.7	64	5.8—6.0	—	—	—	
	55	345	13.1	51		—	—	—	1	10	420	12.1	56	—	—	—
11	30	520	11.0	56		—	—	—	25	270	13.4	50	6.2—6.7	—	—	—
	45	680	10.2	59	4.4—6.0	—	—	35	50	15.7	46	6.0	—	—	—	
12	0 ^a	850	8.8	62	6.0	16.6	33	52 ^b	40	Ballon unten.			17.6	46	—	

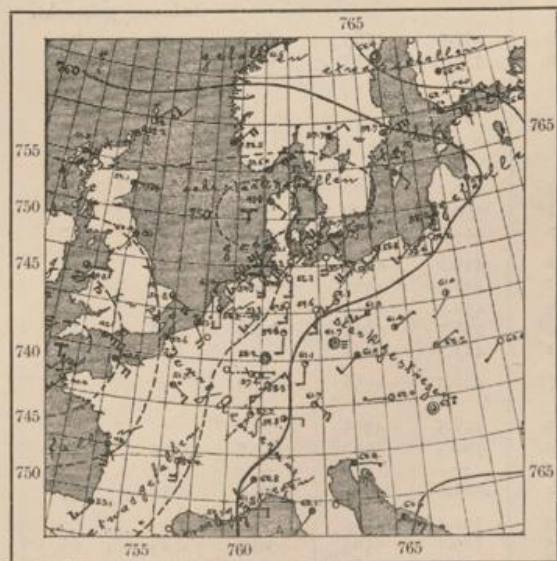
Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde—1090 m: 0.84° p. 100 m.

Wetterlage: Vorderseite sehr ausgedehnter Depression; Berlin speciell liegt südöstlich eines Theilminimums, doch noch im Grenzgebiete zwischen Anticyklone und Cyklone.

Die Temperatur-Abnahme ist sehr rasch in der unteren Hälfte der erforschten Schicht, nämlich 1.06° p. 100 m, langsamer in der oberen (540—1090 m): 0.62° p. 100 m. Wenn man jedoch die wirkliche Scheidelinie sucht, so findet sie sich bei ca. 850 m: bis dahin 8° Temperaturdifferenz auf 806 m (in mittl. Höhe von 846 m war die Temperatur 8.7° nach 7 Auswerthungen), also 0.99° p. 100 m oder genau adiabatischer Gang; darüber Umkehr- und isotherme Schicht, mit einer Durchschnittsabnahme von nur 0.24° p. 100 m. Wahrscheinlich bezeichnet die Höhe von 850 m die ungefähre untere Grenze des absteigenden Stromes aus der Anticyklone, bezw. der Mischzone, worüber weiter unten. Bis zu dieser Höhe dagegen herrschte Aufsteigen vor, sowohl in Folge der Erwärmung am Boden (es war sonnig und fast wolkenlos), als auch der heranrückenden Depression. Die relative Feuchtigkeit hatte vom Erdboden an zwar ganz regelmässig zugenommen, jedoch in 850 m erst 68% erreicht. Hier aber war dem weiteren Aufsteigen eine Schranke gezogen, und nun trat bezeichnender Weise zum ersten Male schwaches Sinken der Feuchtigkeit von durchschnittlich 68% in 850 m¹⁾ auf 62—66% in 915—1050 m ein; so konnte es zu keiner irgendwie erheblicheren Cu-Bildung kommen. Leider schneidet der Aufstieg wenig über dieser Grenze ab; ob etwas höher nicht viel grössere Trockenheit und dann Wiederzunahme der Feuchtigkeit nach oben, wie sie der absteigende Strom ja voraussetzt, sowie rasche



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.



1. Oktober 1899. 8^a. Isobaren.

¹⁾ Zwischen 800 und 900 m wurden wiederholt 70% registriert; in die Tabelle konnte, wie stets, nur eine kleine Auswahl von Werthen aufgenommen werden.

Temperatur-Abnahme herrschte, lässt sich nicht feststellen. Die Schicht 850—1100 m stellt wohl erst die isotherme Mischungszone (Uebergangszzone) dar — vergl. «Wissenschaftliche Luftfahrten» —, vielleicht sogar erst einen Theil derselben.

Da die Schicht mit rascher Temperatur-Abnahme und Annäherung an labiles Gleichgewicht nur so geringe Mächtigkeit hatte und bereits über 850 m Luftmassen von grosser Stabilität und anticyklonalem Charakter sowie anderer Strömungsrichtung lagen, so war nur ein sehr zögernder Vorstoss des Minimums nach dieser Seite hin zu erwarten. In der That war wohl am nächsten Morgen Regenwetter eingetreten, doch nur bis zum 10^o-Meridian nach Osten zu (Linie Kiel-Hannover), während in Berlin der Wind sogar noch von SW über S nach SE zurückdrehte. Nur wurde es wolkiger und die Cirren zogen bereits aus SW auf.

No. 2/3.

3. Oktober 1899. 8. Internationale Fahrt.

No. 2. Fahrt des Vereinsballons I.

Wasserstoff-Füllung. Der Ballon erhält nur 800 cbm Gas auf 1280 cbm Inhalt.
Beobachter: Prof. Hergesell, Berson.

Zeit		Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h	m	mm	m	C°	mm	° o	C°			
9	0 ^a	—	45	12.8	8.07	73	—	8 ¹ cu,	—	Abfahrt von der Luftschiffer-Abtheilung, sehr frischer, böiger West; mit Schwierigkeit am Tau hochgelassen. Infolge schwieriger Abfahrt konnten die Instrumente erst nach dem Aufstieg montirt werden. Rüdersdorf; Wind W 16.7 m p. s.
	9	758.4	"	12.4	—	—	—	a-cu.	—	
	34	612.6	1798	1.2	—	—	—	—	—	
	39	—	—	—	—	—	—	—	—	
	42 ¹ / ₂	545.2	2730	— 3.6	—	—	—	—	—	
	45 ¹ / ₂	521.4	3082	— 6.4	—	—	—	—	—	
	46	503.5	3356	—	—	—	—	o	10	
	48	488.7	3590	— 7.4	—	—	—	—	—	
	50	468.8	3915	— 9.2	—	—	—	—	—	
	51 ¹ / ₂	457.1	4115	— 11.1	—	—	—	—	—	
	56	445.5	4315	— 12.5	Mit den Feuchtigkeitsbeobachtungen kann noch nicht angefangen werden.	34.5	—	o	7—8 cu, a-str.	
10	0	442.9	4362	— 12.3	—	22.9	—	—	—	
	3	440.1	4413	— 12.9	—	24.5	—	—	—	
	17	442.2	4375	— 12.8	—	26.0	—	—	—	
	21 ¹ / ₂	434.2	4513	— 14.6	—	—	—	—	—	
Asp. Psychrometer gleitet aus der Befestigung heraus, mühsam wieder in Ordnung gebracht.										
	50	430.2	4585	— 13.8	0.96	60	26.3	o	7—8	Golzwow, WzS 18.8 m p. s. Wolken unten von N nach E zu geschlossen. Wir sind schon jenseits der Oder; die Erde ist nun bis zur Weichsel stets nur ganz vorübergehend sichtbar, weshalb genaue Orientirung unmöglich. Offene Erde kommt von W näher.
11	6	454.0	4173	— 11.1	1.32	67	33.6	—	—	
	13	460.2	4070	—	—	—	—	—	—	
	21	452.6	4200	—	—	—	—	—	—	
	22	449.7	4250	— 10.1	1.63	77	33.1	—	—	
	28	449.6	4253	—	—	—	—	—	—	
	32	431.9	4562	— 13.2	1.20	72	33.7	o	7—8	
	35	432.9	4545	—	—	—	—	—	—	
	48 ¹ / ₂	428.7	4624	— 14.8	1.04	71	38.8	—	—	
	51 ^a	427.7	4642	—	—	—	—	—	—	
12	17 ^b	408.3	4998	— 15.6	—	—	—	—	—	
	19	408.5	4995	—	—	—	—	—	—	
	24	394.5	5260	— 17.7	0.54	47	36.2	—	—	
	27	—	—	—	—	—	—	—	—	
	34	382.0	5459	— 19.2	0.59	63	37.7	o	8	
	39	391.3	5320	—	—	—	—	—	—	
	45	389.1	5364	— 19.7	0.65	66	31.9	—	—	
	48	372.9	5683	—	—	—	—	—	—	

Wir sind über dem Netzbruch bei Schneidemühl.
Wir fangen mit Sauerstoffathmung an.

Zeit		Luft- druck reduc. mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung mm	Relative Feuchtig- keit %	Aktino- metrische Differenz C°	Bewölkung		Bemerkungen
h	m							oben	unten	
12	52 ^D	366.4	5815	-21.7	0.21	30	37.5	—	—	Prof. Hergesell leidet etwas an Schlaf- sucht. Im Abstieg 5 Sack Ballast verbraucht. Vertikal über der Weichsel bei Frie- drichsbruch, zwischen Fordon und Kulm. WSW 21.4 m p. s.
	54	364.3	5858	—	—	—	—	—	—	
	57	356.7	6014	-23.1	0.10	14	—	—	—	
1	3	361.1	5923	—	—	—	—	—	—	
	9	347.6	6205	-25.1	0.08	13	28.4	—	—	
	15	343.3	6300	-25.2	0.14	23	—	—	—	
	22	328.2	6625	-28.1	0.08	17	23.6	—	—	
	45	475.8	3810	-8.6	1.54	64	27.1	—	—	
	50	561.7	2490	—	Instrumente verpackt.		—	—	—	
	58.3	598.3	1987	—	—	—	—	—	—	
2	28	Gute Landung bei Lissewo (Kreis Graudenz, Westpreussen), nach kurzer Schleif- fahrt; Sauerstoffflasche musste als Nothballast gebraucht werden.								
3	10 ^D	—	—	ca. 14.0	—	—	—	7 cu.	—	

Mittlere Richtung: N 74° E. — Dauer der Fahrt: 5 St. 19 Min. — Länge: 375 km. — Mittlere Geschwindigkeit: 19.6 m p. s.

No. 3. Fahrt des Vereinsballons II.

Leuchtgasfüllung. Führer: Dr. Süring. Mitfahrende: Prof. Forel, Prof. Wiechert, Dr. Thilenius.

Zeit		Luft- druck reduc. mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung mm	Relative Feuchtig- keit %	Sonne	Bewölkung		Bemerkungen
h	m							oben	unten	
8	45 ^a	758.2	45	—	—	—	—	—	—	Abfahrt von d. Luftschißer-Abtheilung. Rixdorf, Wind W, 11 m p. s.
9	39	758.6	"	12.3	7.7	72	☉ ¹	—	—	
	48	—	—	—	—	—	—	—	—	
	49	713.0	559	—	—	—	—	—	—	
	50	709.4	602	7.0	5.79	77	—	—	—	
	53	708.8	608	—	—	—	—	—	—	
	55	704.1	664	—	—	—	—	—	—	
	57	693.0	797	—	—	—	—	—	—	
	58	695.3	768	6.4	5.26	73	☉ ¹	—	—	
10	3	688.0	854	—	—	—	—	—	—	
	4	689.8	832	5.0	5.01	76	—	—	—	
	8	678.1	971	4.0	4.82	78	—	—	—	
	11	680.4	942	—	—	—	☉ ¹	3 ¹ ci-cu	1 ¹ fr-cu	
	16	669.0	1082	—	—	—	—	—	—	
	23	656.8	1230	—	—	—	—	—	—	
	25	656.0	1240	3.2	4.40	76	—	—	—	
	28	648.8	1330	2.1	4.31	80	—	—	—	
	29	657.0	1228	—	—	—	—	—	—	
	30	656.0	1240	—	—	—	—	—	—	
	34	640.0	1444	2.1	4.48	84	—	—	—	
	35	640.0	1444	—	—	—	—	—	—	
	41	618.0	1730	0.5	4.01	83	—	—	—	
	43	636.0	1495	—	—	—	—	—	—	
	47	613.6	1789	1.2	3.88	77	—	—	—	
	56	603.9	1917	0.7	3.21	66	☉ ²	5 ¹ cu	o	
11	5	602.2	1940	0.4	3.33	70	—	—	—	
	9	598.0	1995	—	—	—	—	—	—	
	19	598.0	1995	0.1	3.19	69	—	—	—	
	25	588.6	2125	-0.5	3.07	70	—	—	—	
	27	584.8	2176	-1.0	3.15	73	—	—	—	
	30	581.7	2221	—	—	—	—	—	—	
	31	582.0	2217	-1.5	2.92	70	—	—	—	
	35	588.0	2129	-0.8	3.05	70	—	—	—	
	44	588.2	2126	—	—	—	—	—	—	
	48	580.0	2245	-1.6	2.96	74	☉ ²	o	9 ¹ cu	
12	0 ^a	582.2	2214	-0.8	3.33	75	—	—	—	
12	4 ^D	576.0	2302	-0.7	3.30	75	—	—	—	
	10	579.0	2263	—	—	—	—	—	—	
	12	573.9	2333	0.0?	2.90?	63?	—	—	—	
	16	570.3	2393	-1.1	3.18	74	—	—	—	

Ganz über Wolken, a-cu am Horizont.

Zeit		Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Sonne	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h	m	mm	m	°C	mm	%				
12	19 ^b	588.7	2133	—	—	—	—	—	—	Obere Wolkengrenze. In Wolken. " " " " Erde wieder sichtbar. Schillu. W 15.8 m p. s.
	21	609.0	1882	—	—	—	—	10	10	
	22	610.8	1821	0.6	4.65	97	—	10	10	
	29	619.0	1713	—	—	—	—	—	—	
	31	—	ca. 1400	—	—	—	—	—	—	
	32	653.0	1285	2.8	5.20	93	—	—	—	
	43	—	ca. 95	Nach ca. 100 m langer Schleiffahrt bei starkem Winde auf Roggenfeld in Lewitz bei Tirschtiegel, Provinz Posen, gelandet.						
12	50	—	—	14.5	8.62	70	☉ ¹	7 ¹ cu	—	

Mittlere Zugrichtung: N 88° E. Dauer der Fahrt: 3 Stunden 0 Min. Länge: 178.4 km. Mittlere Geschwindigkeit: 16.5 m p. s.

Ende September und Anfang Oktober 1899 tagte in Berlin der 7. Internationale Geographen-Kongress. Aus diesem Anlass fand sowohl eine Besichtigung des Aëronautischen Observatoriums durch den Kongress statt, wie auch in dessen Anwesenheit die ersten eigentlichen, mit Apparaten ausgerüsteten Drachen- und Ballon-Aufstiege in dem neuen Institut ausgeführt wurden. So gab denn auch das Beisammensein zahlreicher Meteorologen und Aëronautiker in Berlin Anlass, einen internationalen Ballonaufstieg zu veranstalten; ohnehin war seit dem letzten ein volles halbes Jahr verflossen.

Berlin betheiligte sich mit dem Aufstiege zweier bemannter und eines unbemannten Ballons. Den einen der bemannten führte der Unterzeichnete, der die Freude hatte, den Präsidenten der Internationalen Aëronautischen Kommission, Prof. Hergesell, zum Korbgenossen und Mitbeobachter zu haben; den andern steuerte Dr. Süring, dessen Führung sich drei Gelehrte von auswärts, als Gäste des Vereins für Luftschiffahrt, anvertraut hatten.

A. Fahrtbeschreibungen.

Ballon I. Bei kräftigem und sehr böigem West verliessen wir kurz nach 9 Uhr früh vom Tempelhofer Feld, neben der Kgl. Luftschifferabtheilung, die Erde; die eingeladenen Kongressmitglieder wohnten sehr zahlreich der stürmischen und einen etwas ungemüthlichen Anblick gewährenden Abfahrt bei. Der Ballon war zu nicht ganz $\frac{2}{3}$ seines Inhalts, und zwar mit reinem Wasserstoff gefüllt; infolgedessen und da ausserdem wegen des sehr schwierigen Abwiegens ein kräftiger Auftrieb genommen werden musste, ging er ohne Ballastauswurf dauernd ansteigend in der ersten Stunde bis über 4000 m empor und es war Aussicht vorhanden, bis zu 7000 m Höhe erreichen zu können. Wir fanden sofort eine Windgeschwindigkeit von 15 m und darüber, sodass nach einer halben Stunde schon Rüdersdorf überflogen wurde, wo wir bei ca. 2400 m bereits die untere Wolkenmasse zu unseren Füßen hatten. Kurz vorher konnte erst mit den Ablesungen angefangen werden, da wir an eine Montirung der Instrumente vor der Abfahrt wegen des schweren Windes nicht hatten denken können, und dieselben erst während des Aufsteigens angebracht sowie zum Beobachten eingerichtet wurden. Bis zur Oder etwa war der Ausblick auf die Erde, wenn auch nicht frei, so doch zwischen den Wolken hindurch genügend offen, um Orientirung und Festlegung einiger Punkte zu gestatten; wir ersahen daraus, dass die Geschwindigkeit zwischen 2000 und 4000 m Höhe weiter zugenommen hatte; die Richtung war anhaltend nach E, jetzt mit wenigen Graden Nordabweichung. Von der Oder bis zur Weichsel waren bloss von Zeit zu Zeit ganz kleine Theilchen der Erdoberfläche sichtbar, aus denen wir nur entnehmen konnten, dass unsere Flugrichtung sich nicht wesentlich änderte, also eine zu grosse Annäherung an die See nicht zu befürchten war, und dass wir uns im weiteren Verlaufe der Fahrt irgendwo über dem weiten morastigen Gebiete des Warthe- und Netze-Bruches befanden. In der zweiten Fahrtstunde liess ich den Ballon in der mit dem ersten Auftrieb unter Gasausdehnung erreichten Höhenschicht von 4000 — 4500 m treiben, besonders da mit den Feuchtigkeitsbeobachtungen wegen Instrumentenstörung erst sehr spät begonnen werden konnte; von 11¹/₄ Uhr an begannen wir erst unter Ballastauswurf, zunächst allerdings nur ganz stufenweise, höher zu gehen. Nach einer Stunde waren 5000 m erreicht und nun trieb ich den Ballon energisch hoch, indem stets abwechselnd ein ganzer grosser Ballastsack abgeschnitten und eine vollständige Beobachtungsreihe ausgeführt wurde. Bei ca. 5300 m wurde mit der Sauerstoffathmung angefangen; kurz vor 1 Uhr erreichten

wir eine Erhebung von 6000 m, um 1.22 die grösste Höhe von 6625 m. Der Ballastvorrath hätte es wohl gestattet, etwa noch einen bis 1½ Sack zum Höhersteigen zu verbrauchen, und damit rund 7000 m zu erklimmen; doch war mein Korbgenosse in der beträchtlichen nun erzielten Höhe bereits recht schwach geworden und zeigte Neigung zu Schlafsucht und Ohnmacht (wir hatten allerdings in der Nacht vorher kaum geschlafen), so dass es rathsamer erschien einzuhalten. Der Abstieg dauerte rund eine Stunde, wobei der Ballon zweimal, bei etwa 1300 m und kurz vor dem Aufliegen des Schlepptaues, anhielt und ein kurzes Wiederansteigen eintrat. Bei 2500 m hatten wir indessen die Erde wieder in Sicht bekommen, und zwar befanden wir uns senkrecht über einem grossen Fluss, den ich sofort als die Weichsel erkannte; weit ausgebreitet lag nach Norden das ganze Land bis zum »Werder« und der Danziger Bucht die am fernen Horizonte herüberschimmerte. Zum Ueberfliegen eines grösseren Sees wurde es dann noch in Ermangelung anderen Ballastes nöthig, die stählerne Sauerstoffflasche zu opfern, und nach ganz kurzer, rascher Schleiffahrt gelang es um 2^h 28^m den Ballon, nachdem er in wenig über 5 Stunden 375 km Weglänge zurückgelegt hatte, auf einer Feldmark in Lissewo, südlich von Graudenz, zum Stehen zu bringen. Ballon, Apparate und Insassen waren unbeschädigt; am Abend traten wir über Bromberg die Rückkehr nach Berlin an, wo bereits am nächsten Morgen Prof. Hergesell in einer Plenarsitzung des Kongresses einen Vortrag »über die internationalen Ballonfahrten« hielt.

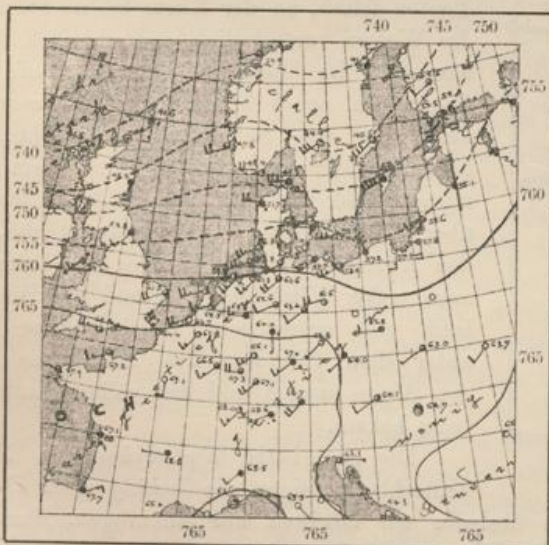
Ballon II. An der zweiten, von Dr. Süring geleiteten Ballonfahrt dieses Tages beteiligten sich Prof. F. A. Forel-Lausanne, Prof. Wiechert-Göttingen und Dr. Thilenius-Strassburg. Der Ballon wurde mit Leuchtgas voll gefüllt, und es waren daher seine Vertikalbewegungen leicht und schnell zu regeln.

Bei dieser Fahrt sind zum ersten Male im Ballon Messungen der luftelektrischen Zerstreuung angestellt (Beobachter: Prof. Wiechert). Da jede derartige Messung etwa 20 Minuten beanspruchte, wurde stufenweise in die Höhe gegangen und ausserdem versucht, sich möglichst lange in grosser Nähe von Wolken aufzuhalten. Die hier eintretenden auf- und absteigenden Luftströme störten vielfach die Gleichgewichtslage und forderten grosse Ballastmengen. Höhe und Länge der Fahrt sind deshalb relativ gering. Beim Abstieg ging der Ballon durch die Haufenwolken hindurch und war erst am Schlepptau wieder abzufangen, so dass schon nach 3 Stunden etwas abseits von Eisenbahnverbindungen, aber auf günstigem Gelände bei Lewitz in Posen die Fahrt beendet wurde.

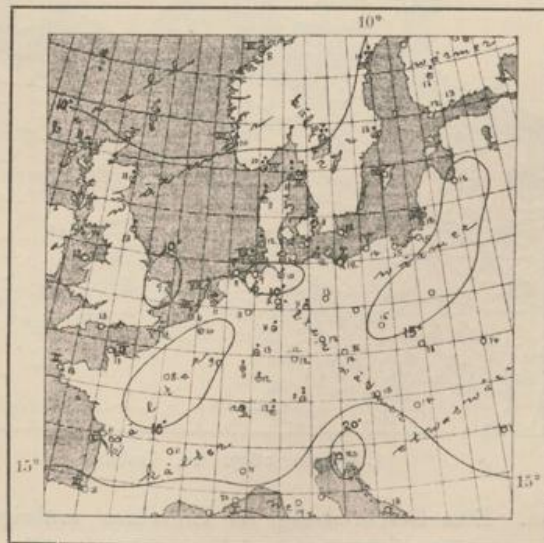
Die Beobachtungen über Windrichtung in der Höhe sind zum grossen Theile von Dr. Thilenius angestellt, während Dr. Süring neben den allgemeinen meteorologischen Messungen den Cumulus-Bildungen besondere Aufmerksamkeit widmete. Ein Bericht hierüber ist in der Meteor. Zeitschr. 17, S. 177, 1900 erschienen.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Wie bereits bei der Disposition der Fahrten in Aussicht genommen war, bildeten die beiden Aufstiege ein zusammenhängendes Ganze, insofern als sich der zweite Ballon, der bei gewöhnlicher Leuchtgasfüllung 4 Passagiere zu tragen hatte, auf die unteren 2500 m beschränken musste, der Ballon I aber ander-



3. Oktober 1899. 8^o. Isobaren.



3. Oktober 1899. 8^o. Isothermen.

seits in Folge unvollständiger Füllung gerade diese unteren Schichten sehr rasch — und wie oben bemerkt, fast ohne dass Beobachtungen gemacht werden konnten —, durchleitete. So bildeten denn die Ablesungsreihen

beider Ballons nur eine einzige zusammenhängende Reihe, bei der allerdings die Schichten zwischen 2500 und 3500 nur mit ein paar Ablesungen vertreten sind. Da die Abfahrtszeit der zwei Aërostaten nur 25 Minuten auseinanderliegt und auch die Flugbahnen nicht beträchtlich von einander abweichen (der zweite Ballon behielt die südlichere Richtung, die auch No. I. in den geringeren Höhen eingehalten hatte), so kann die aus beiden zusammengestellte eine Reihe, aus der die weiter unten folgende Temperatur-Tabelle und die graphische Darstellung abgeleitet sind, als eine ziemlich homogene betrachtet werden.



3. Oktober 1899. 7^h. Isobaren.



3. Oktober 1899. 7^h. Isothermen.



3. Oktober 1899. 2^p. Isobaren.

Die Wetterlage. Seit dem 30. September hatte sich eine vor dem Kanal liegende Depression mehr und mehr über West- und Nordeuropa ausgebreitet. Mehrere Minima zogen in rascher Folge nach Nordosten vorbei; das am Tage der Ballonfahrt die Situation beherrschende hatte am 2. Oktober früh auf der Nordsee östlich von der englischen Küste gelegen, sich jedoch im Laufe des Tages rasch nach Norden entfernt. Unter starkem Ansteigen des Barometers und Drehung der Isobaren aus nahezu meridionaler in westöstliche Richtung verschob sich die Lage zum 3. Oktober derart, dass nun der hohe Luftdruck im Süden, der niedrige im Norden lag; das Minimum befand sich um 8 Uhr früh vor der norwegischen Küste in der Nähe des Polarkreises. Der Wind war demgemäß in Deutschland nach WSW bis W herumgegangen und bei den starken Gradienten frisch, an der Küste bis zu Stärke 7, das Wetter veränderlich und ziemlich kühl, besonders im Westen. Da im Laufe des Tages ein neues Minimum vom Ocean in der Nähe von Schottland herannahte, so hörte der Barometer-Anstieg bereits am Vormittag auf und am Nachmittage wehten über Deutschland wieder südwestliche, an den Küsten stürmische Winde; hier herrschte auch trübe Witterung, während das Binnenland viel schwächere Luftbewegung und unter dem Einflusse des Maximums über den Alpen zum Abend fast völlige Aufheiterung bekam.

Die specielle Wetterlage in Norddeutschland zeigen die beifolgenden Detailkarten. Eine Beschreibung im Einzelnen erübrigt sich deshalb; wir möchten nur hinzufügen, dass ein Isothermen-Kärtchen für 2^p nicht gegeben wurde, da die Wärmevertheilung eine äusserst gleichmässige

geworden war und die Temperatur im Flachlande und in den Thälern überall zwischen 13⁰ und 15⁰ (oder wenige Zehntel darüber) lag, mit Ausnahme von Schlesien, wo sie stellenweise 16⁰ überschritt.

Zunächst geben wir für die Temperatur-Verhältnisse eine Tabelle und eine graphische Darstellung. Die Einrichtung der Tabelle ist genau dieselbe, wie bei den in Bd. III, S. 5—55 des Werkes »Wissenschaftliche Luftfahrten« für die älteren Fahrten niedergelegten; wir verweisen deshalb auf die dort auf S. 5 gemachten Vorbemerkungen. Auch die graphische Darstellung (»Zustandskurve«) entspricht völlig den in Bd. II dieses Werkes für jede Fahrt gegebenen.

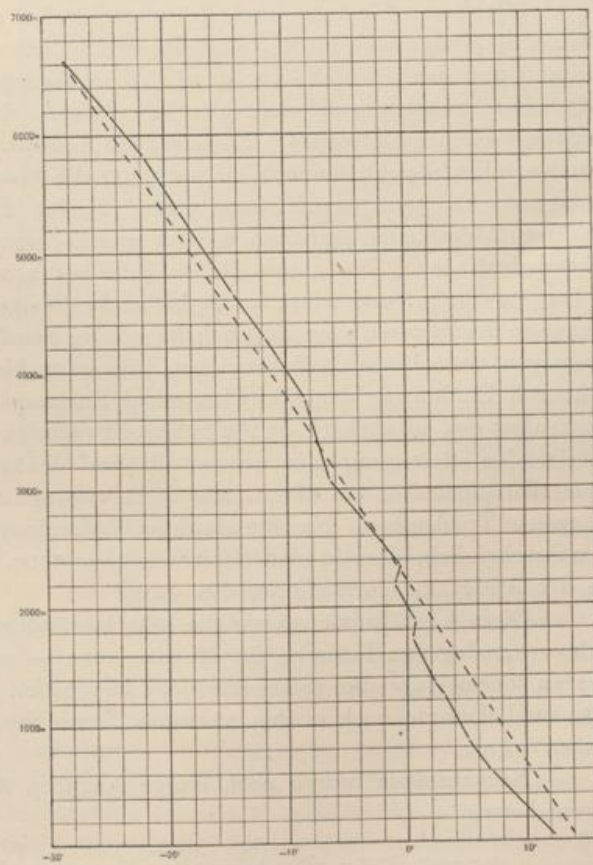
Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m				
Erde	45	557	12.3 (13.0)	-5.3	-0.95	—	Erde — 857	812	-7.2 (-7.9)	-0.89 (-0.97)				
0—500	—		—											
500—750	602	255	7.0	-1.9	-0.75	1	857—1877	1020	-4.4	-0.43				
750—1000	857	383	5.1	-1.9	-0.50	3								
1000—1250	1240	113	3.2	-0.9	-0.80	1								
1250—1500	1353	377	2.3	-1.8	-0.48	3								
1500—1750	1730	147	0.5	+0.2	+0.14	6								
1750—2000	1877	307	0.7	-1.75	-0.57	6								
2000—2250	2184	159	-1.05	+0.45	+0.28	3					1877—2730	853	-4.3	-0.50
2250—2500	2343	387	-0.6	-3.0	-0.78	1								
2500—3000	2730	352	-3.6	-2.8	-0.80	1					2730—3772	1042	-4.8	-0.46
3000—3500	3082	690	-6.4	-2.0	-0.29	3								
3500—4000	3772	514	-8.4	-3.4	-0.66	7	3772—4656	884	-6.0	-0.68				
4000—4500	4286	370	-11.8	-2.6	-0.70	5								
4500—5000	4656	705	-14.4	-4.5	-0.64	3	4656—5815	1159	-7.3	-0.63				
5000—5500	5361	454	-18.9	-2.8	-0.62	1								
5500—6000	5815	358	-21.7	-2.8	-0.78	3	5815—6625	810	-6.4	-0.79				
6000—6500	6173	452	-24.5	-3.6	-0.80	1								
Ueber 6500	6625		-28.1											

Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 6625 m:

Zeit	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
1 22 ^h	6585	43.2	-0.66 ^o

Tabelle und Kurve zeigen, dass im allgemeinen drei Schichten unterschieden werden können: eine untere und obere mit rascher, und eine dazwischenliegende mittlere mit durchschnittlich viel langsamerer, unregelmässiger und von Inversions-schichten unterbrochener Temperatur - Abnahme. Wenn die Grenzen nach den 1000 m-Schichten gezogen werden, so kann man auch die Zonen bis 1000 m und wieder von 4000 bis zur grössten Höhe von 6625 m als diejenigen mit starken vertikalen Temperatur-Gradienten, dagegen die mächtige 3000 m dicke Schicht zwischen den beiden als die durch eine viel langsamere Abnahme charakterisirte bezeichnen.

Zweifellos sind es nun die beiden wolkenfreien Zonen: diejenige unterhalb der Basis der kräftig entwickelten Cumulusmassen, im Trockenstadium des aufsteigenden Stromes, und die bereits über aller Wolkenbildung gelegene, welche rasches und gleichmässiges Gefälle zeigen — die untere sogar ein völlig die Grenze des labilen Gleichgewichtes erreichendes von 0.9^o bis 1^o p. 100 m, die obere fast 0.7^o p. 100 m —, wogegen die Zwischenschicht mit im



3. Oktober 1899.

Durchschnitt nur 0.46° p. 100 m vertikaler Temperatur-Abnahme der Zone der Wolkenbildungen entspricht. Im Einzelnen waren jedoch die Verhältnisse erheblich mehr verwickelte. Zunächst muss hervor-gehoben werden, dass zwei Wolkenschichten auftraten, wenigstens auf der sich mehr der Depression nähernden Bahn des höherliegenden Wasserstoffballons I., wogegen der südlichere Ballon II. nur Cumulusbildung bis rund 2000 m angetroffen zu haben scheint. Die erste Verlangsamung des Gefälles auf $1/2^{\circ}$ p. 100 m zwischen 1000 und 1250 m entspricht ziemlich genau dem Eintritt in die unterste Haufenwolkenmasse: mit Ausnahme einer vorübergehenden Zunahme des Gefälles, welche übrigens nur 100 m umfasst (1240—1350 m Höhe), bleibt dieses nun anhaltend ein mässiges, $0.5-0.6^{\circ}$, oder es tritt direkt Umkehr auf, so zwischen 1730 und 1880 und wieder über 2200 m. Die Inversion bezeichnet wie gewöhnlich die obere Grenze der Cu-Bildung; da diese Grenze etwas unregelmässig war¹⁾, so erklärt sich das zwei-malige Auftreten dieses Phänomens durch die wechselnde Lage der Ballonbahn zu den Wolkenmassen.

Nun findet sich aber von 2300—3000 m an wieder rasche Temperatur-Abnahme (0.8° p. 100 m): es scheint dieses der wolkenfreien Zone oberhalb der an der Wolkengrenze zunächst auftretenden Inversionsschicht zu entsprechen. Dagegen umfasst die folgende 700 m mächtige Schicht mit knapp 0.3° p. 100 m (3080—3770 m) offenbar ebensowohl die obere Wolkenmasse als eine über derselben gelegene Störungsschicht. Da der Ballon II. diese Höhen nicht mehr erreichte, Ballon I. sie aber sehr rasch durchflog (in das Innere dieser oberen Wolken ist der Ballon garnicht gelangt, s. Fahrt-Beschreibung), so liegen hier nur folgende Notizen vor:

Höhe	3082	3356	3590	3810	3915
Temperatur	-6.4	oberste Wolkengrenze	-7.4	-8.6	-9.2

Auf 500 m beträgt also die Abnahme nur 1° ; und in der Mitte dieser 500 m, liegt die (von der Seite aus festgestellte) Wolkengrenze. Es ist demnach höchst wahrscheinlich, dass von 3080 m bis zur Grenze der Wasser-ausscheidung in 3350 m, mässige Abnahme herrschte — die adiabatische für gesättigte Luft bei den gegebenen Ausgangsbedingungen: $b=521$ mm, $t=-6.4^{\circ}$, ist -0.64° p. 100 m —, dass sich an dieser oberen Grenze eine Temperatur von -8.0 bis -8.5 vorfand, darüber aber eine Inversion von unbekanntem Betrage. Zwischen 3600 und 3900 m wird das Gefälle ein fast gleichmässiges, $0.55-0.57^{\circ}$; trotzdem die Ablesung in 3810 erst beim Abstiege 4 Stunden später und etwa 300 km weiter gemacht ist, fügt sie sich völlig gleichmässig ein.

Mit dieser Umkehr- und Störungszone bei etwa 3300—3600 m scheint auch eine Drehung des Windes, allerdings nach links, statt der gewöhnlichen nach rechts, zusammenzufallen. Aber dieser letztere Umstand und der jedenfalls nur unerhebliche Betrag dieser Schwenkung gestatten es nicht, auch in diesem Falle ohne weiteres von einer der in »Wissenschaftliche Luftfahrten« näher behandelten Grenz- oder Mischungszonen zu sprechen. Entscheidend könnten hierbei die Feuchtigkeitsbeobachtungen sein, um fest-zustellen, ob vielleicht dennoch bei ca. 3300 die Grenze aufsteigender Bewegung lag, wogegen die obere absteigende bis 3600 anzunehmen wäre. Leider konnte im oberen Ballon erst bei mehr als 4000 m mit diesen Ablesungen begonnen werden und so vermögen sie allerdings zur Lösung der obigen Frage direkt nichts beizutragen. Der untere Ballon hatte bis 2400 m eine auffällige Konstanz des Sättigungsgrades ge-funden, $70-84\%$, und selbst in der Nähe der Wolken war kaum eine Veränderung merklich; nur beim Ein-tauchen in die letzteren stieg natürlich die relative Feuchtigkeit, und zwar bis auf etwa 97% . Die Psychrometer-ablesungen des oberen Ballons zeigen von 4600 bis 5400 m ziemlich hohe Feuchtigkeit, $60-85\%$, und auch nach Einführung der Ekholm'schen Eisdampf-Korrektion $50-77\%$; erst über 5400 tritt plötzlich Trockenheit ein, nämlich $13-30\%$ relative Feuchtigkeit. Man könnte also erst hier an das untere Ende einer absteigenden Bewegung aus grossen Höhen denken: allerdings ist eine Wiederzunahme des relativen Wasserdampfgehaltes bis 6600 noch nicht wahrnehmbar, ja die grösste erreichte Erhebung zeigt nahezu die grösste Trockenheit. Nur die absolute Wolkenlosigkeit und tiefblaue Färbung des Himmels darüber macht es wahrscheinlich, dass in den Schichten über 7000, oder vielleicht erst noch höher, der absteigende Strom aus der Anticyklone erreicht worden wäre.

Diese Verhältnisse, sowie die sehr beständige, ja bis 6600 m Höhe eine leichte Krümmung nach links — analog den Isobaren im Meeresniveau — aufweisende Windrichtung machten es wahrscheinlich, dass an jenem Tage die grosse nördliche Depression bis in sehr beträchtliche Höhen unbestrittene Herrschaft hatte, und dass sie noch in den nächsten Tagen für die Witterungslage in Nordostdeutschland bestimmend bleiben würde.

Nachzutragen wären noch einige Angaben über Windgeschwindigkeit und Insulationsstärke. Die erstere betrug:

¹⁾ Der zweite Ballon notirt bei 1730 m »über grossen Wolken« und wiederum in 2125—33 m »dicht über Wolken« oder »obere Wolkengrenze«.

Höhe	0—1000	1000—2000	2000—4500	4500—6600
v	12—14	15—20	18,8	27,4 m p. s.
mittel	13,0	17,5		

Es zeigt sich somit ununterbrochene, ziemlich gleichmässige Zunahme nach oben; also auch hierin rein cyclonale, Verhältnisse ohne Andeutung einer Störungsschicht.

Die aktinometrische Differenz war der Jahreszeit entsprechend (s. Wissensch. Luftfahrten) nur mässig: 23—39°. Das Maximum trat bereits in 4600 m kurz vor Mittag (11^h 50^m) ein, wogegen in der grössten Höhe infolge der späteren Tageszeit (1^h 2^p) bezeichnenderweise bereits eine erhebliche Wiederabschwächung, von 39 auf 24°, beobachtet wurde.

No. 4.

5. Oktober 1899.

Aufstieg des Drachenballons „A“ in Verbindung mit Drachen.

Drachenballon 37 m³. 1400 m Kabel.

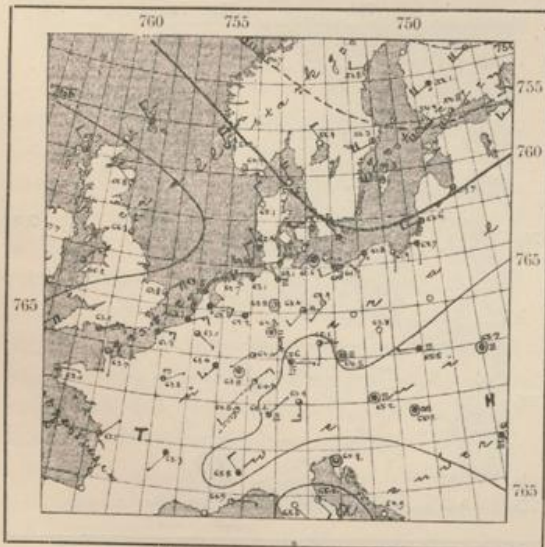
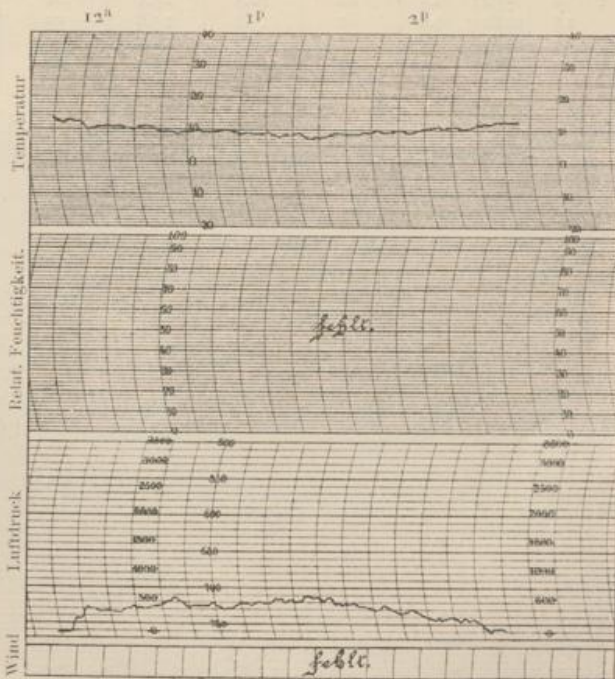
Bewölkung 9 str-cu, ∞¹⁻².

Zeit		See- höhe m	oben			unten		Zeit		See- höhe m	oben			unten	
h	m		Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	h	m		Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
11	52 ^a	40	—	—	—	14,5	—	1	45 ^p	460	11,6	—	—	15,5	69
	56	270	12,4	—	—	—	—	2	15	240	13,5	—	—	—	—
12	25 ^p	465	12,0	—	—	15,7	64		29	140	14,7	—	—	—	—
1	25	630	10,9	—	—	15,8	67		35	40	—	—	—	14,7	75

Mittlere Temperat.-Abnahme zwischen Erde—615 m: 0,82° p. 100 m.

Wetterlage: Anticyklonal; Berlin befindet sich am Nordabhänge des Hochdruckgebietes, doch in einer sehr flachen Rinne zwischen einem Maximum im E und einem vom Westen nachrückenden zweiten. Im Laufe des Tages kommt dieses letztere näher, wird entscheidend und der Wind geht von SW nach N bis NW herum. Der tiefe Druck liegt im hohen Norden und verlagert sich langsam östlich.

Das Bild der vertikalen Temperatur-Vertheilung macht zunächst einen sehr unregelmässigen Eindruck. Isotherme Schichten wechseln mit Schichten von sehr raschem oder wenigstens mittelstarkem Temperatur-Gefälle ab; zwischen 500 und 600 m scheint sogar Inversion aufzutreten. Die Aufstiegszeit, 12 bis 2^{1/2} p. m., fiel in die Zeit des Ueberganges vom Südwestwind zum Nordwestwind (siehe oben); es herrschte



5. Oktober 1899. 8^a. Isobaren.

fast reiner West, der sehr flau war und in Verbindung mit dem dunstigen Wetter der Lage einen unbestimmten Charakter zwischen anticyklonischem und cyclonischem Gepräge verlieh. Auch wird man kaum in der Temperatur-Vertheilung bis 600 m nach Vorläufern oder Anzeichen einer etwa mit der obenerwähnten Winddrehung verbundenen durchgreifenden Aenderung der Wärmeverhältnisse (Abkühlung bei Uebergang zur Nordströmung) suchen dürfen. Denn eine Aenderung, bezw. Abkühlung ist unten kaum eingetreten, wenigstens nicht in den nächstliegenden Gebieten: Magdeburg, Berlin und Breslau haben am 5. morgens bezw. SW, SW und S-Wind, am 6. alle NW,

die Temperatur-Aenderung ist aber $-2.6, +1.0, +1.6$. Eine ausgesprochene Wärmeabnahme trat erst im Westen und Nordwesten ein; im letzteren Gebiete nicht mit Winddrehung, sondern mit Uebergang von schon vorher herrschendem NW zu Windstille. Es ist also hierin eher ein Strahlungseinfluss zu sehen und im Allgemeinen eine zunehmende Einwirkung der Anticyklone. Für diese scheinen auch die dreimal auftretenden isothermen Störungsschichten Anzeichen zu bilden: einmal über dem Erdboden (und zwar zur Mittagszeit, also nicht in Nachwirkung der nächtlichen Bodenabkühlung), und noch zweimal in der freien Atmosphäre, besonders aber diese letzteren. Sonst ist es schwer, aus dem nur bis 600 m Höhe reichenden thermischen Querschnitt Folgerungen abzuleiten, umso mehr da in Folge einer Apparatschädigung beim Aufstieg weder Feuchtigkeits- noch Windaufzeichnungen erhalten wurden.

No. 5.

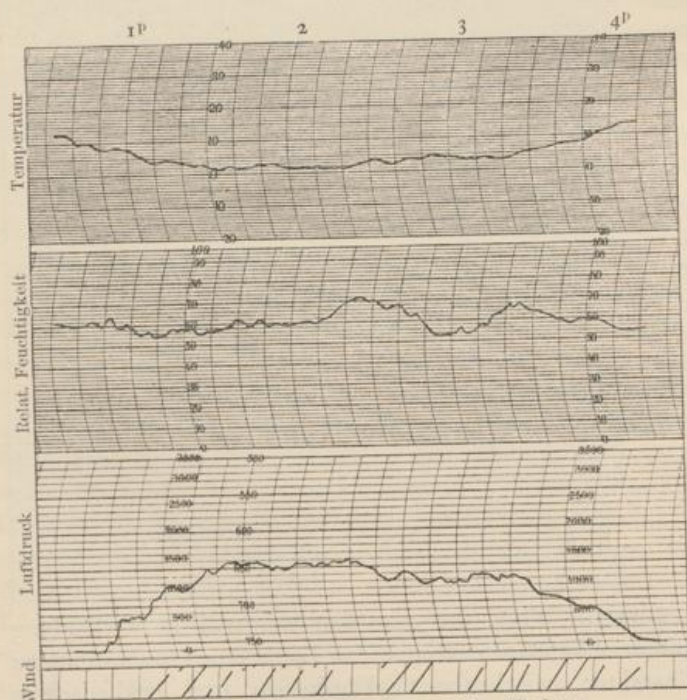
13. Oktober 1899.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (3.3 m²). 3000 m Kabel.

Bewölkung 4, cu im Abziehen, fr-cu aus NW, cu-mammati.

Zeit		Seehöhe m	oben			unten		Zeit		Seehöhe m	oben			unten	
			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %				Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %
12	41 ^p	40	—	—	—	12.6	67	2	45 ^p	1250	3.2	74	7.5—12.1	—	—
	50	140	10.8	66	—	12.1	68	3	24	1160	3.8	72	9.6—12.9	12.3	51
1	0	550	8.5	68	10.3	13.5	61		37	820	6.0	63	10.4	12.3	54
	15	1080	4.8	61	13.8	13.8	55		55	490	8.7	66	10.4	—	—
	32	1290	3.5	62	11.9	12.8	56	4	6	100	11.9	61.	—	—	—
2	22	1480	1.5	75	11.1	13.3	54		10	40	—	—	—	12.2	60



Bei dem vorliegenden Aufstiege sind die Verhältnisse bis rund 1500 m Höhe erforscht worden. In dieser Zone, etwa bei 1450 m, wurde eben die untere Wolkgrenze erreicht, welche das Instrument nach den direkten Wahrnehmungen zwischen 1400 und 1480 m wiederholt berührte. Wir hätten also die ganze Schicht vor uns, innerhalb welcher aufsteigende Bewegung stattfindet, ohne dass jedoch noch

Die mittlere Temperatur-Abnahme beträgt:

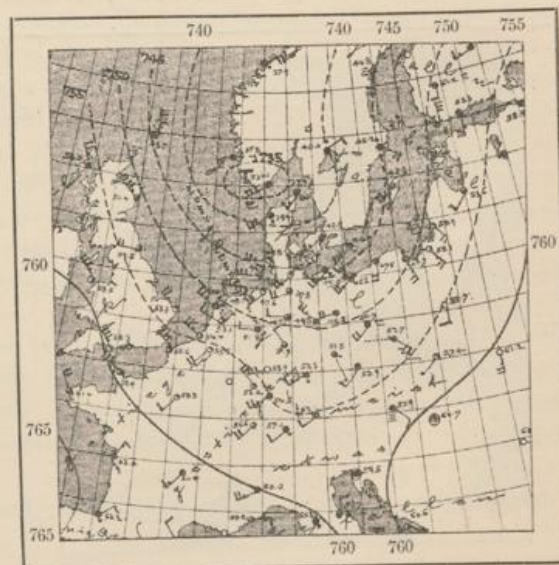
Erde— 560 m = 0.88° p. 100 m

560—1030 » = 0.72° » »

1030—1440 » = 0.68° » »

Durchschnitt Erde—1440 m: 0.79° p. 100 m.

Wetterlage: Südseite einer tiefen Depression (Minimum < 735 mm); bei Berlin W 4—5, früh bedeckt, dann etwas aufbrechend, kein Niederschlag. Um die Zeit des Aufstieges (mittags) lag das Minimum am nächsten und zog dann bei rasch steigendem Barometer nordwärts. Im Nord- und Ostseegebiete wehten starke bis stürmische Winde.



13. Oktober 1899. 8^a. Isobaren.

die Kondensationsgrenze erreicht wird; erst ganz am oberen Ende der erforschten Zone könnte dieses Letztere eingetreten sein. Allein die auch hier ein Maximum von nur 78 % aufweisende relative Feuchtigkeit spricht dagegen, dass der Apparat thatsächlich in die Wolken getaucht sein sollte; er dürfte nur von seitlich vorbeiziehenden fr-cu zeitweilig den Blicken entzogen worden sein.

Die Schicht Erde—1500 m zeigt nun zwar rasche Temperatur-Abnahme und im Allgemeinen zunehmende Feuchtigkeit, von 61—66 % unten bis 78 % in 1400 m Höhe, doch ist dieser Gang noch weit vom adiabatischen entfernt.

Besonders zeigt die Mittelzone (500—1000 m) starke Verlangsamung des Temperatur-Gefälles und eine Abnahme der Feuchtigkeit: ersteres sinkt von rund 0.9 auf 0.7° p. 100 m, letztere von 68 % bei 500 auf 61 % bei etwas über 1000 m. Auch im Abstieg findet sich ein sekundäres Feuchtigkeitsminimum bei 820 m. Diese Einlagerung einer relativ trockeneren Schicht mit viel langsamerem Temperatur-Gefälle, die Fortdauer des letzteren bis an die Wolkengrenze und das Faktum, dass die relative Feuchtigkeit in der Nähe der Wolkengrenze noch so erheblich unter dem Sättigungswerthe blieb, weisen darauf hin, dass auch nach den thermodynamischen Verhältnissen anzunehmen war, was schon der Augenschein zu lehren schien: nämlich, dass die rasch dahinfliegenden, aufbrechenden Wolkenmassen nicht eine nur vorübergehende Lockerung, sondern die Rückseite und Entfernung der Depression andeuteten. Thatsächlich verzog sich das Minimum rasch nach Nord und der 14. Oktober zeigte sehr charakteristisches »Rückseitenwetter«.

No. 6.

4. November 1899.

Drachen - Aufstieg.

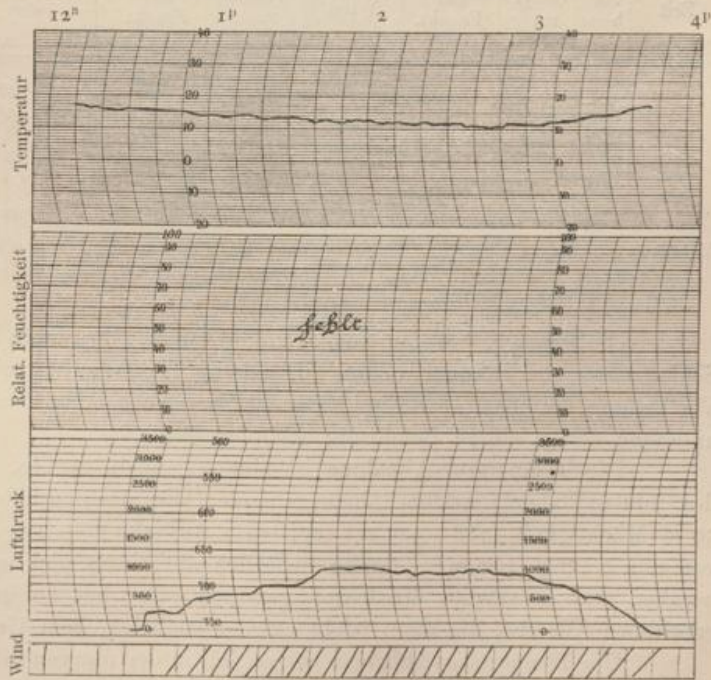
2 Drachen (3.9 m²). 3000 m Kabel.

Zeit h m	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	See- höhe m	oben			unten	
		Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
12 15 ^p	40	—	—	—	18.6	54	2 45 ^p	1080	11.8	—	11.1—13.9	—	—
31	»	Apparat auf			—	—	3 0	995	12.3	—	11.3	18.4	64
59	550	15.6	—	10.4	17.5	65	25	640	14.8	Regen- schauer	9.4	17.3	69
1 25	775	14.4	—	11.4—12.8	—	—	35	470	16.7	—	9.5	17.3	68
40	960	13.5	—	13.3—13.9	—	—	40	190	17.6	—	8.6	—	—
55	1116	13.5	—	11.9—12.9	—	—	42	40	Apparat unten			—	—
2 5	1070	13.1	—	bis 15.2	—	—	46	40	—	—	—	17.4	67

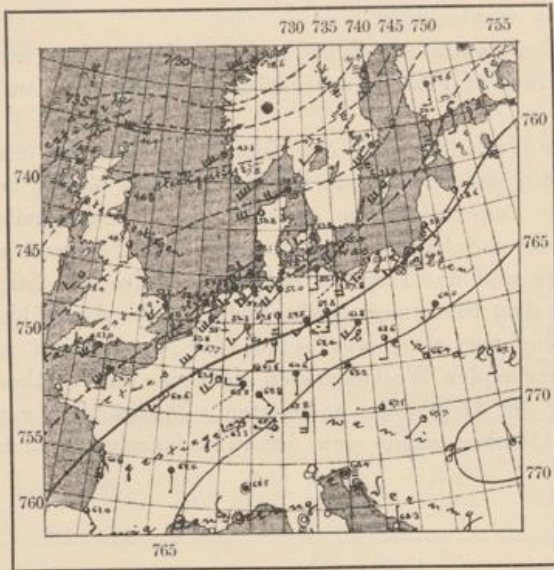
Mittlere Temperaturabnahme zwischen Erde—1100 m:
0.43° p. 100 m; im Abstieg jedoch Abnahme bis
1080 m von 0.63° p. 100 m, darüber Umkehr.

Wetterlage: Vorderseite einer tiefen Depression, deren Kern sich weit im Norden, vor der mittelnorwegischen Küste befindet. Berlin liegt noch näher der Anticyklone.

Es ist zwischen der Aufstiegszeit (12^{1/2}—2^p) und der Abstiegszeit (2—3^{3/4}^p) eine starke Abweichung im Gange der vertikalen Temperatur - Vertheilung wahrnehmbar. Beim Aufstiege ergab sich dieselbe bis 960 m als recht gleichmässig, und zwar fand sich eine ziemlich langsame Abnahme, rund 0.5° p. 100 m, darüber aber bis 1100 eine isotherme Schicht; die Abstiegskurve zeigt dagegen sehr grosse Unregelmässigkeit. Zwar findet sich bis etwa 950 m Höhe wieder die nahezu isotherme Schicht, aber darunter abwechselnd sehr rasche Abnahme — 0.8° bis mehr als 1.1° p. 100 m — und schwaches bis kaum merkliches Gefälle: 0.5°—0.15° p. 100 m. Da leider durch einen Zufall am Apparate



das Haarhygrometer ausser Funktion gesetzt war, so liegen keine Feuchtigkeitsaufzeichnungen vor; es fehlt also an dieser wichtigen Stütze sowohl für die Betrachtung im Allgemeinen, als speciell zur Entscheidung der Frage, ob etwa die Unterschiede zwischen Aufstiegs- und Abstiegskurve auf vorübergehendes Eintauchen des Apparates in Wolken zurückzuführen wären.



4. November 1899. 8a. Isobaren.

In der That stieg vom 4. zum 5. November das Barometer über Norddeutschland (in Berlin von 759.8 auf 764.3 in NW von 8ⁿ bis 8ⁿ), es klarte völlig auf und der Wind flaute, unter charakteristischer Rückdrehung nach SE, beinahe bis zur Stille ab. Der Jahreszeit gemäss kühlte es sich bei Annäherung der Anticyklone entsprechend ab, in Berlin um 4^o.

Jedenfalls ist festzuhalten, dass die Temperatur-Abnahme bereits bis 1000 m im Durchschnitt eine langsame, darüber hinaus fast unmerkliche war — ja es findet sich hier stellenweise auch direkte Umkehr vor — und dass ausserdem oben eine rapide, und für die nur mässige erreichte Maximalhöhe sehr beträchtliche Winddrehung eintrat: von SSW unten nach WzN oben, oder genauer (nach Azimutmessungen) um 81^o nach rechts. Diese letztere Richtung weicht schon nach rechts von der Isobare ab, sie führt demnach in wenig über 1000 m Höhe bereits gegen den höheren Luftdruck zu. Beide Erscheinungen: langsame Temperatur-Abnahme im Allgemeinen, sowie Isothermie mit rapider Windabschwengung gegen das Maximum zu in sehr geringen Höhen — also »Störungsschicht« — deuten nach unseren Erfahrungen auf zu erwartende Vorherrschaft des anticyklonischen Regimes, da dasselbe sich bereits in 1000 m Höhe ausprägt.

Barometer über Norddeutschland (in Berlin von 759.8 auf 764.3 in NW von 8ⁿ bis 8ⁿ), es klarte völlig auf und der Wind flaute, unter charakteristischer Rückdrehung nach SE, beinahe bis zur Stille ab. Der Jahreszeit gemäss kühlte es sich bei Annäherung der Anticyklone entsprechend ab, in Berlin um 4^o.

No. 7.

11. April 1900.

Drachen - Aufstieg.

1 Drachen (3.1 m²); 800 m Kabel.

Zeit	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Seehöhe	oben			unten	
		Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	m	C ^o	%	m p. s.	C ^o	%	h m	m	C ^o	%	m p. s.	C ^o	%
11 5 ⁿ	70	—	—	—	12.0	36	12 0 ⁿ	400	7.7	50	nicht registriert	—	—
10	Apparat auf	—	—	nicht registriert	—	—	1 30 ^p	270	8.8	48	—	—	—
25	115	11.2	36	—	—	—	48	360	8.1	48	—	—	—
37	320	8.4	43	—	—	—	2 18	40	Apparat unten.	—	—	13.5	46
50	570	6.0	50	—	—	—							

Mittlere Temperaturabnahme zwischen Erde und 570 m, je nach der Zeit unten: 1.2^o bis 1.42^o p. 100 m.

Wetterlage: Vorderseite einer umfangreichen atlantischen Depression (Minimum auf dem Europäischen Nordmeere); in Norddeutschland S- und SSW-Winde bei zunehmender Bewölkung und steigender Temperatur, an der Nordseeküste völlige Himmels-trübung mit Regen, stellenweise auch Gewitter.

Die geringe, bei dem vorliegenden Aufstieg erreichte Höhe gestattet es natürlich nicht, weitreichende Schlüsse aus den Registrierungen zu ziehen. Trotzdem ist ein so ausgesprochener Gang in der vertikalen Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit vorhanden, dass sich schon aus den Verhältnissen in den untersten 600 m einige Belehrung schöpfen lässt.

Die Temperatur-Abnahme ist eine ungemein rapide, ziffernmässig erheblich über den Grenzwert des labilen Gleichgewichts hinausgehende; die gelegentlich beim Abstieg in einer Schicht von kaum 50 m Mächtigkeit (288—335 m) registrierte Ausnahme — hier ergiebt sich ein vertikaler thermischer Gradient von nur 0.43^o p. 100 m — dürfte sicherlich auf einem nicht genügend raschen Mitkommen des Instrumentes beruhen und es möchte überhaupt gerathen sein, bei so geringen Höhendifferenzen auf die rechnerisch erhaltenen Werthe, die dann leicht extrem ausfallen, kein Gewicht zu legen.

Die Temperatur-Abnahme ist speciell in der unteren Hälfte bis rund 300 m stärker als bei adiabatischer Aenderung. Es scheint hier eine durch die Sonnenwirkung hervorgerufene Ueberhitzung der boden-

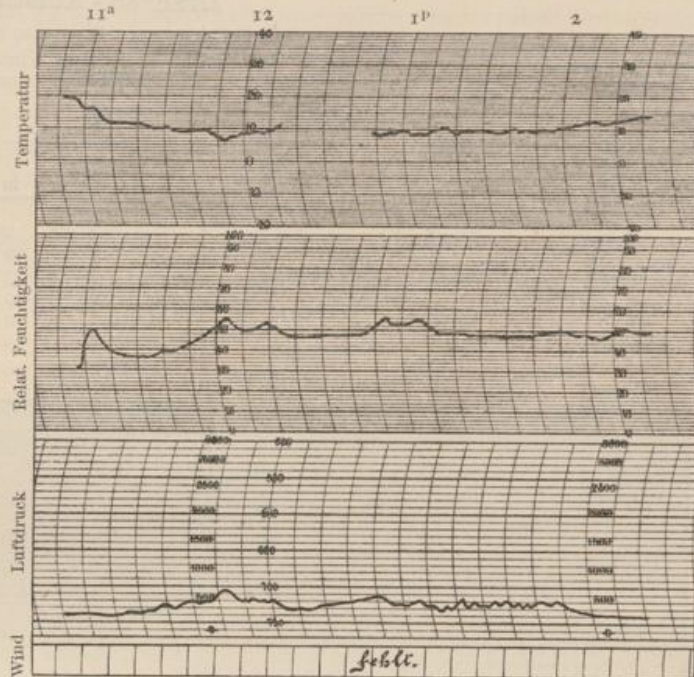
nächsten Luftmassen vorzuliegen, die bei dem unten schwachen Winde leicht zu solchen labilen Verhältnissen in dieser Zone führen konnte, besonders bei dieser Jahreszeit und Wetterlage, wo unten bereits der hohe Sonnenstand sich am Tage sehr fühlbar macht, während nach den Erfahrungen bei unseren Fahrten die höheren Luftmassen im Allgemeinen die grösste Abkühlung aufweisen. Natürlich wird dieser Gegensatz in erster Linie durch die Wetterlage bedingt sein; nur wird er im Frühjahr, an einem meist heiteren Tage und zu Mittag, sich leichter, bzw. in extremerer Form einstellen. Die Wetterlage aber postuliert nach den Feststellungen der letzten Zeiten beim Herannahen der Depression eine starke Abkühlung der freien Luftmassen.

Ueber 300 m herrscht etwa das dieser Wetterlage theoretisch entsprechende indifferente Gleichgewicht: und zwar erreicht nicht nur die Temperatur-Abnahme 1° p. 100 m, auch die relative Feuchtigkeit zeigt in ihrer Zunahme von 36 % unten auf 50 % in 570 m genau adiabatisches Verhalten¹⁾. Wir haben es an dem vorliegenden Tage mit recht typisch entwickelten Vorgängen zu thun: es herrschen die adiabatischen Verhältnisse einer theoretischen Depression, mit Ueberhitzung der untersten Luftschichten, da an der Vorderseite derselben bei südlichen Winden heiteres Wetter herrscht und der Sonnenstand bereits ein recht hoher ist.

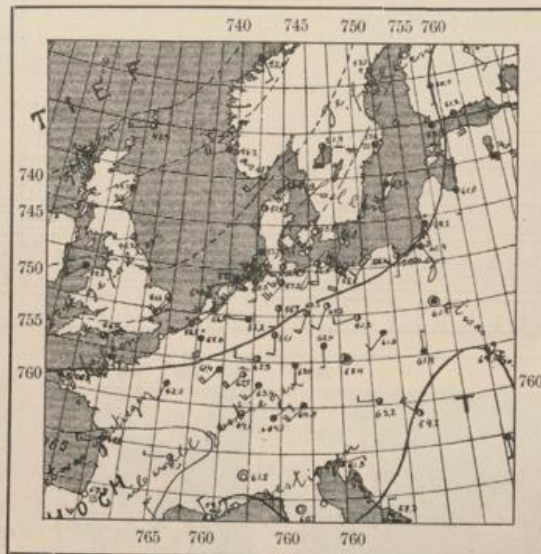
Dürfte man aus der Kenntniss der Zustände bis nur 600 m Höhe Schlüsse prognostischer Art ziehen, so war bei der Abwesenheit einer jeden Störungsschicht, die auf Einflüsse von Luftzufuhr aus dem Maximum (in der Höhe) hinweisen könnte, anzunehmen, dass die Depression sich in die unter labilem Gleichgewicht stehenden Schichten fortpflanzen werde. Dies war auch in vollem Masse der Fall: bereits am 12. April früh hatte ganz Deutschland bei erheblich gesunkenem Barometer trübes, meist regnerisches Wetter, wobei der Wind westlicher holte.

Da am 12. wieder ein Aufstieg stattfand, und zwar bis nahezu 2000 m Höhe, so sei hier gleich auf die Notizen zu diesem verwiesen.

¹⁾ Nach rechnerischer und graphischer Ermittlung; in rund 1800 m Höhe hätte sich, bei 610 mm Druck und -6° Lufttemperatur, Sättigung und Kondensation einstellen müssen. Allerdings geschah dies noch nicht zu dieser Zeit; doch nahm die Bewölkung bereits bis zum Abend rasch bis zu völliger Bedeckung zu.



11. April 1900.



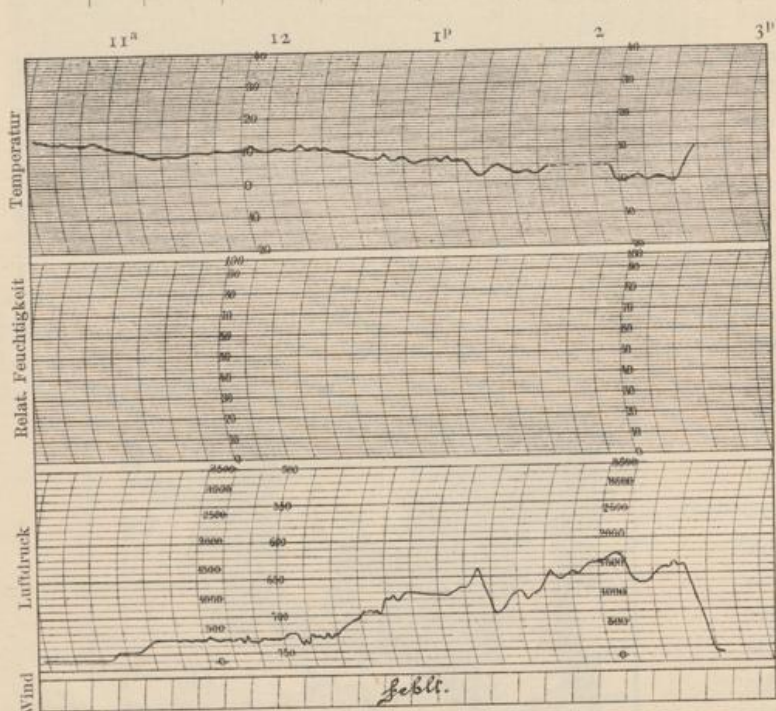
11. April 1900. 8^h. Isobaren.

No. 8.
12. April 1900.
Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (5.1 m²). 3000 m Kabel.

Himmel bewölkt, dicke untere cu, darüber fr-cu, 9¹/₂ Uhr ☉-tropfen, Wind S 25° W böig, 2-5, ☉ um 11 Uhr 25^a durchscheinend.

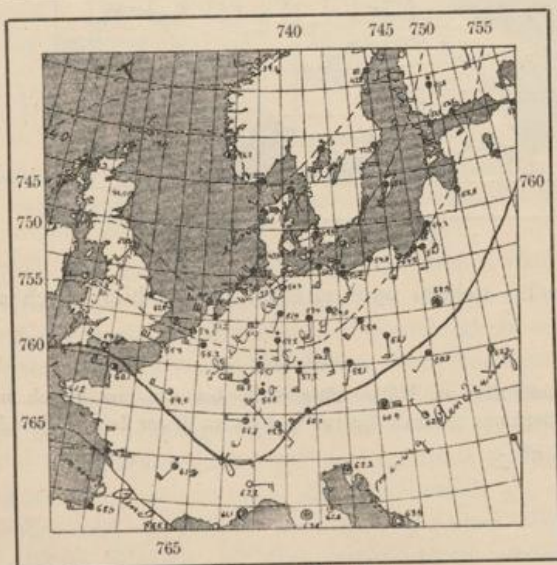
Zeit		See- höhe m	oben			unten		Zeit	See- höhe m	oben			unten	
h	m		Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %			h	m	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
10	55 ^a	40	Apparat auf			—	—	12	30 ^b	710	9.0	scheint	14.0	—
11	30	390	9.5	100	nicht registriert	13.6	65		50	1190	7.0	dauernd	14.6	—
	45	470	10.0	100		14.2	73		17	1520	0.5	Sättigung	12.1	—
12	10 ^b	300	10.7	100		14.3	62		30	1120	4.0	zu	11.2	—
									2	10	1880	-0.3	erreichen.	9.8
									30	1600	0.5		9.6	—



Mittlere Temperaturabnahme zwischen Erde und 1880 m: 0.54° p. 100 m.

Bezogen auf die Temperatur auf der Erde eine Stunde vor Erreichung der Maximalhöhe (14.9° um 1^b 4^m) ergäbe sich allerdings eine Abnahme von 15.2° auf 1840 m = 0.83° p. 100 m. Doch ist es sehr wahrscheinlich, dass auch in der Schicht 1000—2000 m erst zwischen 1 und 2 Uhr eine aperiodische starke Abkühlung eingetreten ist; für 1100—1200 m steht dies fest, denn hier ergibt das Mittel der Auswerthungen für 1 bis 1¹/₄ Uhr 7.0 in 1163 m Höhe, um 1¹/₂ bis 1³/₄ aber nur noch 3.6° in 1150 m.

Das in der Besprechung des Aufstieges vom Vortage nach den betreffenden Ergebnissen als wahrscheinlich hingestellte Vordringen der Depression nach Süden und Osten fand in der That in vollem Maasse statt und der 12. brachte für die Gegend von Berlin bereits windiges Regenwetter. Die vertikale Temperatur-Abnahme ist auch noch an diesem Tage eine sehr rasche. Erscheint auch der mittlere Werth für die ganze



12. April 1900. 8^a. Isobaren.

erforschte Schicht von nahezu 2000 m Mächtigkeit als kein hoher, so ist nicht zu vergessen, dass er sich erst für die Zeit findet, als bereits sich auch unten starke Abkühlung (um 4—5°), sowie zunächst schwacher, dann stärkerer Regenfall eingestellt hatte und ein grosser Theil der gesammten Schicht, etwa die Hälfte derselben, von Wolkenmassen erfüllt war. Es ist klar, dass um diese Zeit in der Schicht zwischen 1100 und 1900 m die Temperatur-Abnahme nicht mehr 0.9° pro 100 m betragen konnte, dass also bei durchgreifender Abkühlung der vertikale thermische Gradient sich auch jetzt nicht erheblich von dem für das Regenstadium bei den betreffenden Werthen von Druck und Temperatur geltenden adiabatischen entfernte. Die beträchtlichen Schwankungen zwischen den einzelnen Temperaturwerthen sind wohl in den unteren Schichten auf die erst langsam sich nach unten fortpflanzende, bei Eintritt der vollständigen Trübung und des Regens in unregelmässigen Luftfäden und Luftsäulen sich verbreitende Abkühlung zurückzuführen, in der oberen Hälfte

mässigen Luftfäden und Luftsäulen sich verbreitende Abkühlung zurückzuführen, in der oberen Hälfte

dagegen auf das abwechselnde Hineintauchen des Apparates in die Wolkenmassen und Heraustreten desselben in die wolkenfreien Zwischenräume. Dass dieses der Fall war, ergab die direkte Augenwahrnehmung.

Abgesehen von derlei unregelmässigen Schwankungen wurde aber bis 1900 m nirgends eine ausgesprochene »Störungsschicht« mit Trockenheit und Temperatur-Umkehr oder mindestens merklich verlangsamter Abnahme vorgefunden, welche auf Einbrüche des anticyklonischen Regimes in grösseren Höhen hätte schliessen lassen. So durfte denn noch nicht auf baldige Besserung des Wetters gerechnet werden; im Gegenteil war aus der vertikalen Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit, im Zusammenhang mit der Art des Windes¹⁾ und Barometerganges, auf Fortdauer von Trübung und Niederschlag zu schliessen. Thatsächlich brachte der 13. April sogar eine Verschärfung der Verhältnisse vom Vortage: bei Ausbildung sekundärer Depressionskerne über und in der Nähe von Südkandinavien, zunehmende Winde und stärkere Regenfälle. Die Auflockerung in der Wolkendecke und das vorübergehende schnelle Steigen des Barometers in den Nachmittagsstunden des 12. entsprachen nur dem raschen Vorübergange eines Rückens höheren Luftdruckes zwischen zwei gesonderten Kernen der grossen atlantischen Depression.

No. 9.

21. April 1900.

Aufstieg des Registrierballons „Continental“.

56 m³ H. Barothermograph Fuess, Russchreibung auf Nickelpapier, und Versuchs-Barothermograph Assmann, ohne Uhrwerk, Drehung der Trommel durch die Aneroiddosen.

Aufstieg 2^h 36^m a. m. Wolkenlos, absolut windstill. Ballon nach ESE, bei 900 m nach SE.

Zeit	Barothermograph Fuess							Barothermograph Assmann							
	Luft-	Tempe-	See-	Zeit	Luft-	Tempe-	See-	Luft-	Temperatur		See-	Luft-	Temperatur		See-
	druck	ratur	höhe		druck	ratur	höhe		druck	Auf-			Ab-	höhe	
h m	mm	C°	m	h m	mm	C°	m	mm	stie-	stie-	m	mm	stie-	stie-	m
2 36 ^a	771	8.5	40	40	330	-23.5	6620	771	8.5	14.0	40	520	1.1	-3.0	3258
40	640	11.0	1590	45	350	-22.5	6180	760	12.7	14.0	150	500	-1.5	-6.6	3570
45	535	6.0	3025	50	370	-21.5	5720	740	15.1	15.2	370	480	-2.1	-8.0	3893
50	450	-3.0	4360	55	390	-19.5	5315	720	15.9	15.0	600	460	-4.1	—	4226
55	385	-11.0	5420	4 0	415	-17.0	4760	700	15.9	15.5	835	440	-5.5	—	4572
3 0	330	-17.0	6650	5	445	-14.5	4390	680	14.0	14.4	1075	420	-6.5	—	4934
5	310	-20.5	7200	10	505	-12.5	3400	660	12.5	13.4	1325	400	-9.5	—	5310
10	290	-21.5	7620	15	570	-9.0	2330	640	10.4	11.2	1580	390	-12.0	—	5503
15	280	-22.0	7900	20	625	-6.5	1700	620	8.8	8.8	1840	?	—	—	—
20	278	-23.5	7955	25	660	-2.0	1260	600	6.9	5.5	2108	?	—	—	—
25	290	-24.5	7600	30	675	1.5	1100	580	6.0	3.0	2382	(290)	-25.2	—	—
30	295	-25.0	7475	35	735	3.5	420	560	4.3	0.6	2665	—	—	—	—
35	320	-24.0	6900	40	740	4.0	370	540	2.6	-0.6	2957	—	—	—	—

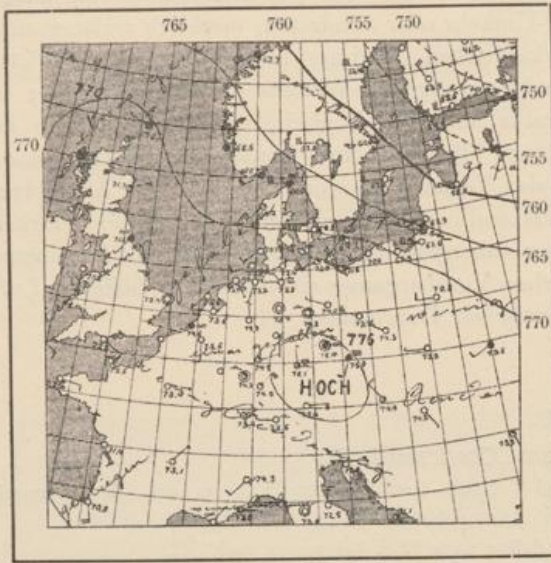
Landung 4^h 40^a bei Callinichen nahe bei Zossen. 46 km S 25° E. Fahrtdauer 2 Std. 4 Min., mittlere Geschwindigkeit 6.2 m p. s.

Vom 19. April an hatte sich ein hohes barometrisches Maximum mit mehr als 775 mm Druck, von West her kommend, langsam und an Höhe fast unverändert über Centraleuropa ausgebreitet: am Abend des 20. lag sein Kern etwa bei Magdeburg, am Morgen des 21., wie die auf S. 86 stehende Wetterkarte zeigt, zwischen Chemnitz und Prag. Ueber ganz Europa war der Luftdruck ganz ungewöhnlich gleichmässig vertheilt, nur nach Nordost zu war ein stärkeres Gefälle vorhanden, das durch eine bei dem Weissen Meere befindliche tiefe Depression veranlasst wurde. Fast überall war der Himmel wolkenlos, nur im Druckcentrum herrschte Nebel; vielfach war nachts starke Thaubildung erfolgt.

Am Aëronautischen Observatorium war die Temperatur, die am Abend 15^o betragen hatte, während der Nacht bei wolkenlosem, windstillem Wetter nicht unbeträchtlich gesunken; zur Zeit des Aufstieges des Ballons, 2¹/₄ Stunden vor Sonnenaufgang, wurde 8.5^o abgelesen; Nebel war nicht vorhanden, doch thaute es stark. Der gummirte Seidenballon »Continental« von 56 cbm Inhalt stieg mit starkem Auftriebe um 2^h 36^m a. m. auf und wandte sich nach ESE, schwenkte aber in einer Höhe von etwa 8—900 m nach SE ab. Aus der Lage des Landungsortes, der S 25° E von Berlin liegt, ist zu schliessen, dass in grösseren

¹⁾ Dieser zeigte oben sehr böigen Charakter mit rapider Zunahme in der Höhe von ca. 1800 bis 2000 m, bei fast unveränderlicher Richtung, sodass durch denselben bei bis 90 kg angestiegenem Zuge im Drahte die Drachen herabgeschleudert wurden. Jedenfalls zeigte sich keine Spur der Tendenz zu plötzlicher Drehung und Aenderung der Geschwindigkeit, wie sie für die »Mischungs-Zonen« charakteristisch sind.

Höhen eine weitere Rechtsdrehung des Windes erfolgt ist, die vermuthlich mit der unteren Strömung einen Winkel von 65° betragen hat, da der langsam fallende Ballon in den unteren Schichten wieder nach links

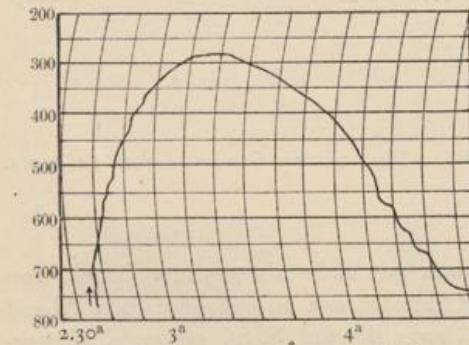
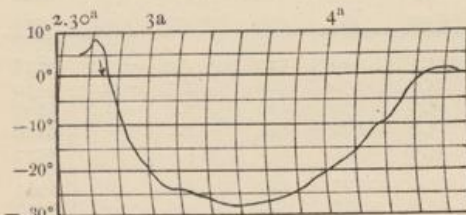


21. April 1900. 8^h. Isobaren.

getrieben sein dürfte. Hiernach führte die obere Luftströmung direkt in den Kern des barometrischen Maximums hinein; ihre Geschwindigkeit, die im Mittel 6.2 m p. s. betragen hat, dürfte wenigstens 10 m p. s. erreicht haben. Ein Einfluss der in Nordosten liegenden tiefen Depression, die am nächsten Tage südostwärts wanderte, ist nicht zu erkennen.

Ausser dem bisher gebrauchten Barothermographen Fuess, dessen Abbildung im Berichtwerke »Wissenschaftliche Luftfahrten«, Band II, S. 677 gegeben ist, war ein neuer Versuchsapparat in dem mit Nickelpapier umkleideten Körbchen angebracht worden, dessen Registritrommel ohne ein Uhrwerk war; sie wurde vielmehr durch die Aneroiddosen gedreht, während ein alkoholgefülltes Bourdonrohr einen gewöhnlichen Schreibhebel bewegte. Aus den Registrirungen der beiden Apparate lässt sich zunächst erkennen, dass in den untersten Luftschichten eine Temperatur-Umkehrung vorhanden war. Bei dem Fuess'schen Apparat erscheint

dieselbe als eine kurze, nur bis zum Werthe von 11° führende Schwankung, während der andere Thermo-



21. April 1900. Barothermograph Fuess.

graph ganz erheblich mehr Einzelheiten und eine sehr viel höhere Temperatur, 15.9° , aufweist. Hiernach muss der letztere als der bei weitem empfindlichere bezeichnet werden, zumal ein Strahlungseinfluss $1\frac{1}{2}$ Stunden vor dem Sonnenaufgange völlig ausgeschlossen ist¹⁾.

Aus den Tabellen ergibt sich, dass die höchste Temperatur in einer isothermen Schicht angetroffen wurde, welche von 600—835 m Höhe reichte; nach dem oben Gesagten dürfte diese mit der Rechtsdrehung des Windes ziemlich genau zusammengefallen sein.

Es ist wegen der jeder Registrirung anhaftenden Unsicherheit vortheilhaft, bei einer Darstellung der vertikalen Temperatur-Aenderung Schichten grösserer Mächtigkeit zusammenzufassen. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, durch graphische Interpolation die jedem Höhenkilometer entsprechenden Werthe zu ermitteln und diese der Betrachtung zu Grunde zu legen. Für unseren Fall, wo zwei Apparate ungleicher Empfindlichkeit gleichzeitig in Thätigkeit waren, wird man gut thun, ausserdem noch aus den beiderseitigen Angaben Mittelwerthe zu bilden. Hiernach ergibt sich folgende Darstellung:

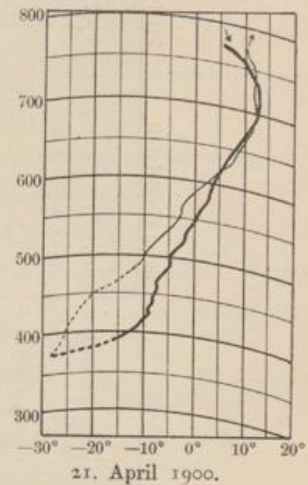
Temperatur in Höhe von 40 m	I	2	3	4	5	6	7	8 km
nach Apparat Fuess . . .	8.5 ⁰ (11.0)	9.5	6.1	-0.5	-8.0	-13.8	-20.6	-25.5
Aenderung auf 1 km . . .	?	? -3.4 ⁰	-6.6	-7.5	-5.8	-6.8	-4.9	
nach Apparat Assmann	8.5 ⁰	14.4	8.3	2.3	-2.7	-7.1		
Aenderung auf 1 km . . .	+6.1 ⁰	-6.1	-6.0	-5.0	-4.4			
Mittel aus beiden . . .	8.5 ⁰	14.4	8.9	4.2	-1.6	-7.6		
Aenderung auf 1 km . . .	+6.1 ⁰	-5.5	-4.7	-5.8	-6.0	(-5.8)	(-6.8)	(-4.9)

Man erkennt aus den Mittelwerthen aus beiden Apparaten, dass bis zur Höhe von 2000 m eine höhere Temperatur herrschte als am Erdboden und dass dieselbe darüber bis zu 8 km Höhe in einem Maasse

¹⁾ Durch ein Versehen bei der Umzeichnung geben beide Kurven die Temperaturen um 3° zu tief an.

abnahm, das in Anbetracht des Fehlens aller Kondensationsvorgänge als recht gering bezeichnet werden muss. Die Temperatur-Umkehr in der untersten, bis zu 600 m Höhe reichenden Luftschicht, die bei dieser Zusammenfassung nicht zum vollen Ausdruck kommt, war eine sehr beträchtliche, da sie nach dem Assmann'schen Apparat 1.23° auf 100 m, zwischen 40 und 150 m Höhe sogar 4.2°, d. h. 3.8° auf 100 m betrug.

Die Mächtigkeit der Umkehrschicht dürfte wohl die Annahme ausschliessen, dass die nächtliche Bodenausstrahlung als die alleinige Ursache zu gelten hat; vielmehr muss man vermuthen, dass eine dynamische Erwärmung durch absteigende Strömungen aus dem Hochdruckgebiete vorhanden gewesen ist. Da der Aufstieg in nächster Nähe des Kernes eines barometrischen Maximums stattfand, erscheint die verhältnissmässig geringfügige Temperatur-Abnahme bis zur Höhe von 8 km bemerkenswerth; sie betrug zwischen 3 und 8 km nur 0.6° pro 100 m. Doch ist, wie dies nach den bezüglichen Arbeiten Berson's (Wissensch. Luftf. III, p. 110) zu erwarten wäre, eine stärkere Abnahme in den grösseren Höhen in unserem Falle nicht zu erkennen. Den aussergewöhnlich stabilen Gleichgewichtsverhältnissen der Atmosphäre dürfte wohl die lange Zeitdauer des fast wolkenlosen und trockenen Hochdruckwetters zu danken sein, das nahezu ohne Unterbrechung bis zum 27. April andauerte; dabei kam es trotz intensiver nächtlicher Ausstrahlung fast nirgends zu Nachtfrosten und auch trotz hoher Mittagstemperaturen, die 25° überstiegen, erst am 23. April unter dem Einflusse einer flachen Depression über der Adria in Süd-Deutschland zu lokalen Gewittern. Die mächtige Schicht warmer Luft scheint nicht nur das Zustandekommen aufsteigender Ströme erschwert und Kondensationen verhindert zu haben, sondern auch von Einfluss auf die Ausstrahlung der Erdoberfläche gewesen zu sein.



Versuchs-Barothermograph Assmann.

An der Kurve des Assmann'schen Apparates ist noch erwähnenswerth, dass sie, nachdem sie in ihrem höchsten Theile wegen Einfrierens der Tinte unsicher geworden war, bei ihrem Wiederbeginn um 60 tiefer liegt als in gleicher Höhe beim Aufstiege, was als eine Folge der am Thermometer erfolgten Reifbildung durch Kondensation des Wasserdampfes anzusehen sein dürfte. Bei weiterem Absteigen aber nähern sich die beiden Kurven immer mehr und fallen schliesslich dort fast völlig zusammen, wo die obere Grenze der isothermen, wahrscheinlich sehr trockenen Schicht erreicht wird; hier dürfte der Reifbeschlag verdunstet sein. Der Fuess'sche Apparat gab in dieser Beziehung erheblich unsicherere Werthe, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

Temperaturen in Höhen von	40 m	1 km	2	3	4	5	6	7	8 km
Apparat Fuess, Aufstieg	8.5	(11.0)	9.5	6.1	- 0.5	- 8.0	-13.8	-20.6	-25.5
» » Abstieg	4.0	2.0	-7.4	-11.1	-13.3	-18.1	-22.0	-24.2	
Apparat Assmann, Aufstieg	8.5	14.4	8.3	2.3	- 2.7	- 7.1			
» » Abstieg	14.0	15.0	6.7	- 1.0	- 9.0				

Assmann.

No. 10—12.

11./12. Mai 1900. 9. Internationale Fahrt.

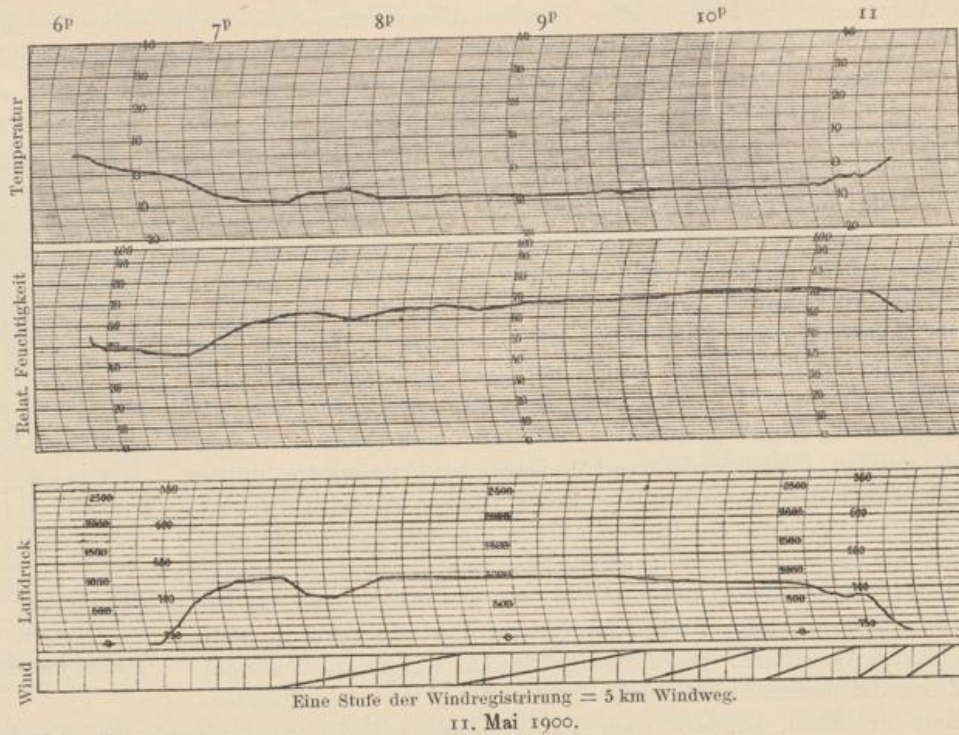
No. 10. 11. Mai 1900. Aufstieg des Drachenballons „B“.

Ballon von 37 m³. 1000 m Kabel.

Windstill, Bewölkung 7¹⁻².

Zeit	Seehöhe	oben			unten			Zeit	Seehöhe	oben			unten	
		Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.	Zeit			Seehöhe	Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	m	C°	%	m p. s.	C°	%	
6 30 ^p	40	—	—		9.0	40	9 40 ^p	880	0.3	62	1.2	—	—	
40	245	8.2	39	} 0.6 SW	—	—								
45	450	6.5	38		—	—								
55	790	2.6	42		—	—								
7 5	980	0.2	50		7.3	—	10 10	850	0.6	62	} 1.9	4.9	54	
14	1040	-0.7	55	7.7	39	33	810	1.0	62	5.0		53		
35	740	1.4	58	5.8	54	11 0	640	2.3 [?]	62	} 2.5 WSW	4.3	57		
8 0	1010	-0.6	57	4.9	52	5	440	4.5 [?]	60		—	—		
40	1000	-1.0	61	4.8	53	10 ^p	120	?	55		—	—		
9 10	940	-0.1	62	} 1.2	4.7	55	12 10 ^a	40	—	—	—	6.5	53	

Bewölkung scheint abzunehmen, Sterne sichtbar, Wogenwolken, höhere str-Decke.



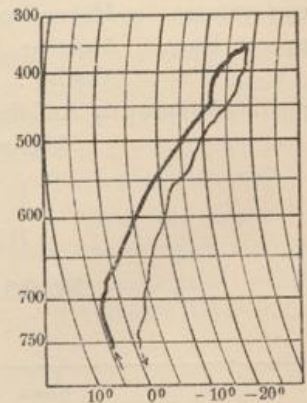
No. 11.

12. Mai 1900.

Aufstieg des Registrierballons „Continental“.

56 m³ H. Versuchs-Barothermograph Assmann ohne Uhrwerk, aussen am Korbe befestigt. Drehung der Trommel durch das Bourdonthermometer. Im Korbe Apparat Fuess, der in Folge einer Formveränderung des Bourdonrohres nicht funktioniert hat. Aufstieg 2^h 19^m a. m. Bewölkung 10¹, windstill; Ballon zieht langsam nach NE.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C ^o	Abstieg C ^o			Aufstieg C ^o	Abstieg C ^o	
759	4.5	0.0	35	450	-21.9	-25.6	4091
700	3.3	- 4.3	691	440	-22.0	-26.0	4257
650	- 2.0	- 6.8	1285	430	-22.1	-26.9	4425
620	- 4.6	- 9.0	1659	420	-22.2	-27.3	4597
600	- 5.8	-10.1	1915	410	-22.4	-27.7	4773
580	- 7.1	-11.6	2178	400	-23.0	-28.4	4952
560	- 8.8	-13.0	2450	390	-23.6	-28.6	5137
550	- 9.7	-16.0	2588	370	-25.5	-28.8	5518
500	-16.3	-20.3	3308	360	-27.6	-29.0	5716
480	-18.0	-22.0	3613	355	-29.0	—	5818
460	-20.7	-24.5	3930				



12. Mai 1900.

Landung gegen 4.20^a bei Riessen, südlich von Frankfurt a/O., ca. 86 km.
S 71^o E; Fahrtdauer 2 Stunden; mittlere Geschwindigkeit ca. 12 m p. s.

Versuchs-Barothermograph
Assmann ohne Uhrwerk.

No. 12.

12. Mai 1900.

Fahrt des bemannten Ballons.

Vereinsballon von 1280 m³; ca. 600 m³ alter Wasserstoff beigemischt.

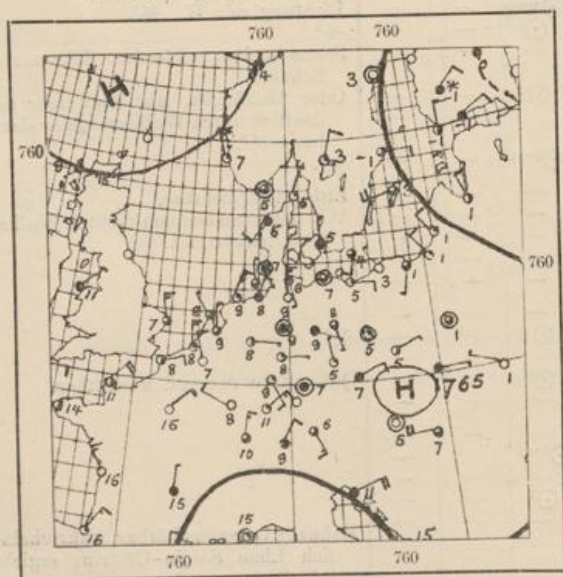
Beobachter: Berson, Elias.

Zeit	Redu- cirter Luft- druck	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metri- sche Diffe- renz	Son- nen- schein	Bewölkung		Punkte und Bemerkungen
				nach dem Psychrom.	(Haar- hygrom.)	oben			unten		
h m	mm	m	°	mm	‰	‰	°				
3 35 ^a	757.6	45	4.9	4.17	64	—	—	—	10 ⁰⁻¹	—	Nebel-Schwaden ziehen aus S—SW.
4 13	—	»	5.4	3.75	56	52	—	—	—	—	Abfahrt von der Luftsicherabteilung, Wind unten SSE.
21	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	728.5	367	4.8	2.67	42	47	—	—	10 ⁰	∞ ⁰	Wir fahren nach NNE.
41	715.7	511	3.7	2.57	43	46	—	—	—	—	Friedrichshain, 7 km in 20 Min. = 5.8 m p. s. Richtung nach NE, wir drehen nach rechts
5 56	721.7	443	4.6	2.61	41	48	—	—	—	—	Im N tiefliegende Wolkenbank.
20	710.8	569	3.7	2.19	37	48	—	—	10 ⁰	—	
21	712.3	552	—	—	—	—	—	—	—	—	Noch 20 Sack Ballast. Wir drehen jetzt dauernd nach E herum.
32	706.6	615	—	—	—	—	—	—	—	—	
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wir sind schon etwas höher als die unteren Wolkenketten um uns. Ballon steht fast still. ☉ scheint schwach durch.
42 ^{1/2}	697.6	718	1.3	2.58	51	—	—	—	10 ⁰	—	
59	690.2	802	0.0	2.80	64	54	—	—	10 ⁰	∞	Feiner * um den Ballon.
6 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	673.4	998	—	—	—	—	—	—	—	—	Starker Schnee um den Ballon. * ² .
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	657.1	1193	- 4.4	2.83	86	—	—	—	—	—	* ² . Aktinometer angebracht. Leuenberg, 38 km in 1 St. 48 Min. = 5.9 m p. s. Richtung ist jetzt be- reits nach ENE bis E, wir dürften also mit der Ostsee nicht in Konflikt kommen. * ² .
19	682.5	892	- 1.2	3.07	73	62	—	—	—	—	
26	653.5	1237	- 4.2	2.95	92	63	—	—	10 ⁰	—	* ² . Sonne nicht mehr sichtbar.
29	649.5	1287	—	—	—	—	—	—	—	—	
42	648.3	1303	- 4.2	2.95	92	67	—	☉ ⁰	—	—	
51	649.0	1295	- 4.8	2.94	92	73	6.5	—	10	—	Grosse Stücke Schnee fallen vom Ballon. * ² .
57	647.5	1315	- 5.2	3.11	100	75	5.2	☉ ⁰	—	—	
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wriezen, Alte Oder, 18 km in 48 ^{1/2} Min. = 6.2 m p. s. Richtung rein E. * ¹ .
7 15	635.0	1468	- 5.8	2.78	93	71	5.8	☉ ⁰	10	—	
17 ^{1/2}	635.5	1462	—	—	—	—	—	—	—	—	* ² . Sonne beginnt zu blenden. Sehr starker Schnee.
25	632.4	1502	- 6.2	2.76	96	71	6.0	☉ ⁰ weg	—	—	
36	626.5	1577	- 6.0	2.67	91	71	6.4	☉ ⁰	—	—	Oder überflogen, nur noch sehr un- deutlich durch Wolkenschleier sicht- bar. * ² .
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
49	618.0	1687	- 6.3	2.62	92	69	11.0	☉ ¹	—	—	* ² . Erde nicht sichtbar. Wir beginnen aus den dichten Wolken herauszukommen.
59	607.0	1828	- 7.9	2.36	93	69	17.0	☉ ⁰⁻¹	—	—	
8 2	602.3	1890	- 7.6	2.29	89	—	—	—	—	—	* ² . Erde dauernd unsichtbar.
3 ^{1/2}	599.0	1933	- 8.3	2.40	98	—	—	—	—	—	
4 ^{1/2}	598.0	1946	- 8.6	2.40	100	68	18.6	—	—	—	Bahnhof unter uns hörbar, wahrschein- lich Linie Soldin-Cüstrin; ergibt seit Wriezen 7.8 m p. s. Starke Massen von Eiskristallen um den Ballon, Sonne spiegelt sich darin.
6	597.0	1959	- 8.7	2.32	98	—	—	—	—	—	
7 ^{1/2}	595.0	1979	- 8.9	2.29	98	68	18.7	—	—	—	
11	590.5	2045	- 8.5	2.36	98	—	—	—	—	—	
14	584.7	2123	- 9.6	2.11	95	—	20.0	☉ ¹	—	—	
17	582.0	2160	- 9.8	2.07	94	67	19.9	—	—	—	
21	579.7	2190	- 10.0	2.09	97	66	—	☉ ⁰	10	—	
25	577.0	2226	- 10.2	2.06	97	66	18.7	—	—	—	
28	575.5	2247	- 10.5	2.07	100	64	—	—	—	—	
30	573.0	2281	- 10.1	2.02	95	63	18.9	☉ ⁰⁻¹	—	—	
33	564.5	2397	- 11.6	1.90	100	—	21.6	—	—	—	
35	564.8	2393	- 11.6	1.90	100	—	—	☉ ¹	—	—	
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
47 ^{1/2}	534.0	2823	- 13.7	1.60	100	61	28.0	☉ ²	1	10	

Zeit		Redu- cirter Luft- druck mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung nach dem Psychrom. mm	Relative Feuchtig- keit %	Relative Feuchtig- keit (Haar- hygrom.) %	Aktino- metri- sche Diffe- renz C°	Son- nen- schein	Bewölkung		Punkte und Bemerkungen
h	m									oben	unten	
8	49 ^a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Der Schnee auf dem Ballon schmilzt: Wasserkondensirt im Ballon, es tropft. Ballon dampft. Dunkelblauer Himmel.
	51	525.0	2954	-14.8	1.37	94	60	—	⊙ ¹⁻²	—	—	
	54	514.5	3108	-15.2	1.24	88	—	—	⊙ ²	1	10	
	57	505.0	3250	-17.0	1.22	100	—	32.2	—	—	—	
9	0	494.8	3405	-18.3	1.09	100	—	31.3	—	0	10	
	12	477.2	3680	-20.1	0.68	72	58	36.1	—	—	—	Erde wird sichtbar. Ballon dreht anhaltend, Kompass- Orientierung schwer.
	17 ^{1/2}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	31	464.2	3888	-22.6	0.75	100	56	38.2	—	—	—	Grössere Stadt am Fluss durch Wolken- lückensichtbar, wahrscheinlich Lands- berg a. Warthe (stimmt nach späterer Ermittelung ganz gut).
	46	454.8	4040	-23.2	0.57	80	58	40.9	—	—	—	
10	0	433.2	4398	-26.4	0.53	100	55	43.1	—	—	—	
	15	427.4	4501	-27.4	0.49	100	54	47.9	—	—	—	Wir ziehen nach SE-SSE. Die untere Bewölkung löst sich bis auf die Cumuli völlig auf.
	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	54	550.2	2610	-11.5	1.45	76	57	33.0	—	—	—	
11	10	497.6	3375	-17.0	1.05	86	55	—	—	—	—	
	28	437.4	4334	-23.6	0.27	39	—	35.1	—	—	—	Wir fahren nach SE bis SSE. Grosser See mit Eisenbahnen, wahr- scheinlich See von Bentschen, Stadt durch Wolken verdeckt; die Ge- schwindigkeit beträgt hiernach seit Wriezen ca. 9 ^{1/2} m p. s. im Mittel, im oberen NNW-Strom aber 10-12 m.
	34	438.5	4315	—	—	—	—	—	—	—	—	
	53	426.5	4520	-25.0	0.14	23	—	41.5	—	—	—	
	58 ^a	419.5	4645	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	18 ^p	419.5	4650	-25.6	0.24	41	—	49.7	—	—	—	Wir gehen rasch hinunter, der Ballon ist mit 3 ^{1/2} Sack Ballast nicht mehr abzufangen, es gelingt nur, den Fall zu mildern, aber nicht mehr am Schlep- tau zu fahren.
	59	Gelandet in Waldheim bei Weine, Kreis Fraustadt, Wind unten sehr schwach.										
I	30	756.2	ca. 70	13.0	3.08	27	—	—	—	5 ¹ cu	—	Heiter, schwacher W, mittlere Ge- schwindigkeit seit letztem genauen Punkte 9.1 m p. s.

Richtung der Fahrt zuerst nach NE, dann über E nach SE; im oberen Strom etwa nach SSE. Dauer: 8 St. 38 Min.
Länge: 248 km. Mittlere Geschwindigkeit: 8.0 m p. s.

An der internationalen Fahrt vom 12. Mai 1900¹⁾ beteiligte sich Berlin in dreifacher Weise: mit einem



11. Mai 1900. 8P.

am Vorabend gestiegenen Drachenballon, einem Ballonsonde, der um 2^{1/4} Uhr früh und einem bemannten, der 4^{1/4} früh emporgeschickt wurde. Die Absicht, den bei fast völliger Windstille aufgestiegenen Drachenballon die ganze Nacht und den folgenden Tag über in der Luft zu halten, wurde durch den in der Nacht sehr zunehmenden Wind vereitelt, sodass nur eine rund 6-stündige Registrierung bis zu 10400 m Höhe erzielt wurde; der alte und undichte Registrierballon »Continental« erreichte ebenfalls nur 5800 m Höhe. In der Hauptsache sollen in der nachstehenden Verarbeitung die Beobachtungen im bemannten Ballon berücksichtigt und die anderen, die wenig mehr zu lehren vermögen, nur gelegentlich herangezogen werden.

A. Beschreibung der Freifahrt.

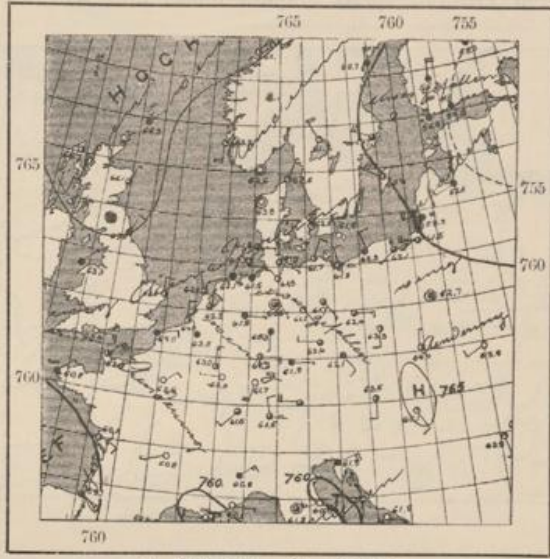
Der vom Verfasser dieses und dem Assistenten Elias ausgeführte Aufstieg begann um 4^a 21 vom

¹⁾ Das Datum war, wie bereits das der dritten internationalen (am 13. Mai 1897), mit Rücksicht auf das Problem der »Eisheiligen« gewählt worden.

Platze der Luftschiffer-Abtheilung aus. Der Auftrieb war anfangs sehr gering, es gelang völlig, den Ballon, wie beabsichtigt worden war, längere Zeit in wenigen hundert Meter Höhe zu halten; 1000 m

wurden erst nach zwei Stunden erreicht. Bei der Abfahrt wehte unten ein schwacher SSE, der Himmel war bedeckt, die Luft sehr dunstig. Bald nach dem Verlassen des hauptstädtischen Weichbildes bemerkten wir erfreut, dass der Wind dauernd nach rechts drehte; die Richtung war zuerst nach NNE, dann nach NE und schliesslich ganz nach E: so brauchten wir eine vorzeitige Landung wegen Meeresnähe nicht zu befürchten. Bei 800 m Höhe sah man in N eine schwere Wolkenwand und bald war der Ballon mitten in derselben, sodass die Oder bei Wriezen nur noch schwach zu sehen war. Gleich darauf entschwand die Erde völlig und ein dichtes Schneegestöber umfing uns; kurz vorher war noch die Geschwindigkeit auf 21 km p. Stunde festgestellt worden. Zur Ueberwindung der Wolken mussten wegen der grossen Schneelast bedeutende Ballastmengen geopfert werden. Eine scharfe obere Grenze der Wolkenmassen liess sich überhaupt nicht feststellen: zwischen 1500 und 2000 m Höhe trat die Sonne ganz allmählich hell und heller aus dem Nebel, wobei der trocknende Ballon ohne Ballastauswurf zu steigen begann. Bei 3000 m war er völlig aus den Wolken heraus und dampfte wie eine ungeheure Esse. Jetzt begann auch das Wolkenmeer in der Tiefe sich etwas zu lichten, man sah eine ausgedehnte Stadt — Landsberg a. W. — und überflog später den See von Bentschen: die Richtung war demnach jetzt bereits nach SSE bis SE. Doch war die Erde immer nur vorübergehend und mit langen Zwischenräumen sichtbar, die Aussicht verdeckten mächtige Haufenwolken, deren Lücken durch Schneewolken ausgefüllt wurden, sodass die Cumuli in den letzteren zu schwimmen schienen. Allmählich verschwanden die Cumuli, als seien sie aufgelöst oder ausgelöscht.

Inzwischen war die Höhe von 4500 m erreicht und der Ballast bis auf 5 Sack verbraucht worden; in dieser Höhe wurde die unverhältnissmässig tiefe Temperatur von -27.4° abgelesen. Nach einem Hinuntergehen bis auf 2600 m wurde ein zweiter Aufstieg bis 4650 m ausgeführt, welche um 12^p 18 erstiegen waren: der bis auf $3\frac{1}{2}$ Sack zusammengesmolzene Ballastvorrath gebot, sich mit dieser für unsere verwöhnten Anschauungen sehr mässigen Maximalhöhe zu begnügen. Beim endgültigen Abstiege zeigte sich die untere Grenze der Wolken viel schärfer ausgeprägt als die obere, sodass man fast plötzlich die ganze Landschaft unter sich erblickte. Die Landung erfolgte



12. Mai 1900. 8^a. Isobaren.



12. Mai 1900. 8^a. Isothermen.

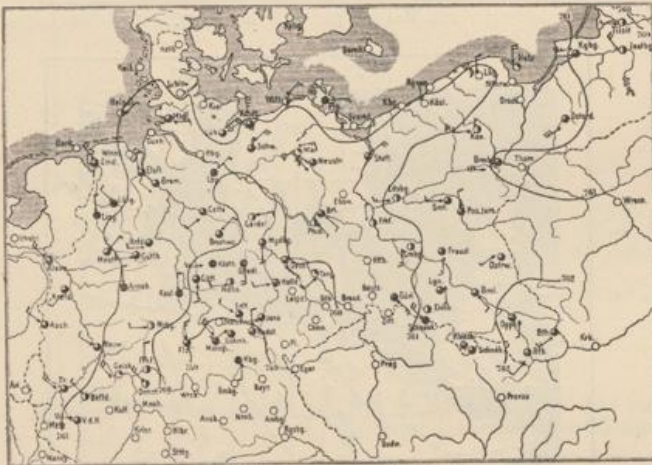


12. Mai 1900. 7^a. Isobaren.

unter recht raschem Hinuntergehen und äusserst geringer horizontaler Bewegung: wir kamen in Folge dessen auf demselben Blachfelde hinunter, welches ich bereits aus 1000 m Höhe als ersten eventuell geeigneten Landungsplatz erspäht hatte, und wurden keine 2 m weit geschleift. Wir waren in der Nähe von Fraustadt, fast genau um 1 Uhr, gelandet — der ganze Abstieg hatte 40 Minuten gedauert. Wegen Entfernung, Richtung u. s. w. beachte man die Tabelle am Eingange.



12. Mai 1900. 7^h. Isothermen.



12. Mai 1900. 2^P. Isobaren.



12. Mai 1900. 2^P. Isothermen.

— der ganze Abstieg hatte 40 Minuten gedauert. Wegen Entfernung, Richtung u. s. w. beachte man die Tabelle am Eingange.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Wetterlage. Noch am 9. Mai hatte eine sehr ausgedehnte Depression ganz Mitteleuropa bedeckt, deren Centrum sich über Norddeutschland befand. Am 10. hatte sich das Minimum nach E entfernt, und am 11. breitete sich bereits recht gleichmässiger Luftdruck über demselben Gebiete aus. Bestimmend für die Lage bei uns wurden dabei zwei Aspirationscentra: das eigentliche grosse Minimum im Nordosten und eine sehr flache, in den Isobarenkarten kaum angedeutete Depression über Norddeutschland selber. Berlin scheint sich am 11. Mai Abends ziemlich mitten auf dem Rücken zwischen beiden befunden zu haben und hatte demnach nahezu Windstille. Am 12. um 7 Uhr früh liegt nach der Specialwetterkarte das sekundäre Minimum, mit kaum 1 mm erreichender Druckdepression, über Westdeutschland; es muss jedoch mehrere sehr flache Kerne besessen haben, deren einer sich zur Zeit des Aufstiegs des Freiballons gerade über die Mark bewegte, und hier den von Süd nach W drehenden Wind, die Schneewolken und den Niederschlag brachte, während schon in Mecklenburg der Unterwind aus NE wehte. Dagegen standen die gesammten Luftschichten über der Höhe von 2000—3000 m bereits ausschliesslich unter der Herrschaft des Hauptminimums: hier strömte ein viel kräftigerer, kalter Nordwest mit Cumulushaufen in der Form, wie sie für »Rückseitenwetter« bezeichnend sind. Das Wetter war am Morgen in Deutschland kalt, im mittleren Gebiete bis zur Oder bedeckt oder wolkig, im Osten weniger trübe: besonders im Südosten war der Himmel ziemlich heiter. Bis Nachmittag war eher eine geringe Besserung eingetreten, doch blieb es für die Jahreszeit kalt und nur am unteren Main erreichten die Nachmittagstemperaturen 15°.

Die folgenden Tage brachten eine Verschärfung der Druckgegensätze zwischen einer Anticyklone im NW und Depressionen im Süden und Osten; eine kräftigere nördliche und nord-

östliche Luftströmung wurde in Mitteleuropa allein herrschend, wobei es zu weiterer empfindlicher Abkühlung, ja stellenweise zu Schneefällen kam.

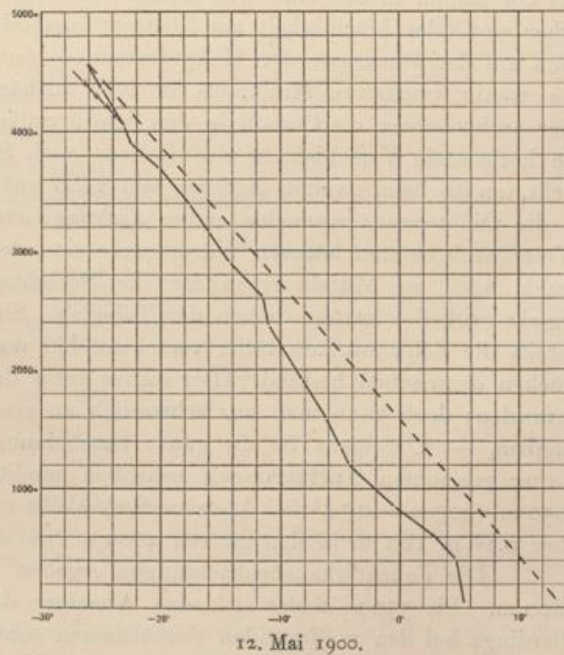
Einer Erörterung der Resultate schicken wir die gewöhnliche Tabelle und graphische Darstellung der vertikalen Temperatur-Vertheilung als des wichtigsten Faktors voraus.

Schicht	Mittlere Höhe	Δ H	Mittlere Temperatur	Δ t	Δ t p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	Δ H	Δ t	Δ t p. 100 m
Erde	45	} 360	5.4	} -0.7	} -0.19	} —	} Erde—847	} 802	} -6.0	} -0.75
0—250	—		(3.5)							
250—500	405	194	4.7	-1.8	-0.93	2	} 847—1922	} 1075	} -7.7	} -0.72
500—750	599	248	2.9	-3.5	-1.41	3				
750—1000	847	368	-0.6	-3.7	-1.00	2				
1000—1250	1215	130	-4.3	-0.7	-0.54	2				
1250—1500	1345	244	-5.0	-1.2	-0.49	4				
1500—1750	1589	333	-6.2	-2.1	-0.63	3				
1750—2000	1922	243	-8.3	-1.5	-0.62	6				
2000—2250	2165	192	-9.8	-1.3	-0.68	6				
2250—2500	2357	253	-11.1	-0.4	-0.16	3				
2500—2750	2610	278	-11.5	-2.75	-0.99	1				
2750—3000	2888	291	-14.25	-1.85	-0.63	2	} 1922—2888	} 966	} -5.95	} -0.62
3000—3250	3179	211	-16.1	-1.55	-0.74	2				
3250—3500	3390	290	-17.65	-2.45	-0.85	2	} 2888—3888	} 1000	} -8.35	} -0.84
3500—3750	3680	208	-20.1	-2.5	-1.20	1				
3750—4000	3888	208	-22.6	-0.6	-0.39	1				
4000—4250	4040	326	-23.2	-1.8	-0.55	1	} 3888—4557	} 669	} -3.4	} -0.51
4250—4500	4366	191	-25.0	-1.0	-0.52	2				
4500—4750	4557	191	-26.0	-1.0	-0.52	3	} Nur erster Aufstieg (vergl. Text):			
							3888—4501	613	-4.8	-0.78

Durchschnittliche Abnahme zwischen:

- a) Erde und 4500 m um $10\frac{1}{4}^{\circ}$: ca. 0.85° p. 100 m }
 b) » » 4650 » » $12\frac{1}{4}^{\circ}$: » 0.80° » } ; die Temperaturen der Fusspunkte sind nur ungenau bekannt.

Die vertikale Vertheilung der Temperatur bietet in Verbindung mit den vorgefundenen Wolken-schichtungen manche interessanten Momente dar. Die Temperatur-Abnahme mit der Höhe ist eigentlich anhaltend eine mehr oder weniger starke: eine Umkehrschicht findet sich über den Wolken nicht, nur eine vorübergehende, allerdings starke Annäherung an Isothermie in der Höhe von 2350 bis 2600 m, wo der vertikale Gradient nur 0.16° p. 100 m beträgt. Man kann demnach diese Schicht mit grosser Wahrscheinlichkeit als die obere Grenze der eigentlichen Wolkenmasse ansprechen, die ja, wie in der Fahrtschilderung bereits bemerkt, sehr unbestimmt verlief. Darunter findet sich bis 1200 m sehr starke Abnahme, grossentheils über 1° p. 100 m, sodass also labiles Gleichgewicht herrschte und das Vorhandensein starker vertikaler Luftbewegung unter Wasserausscheidung erklärlich ist. Dass dagegen in der untersten, bodennahen Zone von 300—400 m am Morgen sehr schwaches Gefälle bis zu merklicher Inversion herrschte, ist natürlich ebenso wie der Uebergang zu sehr rascher Abnahme zu Mittag in derselben Schicht ein reiner Ausdruck der täglichen Temperatur-Periode auf dem Erdboden und nicht weiter auffallend. Am Abend des 11. herrschte nach den Aufzeichnungen am Drachenballon noch keine Umkehr, sondern höchstens Isothermie bis ca. 200 m ($6\frac{1}{2}^{\circ}$: Erde 9° , in 245 m Höhe 8.2°); im Laufe der Nacht trat in allen Höhen bis 1000 m Abkühlung ein, sodass also das periodische Phänomen mindestens bis zu dieser Höhe Geltung hatte. Temperaturen von 6.5° und 2.8° in 450 und 800 m um etwa 7 Uhr p. m. stehen solche von 4.4° und 1.1° um 11^p in denselben Höhen gegenüber.



12. Mai 1900.

Zwischen 1200 und 2350 m ist das Wärmegefälle ein mässig schnelles, $0.5—0.6^{\circ}$ p. 100 m, also etwa den adiabatischen Verhältnissen des Schneestadiums für die gegebenen Bedingungen entsprechend (bei 1200 m war die Temperatur bereits -4° , sodass eine Regenbildung nicht mehr stattfinden konnte), mit einer merklichen Verschärfung am obersten Rande, hart unter der Zone der plötzlich einsetzenden geringen Abnahme.

Es sind dies, wenn man eben die Wolkengrenze bei 2350 m annimmt¹⁾, wohlbekanntere Erscheinungen, wegen deren näherer Beleuchtung wir auf »Wissensch. Luftf.«, Bd. III, Kapitel: Temperatur-Gang in und über Wolkenschichten, S. 121—128, verweisen. Die nahezu isotherme Zone über der Hauptwolkenmasse wird nun von 2600 m Erhebung an jäh von einem ungemein starken thermischen Gefälle abgelöst, während gewöhnlich erst nach und nach ein Wachstum desselben stattfindet. Bis 4000 m ist dieses Gefälle mit einigen Schwankungen stets ein hohes und der Durchschnitt erreicht noch 0.9° p. 100 m. Beschränkt man sich aber auf die bis zum ersten Erreichen von 4500 m um $10^{1/4}$ gemachten Beobachtungen (siehe wegen der später in diesen Höhen gefundenen Erwärmung weiter unten), so gilt diese Feststellung für die ganzen Luftschichten bis zu dieser grössten Höhe: die Abnahme beträgt 16° auf 1900 m = 0.84° p. 100 m. Es waren eben die gesammten Luftmassen des grossen Nordweststromes im Rücken des Hauptminimums ungewöhnlich kalt; es muss betont werden, dass ebenso wie die angeführten Werthe des Temperatur-Gefälles äusserst hohe sind bei der schon auf der Erde herrschenden sehr niedrigen Luftwärme, so auch die Temperatur von $-27^{1/2}{}^{\circ}$ für die Erhebung von nur 4500 eine abnorm tiefe ist. Man wird sich demnach nicht wundern, dass in der Folgezeit noch grössere Abkühlung auf der Erde eintrat. Nach der populären Ausdrucksweise kam eben die Kälte von oben herunter, oder richtiger ausgedrückt: als das ganz unbedeutende untere Theilminimum verschwunden war, gelangte der kalte NW-Strom bis zum Erdboden zur ungehinderten Herrschaft.

Das Zusammenfallen dieser mächtigen Schicht von grossem thermischem Gefälle mit einer nunmehr nordwestlichen Strömungsrichtung, ist trotz unserer in Folge der zwischenliegenden Wolken nur sehr lückenhaften Orientirung auf der Erde ziemlich sichergestellt. Bei etwa 2550 m wurde durch Sichtbarwerden der Bahn-Linie Cüstrin-Soldin die Flugrichtung als zuletzt ziemlich genau von W nach E festgestellt, dagegen in 3900 m Höhe Landsberg a/W., in etwa 4400 m Bentschen überflogen, also bereits mit NW- bis NNW-Wind. Gleichzeitig war die Geschwindigkeit der Bewegung ziemlich plötzlich von $6-7^{1/2}$ auf 11—12 m p. s. gewachsen.

Auch der doppelte Charakter der Wolkenbildung, der sich an diesem Tage vorfand, wird durch die geschilderte Doppelherrschaft eines Haupt- und eines Nebenminimums erklärlich. Im Gebiete des letzteren, das der Ballon in der Nähe von Berlin durchflog, trafen wir geschlossene, schichtartige Wolken von erheblicher vertikaler Mächtigkeit mit Niederschlagsbildung an; weiter im Osten und Südosten, wo der Nordwestwind auf der Rückseite der Hauptdepression fast bis zur Erde durchgreifend herrschte und der Einfluss des wenig intensiven Minimums in NW aufhörte, gab es nur Cumulusbildung: im Grenzgebiete beider aber »schwammen die Cumuli in den Schichtwolken« (vgl. Tabelle und Fahrtbeschreibung). Dagegen genügt die horizontale Verschiebung des Ballons nach SE um etwa 80 km in den 2 Stunden von 10 bis 12 Uhr nicht, um die beim zweiten Aufstieg von 2600 auf 4500—4650 m nun vorgefundenen höheren Temperaturen — die Differenzen gegen den ersten Aufstieg betragen $2-3^{1/2}{}^{\circ}$ — zu erklären. Diese jetzt merkwürdiger Weise beobachteten höheren Wärmegrade sind der Grund, dass sich bei einer Vereinigung sämtlicher Beobachtungen zu Mittelwerthen für die Schichten über 4000 m auffallend verringerte vertikale Abnahme ergibt (vgl. die letzten Reihen der Tabelle). Sicher ist, dass die höheren Temperaturen da auftraten, wo bereits die Schneewolken völlig verschwunden waren und die Bewölkung nur noch aus Cumuli mit grossen Lücken dazwischen bestand. Hier war es unter dem Einfluss der Sonne auch auf der Erde erheblich wärmer geworden; doch kann man nur schwerlich an eine Rückwirkung vom Erdboden bis in diese enormen Höhen glauben. — Uebrigens ist die ganze Erscheinung nicht von einer Grössenordnung, um irgendwie unsere vorher gemachten Ausführungen erheblich modificiren zu können; auch die Temperatur von -25.6° bei 4650 m (gegen -27.4° bei 4500 vorher) bleibt noch immer ebenso extrem wie eine mittlere Abnahme von über 0.8° p. 100 m in den ganzen 4600 m bei einer Temperatur von nur 12° auf der Erde.

Die Feuchtigkeitsbeobachtungen ergeben nur wenig Bemerkenswerthes, wenigstens in den unteren 2800 m. Bis 550 m findet sich eine Abnahme des Sättigungsgrades von 64% unten bis auf 37% , welche allerdings bei den vorliegenden Verhältnissen schwer zu erklären ist, dann aber ein regelmässiges Wachstum, bis ziemlich genau beim Eintritte in die Wolken $90-100\%$ erreicht werden, und zwischen diesen Grenzwerten hält sich nun die relative Feuchtigkeit in der ganzen Wolkenmasse. Auch noch oberhalb der geschlossenen Wolken, in der von Eiskristallen erfüllten Luft, herrscht Sättigung. Ueber 3500 m, also in der ganz wolkenfreien Zone unter tiefblauem Himmel, sind jedoch die Beobachtungen des ersten Aufstieges unbrauchbar, denn hier konnten unmöglich 100% sein. Es muss sich um einen der zahlreichen Fälle handeln, wo das Psychrometer bei sehr tiefen Temperaturen versagt: und zwar sind seine Angaben

¹⁾ Es ist auch hervorzuheben, dass sich in der Tabelle eben von 2800—2900 m an das Zeichen \odot^{1-2} statt bisher \odot^{0-1} und unmittelbar darauf die Bemerkung »Eiskristalle um uns« statt des bisherigen Zeichens \times^2 (noch bei 2200) vorfindet.

auch bei Berücksichtigung des Eisdampfes offenbar zu hoch. Der zweite Aufstieg gab für diese sicherlich trockene Schicht des kalten NW-Stromes nur Werthe von 20—40%, die bei Anwendung der Ekholm'schen Korrektur bis auf 0% sinken. Auch auf der Erde herrschte nach der Landung — wir erinnern, dass hier schönes Wetter mit Cumuli war — grosse Trockenheit, 27%.

Die Strahlungsbeobachtungen ergaben, wie zumeist im Frühjahr, hohe Werthe, und zwar betrug über den Wolken die aktinometrische Differenz dauernd mehr als 30°, in den grössten Höhen 48—50° erreichend; der letztere Maximalwerth fiel genau mit der Maximalhöhe zusammen. Um so bemerkenswerther ist, dass trotz dieser so kräftigen Insolation sich keine Temperatur-Umkehr über den Wolken auszubilden vermochte; es hängt dies offenbar ebenso mit dem Fehlen einer eigentlichen scharfen oberen Grenze der Wolkenmassen zusammen, wie auch mit der sehr tiefen Eigentemperatur des über den Wolken dahinstreichenden NW-Stromes.

Die Aufzeichnungen des Registrirballons zeigen bis 4000 m ähnliche Vertheilung, wie sie oben geschildert wurde, wobei sie jedoch in den Werthen selber mehrfach erheblich differiren. Es ist auch hier, abgesehen von der einer periodischen Störung ausgesetzten Bodenschicht, deutlich eine untere und eine obere Zone mit starkem Gefälle zu unterscheiden, getrennt durch eine Zwischenschicht mit mässiger Abnahme von 1600—2600 m: also etwa die Wolkenzone, wie sie um diese Zeit, 2 1/2^a, liegen mochte. Ueber 4100 m dagegen tritt plötzlich Isothermie ein, die erst etwa bei 4800 m in langsame Abnahme übergeht; von 5500 bis 5800 m (Maximalhöhe) wird das thermische Gefälle wiederum äusserst stark. So registrierte denn der Ballon erst in 5500—5700 m dieselben Temperaturen, die wir einige Stunden und etwa 100 km weiter östlich bereits in 4500—4700 m vorfanden. Ob es sich hier um thatsächliche Erscheinungen handelt — die isotherme Schicht in 4100—4800 m wäre nur durch Vorhandensein von Wolken in diesen Höhen zu erklären, da die Flugrichtung dieselbe wie später, nach SE, war — oder um Unzuverlässigkeiten der Registrirung u. s. w., vermögen wir nicht zu entscheiden. Strahlungseinflüsse können sich nicht geltend gemacht haben, da der Registrirballon die grossen Höhen noch vor Sonnenaufgang erreichte, und um 4^a 20 bereits wieder auf der Erde war. Jedenfalls hat er in dem obersten Höhen-Kilometer einen viel stärkeren Wind finden müssen, als der bemannte Ballon bis 4500 m, denn er legte noch im Gesamtmittel mehr als 13 m p. s. zurück.

No. 13.

31. Mai 1900.

Drachen-Aufstieg.

2 Drachen (4 m²). 1230 m Kabel.

Wolkenzug aus SSE, trübes Wetter, wiederholte Regenschauer.

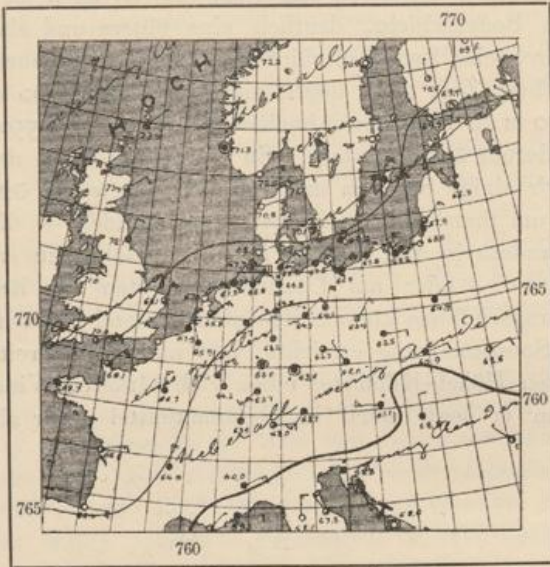
Zeit	See- höhe	oben			unten		Zeit	See- höhe	oben			unten			
		Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.		
h m	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	m	C°	%	m p. s.	C°	%		
11 12 ^a	65	11.3	76	4.5	12.3	89	12 16 ^b	670	NNE 4, ☉ cu-nimb, str, 10 ^l .						
40	190	10.7	76		—	—			18	40	11.0	—	8.2	—	—
50	380	9.7	76		—	—			25	—	10.8	68	—	—	—
12 0	560	11.0	—	8.2	12.9	87	—	—	—	—	—	9.0	67		

Mittlere Temperatur-Abnahme: sehr veränderlich, vgl. die Erörterung weiter unten!

Wetterlage: Hoher Luftdruck im Nordwesten des Erdtheils bedingte in Wechselwirkung mit einer ausgebreiteten flachen Depression über Italien und der Balkanhalbinsel nordöstliche Luftzufuhr; über Deutschland herrschte bereits cyclonische Isobarenkrümmung mit dem entsprechenden Regime, Trübung und Regenfällen, sowie für die Jahreszeit niedrigen Temperaturen.

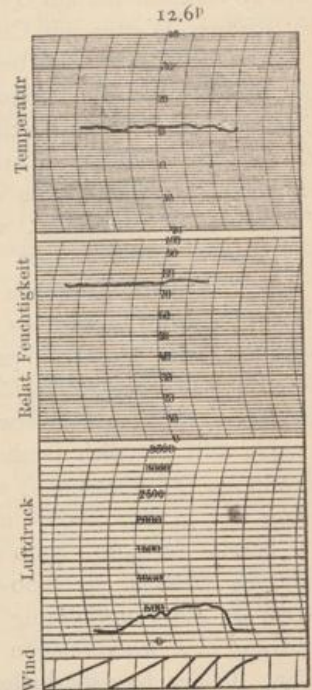
Die Registrirungen der Drachen, mit welchen in Folge eines kleinen technischen Unfalles nur geringe Höhen erreicht werden konnten, wiesen nach oben schwaches Temperatur-Gefälle, mit Ausnahme der untersten 100 Meter, und starke Rechtsdrehung sowie Geschwindigkeitszunahme des Windes auf; die Kurve der relativen Feuchtigkeit, welche völlig geradlinig verläuft und dauernd 76% anzeigt, verdient wohl nur geringes Vertrauen. Im einzelnen zeigt, wie bemerkt, nur die Schicht bis 120 m Höhe, und zwar nur in Folge der während des Hochlassens unten eingetretenen Erwärmung raschere Abnahme, 0.8 bis 0.9° auf 100 m, hierauf findet sich eine Zone mit dem mässigen thermischen Gradienten von 0.5° p. 100 m, welche bis rund 400 m Höhe reicht, worauf eine ausgesprochene Umkehrschicht folgt, so dass in 620 m Höhe die Temperatur um nahezu 2° höher ist als in 380 m und die Gesamtabnahme zwischen Erdboden und jener Schicht von 600—700 m über See eine verschwindend geringe wird. Ja, bei dem jäh erfolgten Ende

des Aufstieges hatte sich unten eine so erhebliche Abkühlung eingestellt — von 12.9⁰ um 12 Uhr 7 Min. auf 9.0 um 12^h25, also um vier Grad in 18 Minuten! — dass um diese Zeit die ganze Schicht bis 670 m Höhe als eine einzige mächtige Umkehrzone erscheint. Es ist dies eine bei dem auch am Orte des Aufstieges anhaltend herrschenden, während desselben keine erheblichen Aenderungen aufweisenden trüben Regenwetter — auch der Wind blieb dauernd NNE 3 bis 4 — nur durch die verschiedene Strömung oben und unten zur Noth zu erklärende Thatsache: die obere Windrichtung (d. h. in 600—700 m Höhe) ergab sich nach Stellung der Drachen als um volle 45 bis 50⁰ nach rechts von der unteren abweichend. Eine so starke Drehung bei so geringer Erhebung ist ja nach unseren an anderer Stelle gemachten Ausführungen (Wiss. Luftfahrten, Bd. III, Windverhältnisse) nur bei Ostwinden häufiger anzutreffen: bei diesen naturgemäss meist bei gutem Wetter.



31. Mai 1900. 8^a. Isobaren.

Dass sie hier bei so völlig anderer Wetterlage, ausgesprochener Herrschaft einer flachen ausgedehnten Depression, vorkam, ist ein Beweis mehr, dass es sich tatsächlich um eine vor allem den östlichen Winden, nicht nur etwa den zumeist der Richtung nach damit zusammenfallenden schwachen Luftströmungen von wenig ausgesprochenem Charakter, die bei schönem Wetter in einem Hochdruckgebiet auftreten, zukommende Eigenthümlichkeit handelt.



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

Trotz der so verschiedenen Verhältnisse der oberen und unteren Strömung — die potentielle Temperatur der Luftmassen in 650 m war um 12^h1/2 Uhr um nahezu 9⁰ höher als die der bodennächsten Schichten — wäre man in diesem

Falle zunächst nicht geneigt, die obere Schicht, in welcher ja gerade erst die Regenwolkenbildung stattfand, als eine im Sinne unserer »Störungs«- oder »Mischungszone« anzusprechende, die unmittelbare Ausdehnung der Vorherrschaft der Anticyklone nach unten und damit Aufheiterung u. s. w. verheissende Erscheinung aufzufassen. Nichtsdestoweniger scheint sie diese Rolle in hervorragendem Maasse und in ganz ausgesprochener Weise gespielt zu haben. Am 1. Juni, wo wieder ein Drachenaufstieg stattfand (siehe weiter unten), war Aufklaren und sehr beträchtliche Erwärmung eingetreten, um 12^h1/2 Uhr Mittags stand bei uns das Thermometer um 14^h1/2⁰ höher als um dieselbe Stunde am 31. Mai. Wir verweisen deswegen auf die sich anschliessende Besprechung dieses Aufstieges.

No. 14.

1. Juni 1900.

Drachen-Aufstieg.

4 Drachen. 2900 m Kabel.

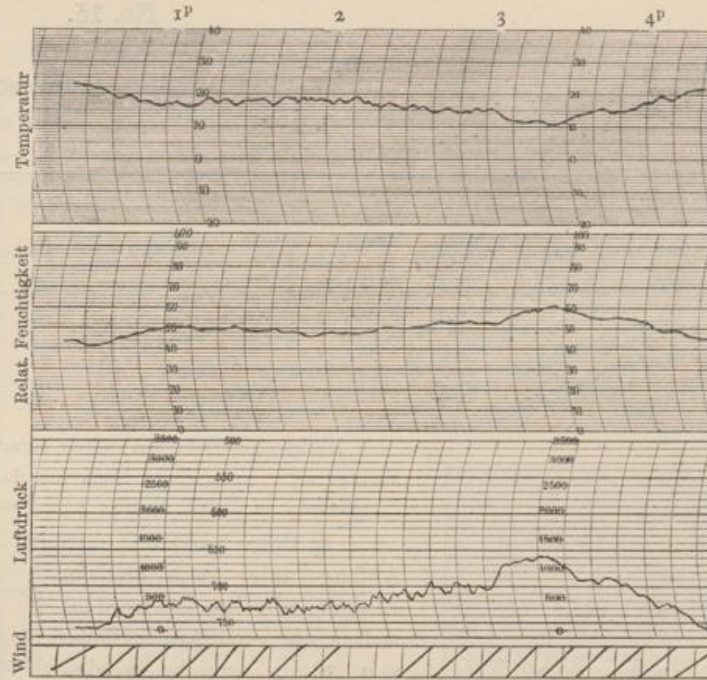
Bewölkung 4⁰ a-cu, ci-str, Wind E₃.

Zeit	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Seehöhe	oben			unten	
		Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	m	C°	%	m. p. s.	C°	%	h m	m	C°	%	m. p. s.	C°	%
10 30 ^a	40	—	—	—	21.2	54	3 21 ^p	1260	11.7	62	5.2—7.9	24.5	37
12 29 ^p	65	23.0	41	} 5.2	23.3	44	4 46	870	15.0	56	—	23.9	41
57	500	16.8	50		22.9	49	4 10	310	19.9	50	6.0—7.9	—	—
		3 ⁰ a-cu, a-str, Andeutung von Wogenwolken.							Bewölkung 5. im Süden kommt eine gewitterartige Wolkenwand rasch herauf.				
1 52	380	19.0	46	6.4—7.9	23.3	40							
3 0	730	14.9	52	5.2—7.9	24.0	43	24	65	23.3	46	—	—	—

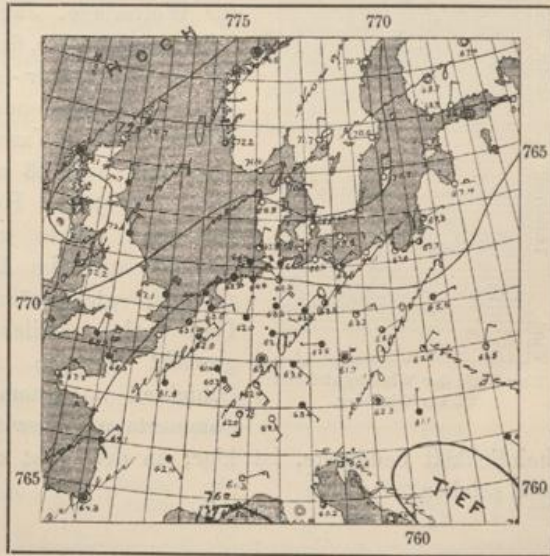
Mittlere Temperatur - Abnahme zwischen Erde und 1200 m: 1.1° p. 100 m. Am stärksten in der unteren Hälfte der Gesamtschicht (bis zu 1.5° auf 100 m!), viel schwächer in der oberen: zwischen 700 und 1200 m nur noch 0.65° p. 100 m.

Wetterlage: Am Morgen noch trübe und regnerisch, im Laufe des Vormittags Aufbrechen der Wolkendecke, zu Mittag (Beginn des Aufstieges) schön (a-cu, ci-str 3-4), 23° , E 3. Das Minimum in SE entfernt sich unter Abflachung, die Anticyklone rückt näher.

Nach den ausführlicheren Erörterungen zu dem Aufstiege des Vortages werden einige Bemerkungen genügen. Die aus den Ergebnissen jenes Aufstieges als wahrscheinlich gefolgerte Besserung des Wetters trat gerade in Berlin in vollem Maasse ein. Die vertikale Vertheilung am 1. Juni selber lässt nach den ziemlich stabilen Verhältnissen der Schicht über 700 m — in der grössten erreichten Höhe sinkt z. B. die Temperatur nur noch um 0.2° auf 50 m, also mit dem schwachen Gradienten von 0.4° p. 100 m — muthmaassen, dass in grösseren Höhen sich eine fast isotherme Schicht befand und dass im Allgemeinen die Anticyklone bald zur ausgesprochenen Herrschaft gelangen sollte. Dafür sprach auch die geringe Zunahme der relativen Feuchtigkeit nach oben — in 1200 m erst 60% — und der damit in Verbindung stehende auffällige Mangel einer eigentlichen Cumulusbildung. Aber die starke Erhitzung der bodennächsten Schichten bis nahezu 25° hatte das Gleichgewicht in den untersten Luftmassen gestört; die hier entstandenen stark labilen Verhältnisse mussten sich geltend machen in einer noch in der Uebergangszeit bis zur ausgesprochenen Entwicklung des Hochdruckregimes zu erwartenden gewitterartigen Störung. So findet sich denn schon um 4^p gegen Schluss des Aufstieges die Notiz: »in Süd gewitterartige Wolkenwand schnell heraufkommend«; am Nachmittage hatte Berlin einen kräftigen, platzregenartigen Schauer und Magdeburg direkt Gewitter. Diese etwas unsichere Uebergangszeit hielt in einem eng begrenzten Gebiete über Mittelddeutschland bis in den 2. Juni hinein an; am 3. war in unseren Gegenden die auf untere Erhitzung zurückzuführende Episode beendet und reines Hochdruckwetter eingetreten.



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg



1. Juni 1900. 8^a. Isobaren.

No. 15.

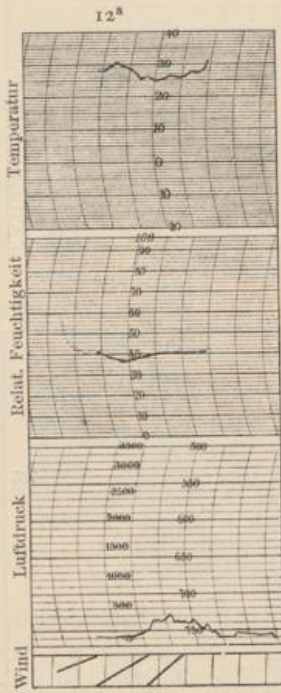
5. Juni 1900.

Drachen-Aufstieg.

2 Drachen (7.5 m²), ca. 500 m Kabel.

Wind E₃, schwach bis mässig, doch böig, Bewölkung 1° cu, a-str. Im Zenith ganz kleine cu und Dunst.

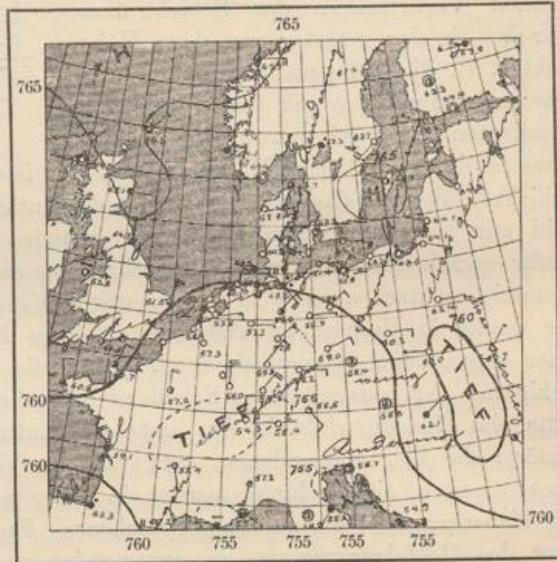
Zeit	See- höhe	oben			unten		Zeit	See- höhe	oben			unten		
		Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	
h m	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	h m	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	
11 58 ^a	40	Apparat auf.			—	26.8	28	12 28 ^b	230	24.9	40	} 4.5	—	—
12 12 ^p	120	26.8	38	} 4.5	—	—	32	110	25.9	40	—		—	—
20	310	24.6	40		—	—	—	37	Apparat unten				—	—
21 1/2	380	23.9	40		—	—	—	—	—	—	—		—	—



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 380 m: 0.9 bis rund 1° p. 100 m.
Wetterlage: Anticyklone, doch von flachen Depressionen in SW und SE des Gebietes leicht gestört; in Berlin Mittags 27°, Wind E₃, heiter.

In Folge äusserer Umstände musste der Aufstieg bereits 20 Minuten nach Anfang unter schleunigstem Einholen abgebrochen werden, sodass nur eine Apparahöhe von 380 m erreicht werden konnte. Es wird deshalb genügen, hervorzuheben, dass die für Wetterlage, Jahres- und Tageszeit normale, fast adiabatische Temperatur-Abnahme unter entsprechendem Anwachsen der Wasserdampf-sättigung, von 28 unten auf 40^{0/0} über 300 m Höhe, vorgefunden wurde und dass dieselbe auch im Einzelnen ziemlich gleichmässig war. Dass solch labiles Gleichgewicht in den untersten Schichten an einem heissen Sommertage Gewitterwahrscheinlichkeit bedeutete, ist klar; in der That kam es noch am selben Nachmittage in Berlin selber zu einem solchen.



5. Juni 1900. Sa. Isobaren.

No. 16.

7. Juni 1900.

Drachen-Aufstieg.

2 Drachen (5 m²), ca. 800 m Kabel.

Wind WNW₄, Bewölkung 2¹ cu.

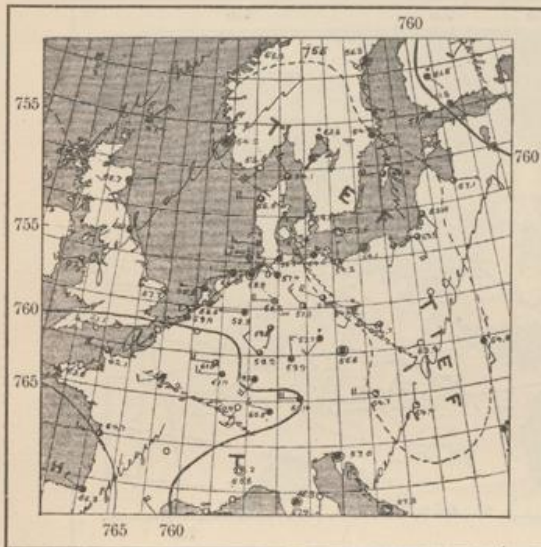
Zeit	See- höhe	oben			unten		Zeit	See- höhe	oben			unten		
		Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	
h m	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	h m	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	
2 1 ^p	40	Apparat auf			—	—	2 42 ^p	500	18.4	53	} 4.9 ¹⁾ bis 6.4	—	—	
12	135	21.3	48	} 4.9 ¹⁾ bis 6.4	—	—	56	24.0	50	—		—	—	
18	240	21.0	51		—	—	3 3	40	Apparat ab			21.1	50	
25	320	19.4	54		—	—	19	—	—	—		—	—	
33	400	19.0	53		22.2	50	—	—	—	—		—	—	

1) Die Windgeschwindigkeiten scheinen wegen abnormer Reibung im Apparate zu niedrig zu sein.

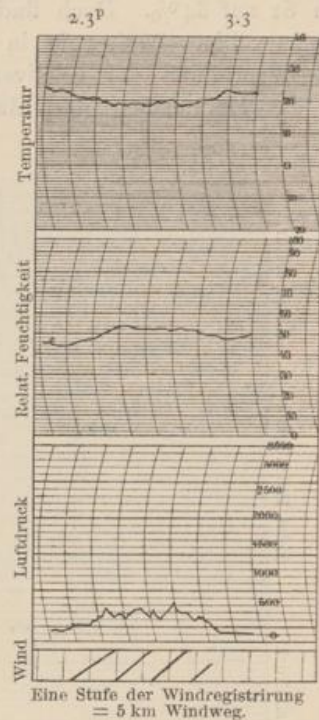
Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 500 m: 0.83° p. 100 m.

Wetterlage: Gleichmässig verteilter Luftdruck mit flachen Depressionsgebieten im fernen Nordwesten und von Skandinavien über Ostdeutschland nach Ungarn hinein; in Berlin zur Aufstiegszeit (2^P) WNW₃, Cumuli 2, 21—22⁰; später erhebliches Auffrischen des Windes.

Der oben angegebene vertikale Temperatur-Gradient herrschte durchaus nicht gleichmässig in der ganzen Zone bis 500 m Höhe. Im Gegentheil zeigte die untere Hälfte derselben fast Isothermie, während die obere eine adiabatische oder geradezu labile Vertheilung aufwies: im Mittel zwischen 240 und 500 m genau 1.0° p. 100 m. Die Feuchtigkeit erreichte den fast konstanten Betrag von 50 bis 53 % in der ganzen erforschten Luftmasse. Wenn aus zeitlich wie der Höhe nach so beschränkten Resultaten Schlüsse gezogen werden dürften, so wäre nur zu sagen, dass dieses indifferente Gleichgewicht nicht zu der Erwartung auf den Eintritt stabilerer Verhältnisse berechtigen konnte: es musste im Gegentheil eher mit einer Verschlechterung



7. Juni 1900. 8^a. Isobaren.



der Wetterlage gerechnet werden. Der 8. Juni brachte kaum eine wesentliche Aenderung: in Berlin trat völlige Trübung ein, in Breslau und Chemnitz Regen.

No. 17.

9. Juni 1900.

Drachen-Aufstieg.

3 Drachen (6.6 m²). 1630 m Kabel.

Wind W₄, ci ziehen aus WSW; Bewölkung 8¹ cu, cu-ni, ci-str, ☉¹.

Zeit	See- höhe	oben			unten			Zeit	See- höhe	oben			unten			
		Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Zeit			See- höhe	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	
h	m	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h	m	m	C°	C°	m p. s.	C°	%	
10	30 ^a	65	16.0	61	—	—	—	11	30 ^a	540	11.6	76	—	—	—	
	34	»	Apparat auf	} 4.6 ¹⁾	—	—	—		50	800	8.8	83	} 5.2 bis 6.0	—	—	
	46	260	13.4		69	14.6	80	—	54 ^a	560	10.0	83		—	—	—
	55	440	11.6		75	—	—	—	12	8 ^b	705	8.8		84	—	—
11	3	605	10.1		70	—	—	—	19	40	Apparat unten	—		—	—	—
	24	750	9.6	74	—	—	—									

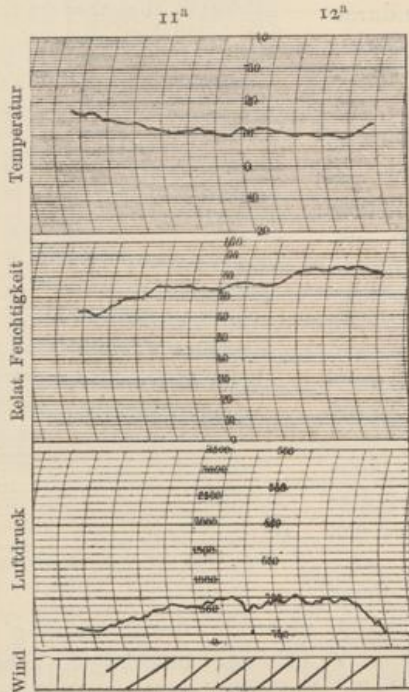
Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 800 m: 0.80° p. 100 m; zu Anfang des Aufstiegs betrug sie jedoch, wie es scheint, volle 0.99° p. 100 m, war also adiabatisch (im Laufe des Auflassens trat unten zwischen 10¹/₂ und 11 Uhr a. m. eine Abkühlung um $1\frac{1}{2}^{\circ}$ ein).

Wetterlage: Uebergangszone zwischen einem Maximum über dem Alpengebiet und einer Depression in Mittelskandinavien. In Norddeutschland trübe und kühl bei westlichen Winden; zur Aufstiegszeit in Berlin: W₄, cu, cu-ni, ci-str 8¹, 14¹/₂—16⁰, 61 % relative Feuchtigkeit.

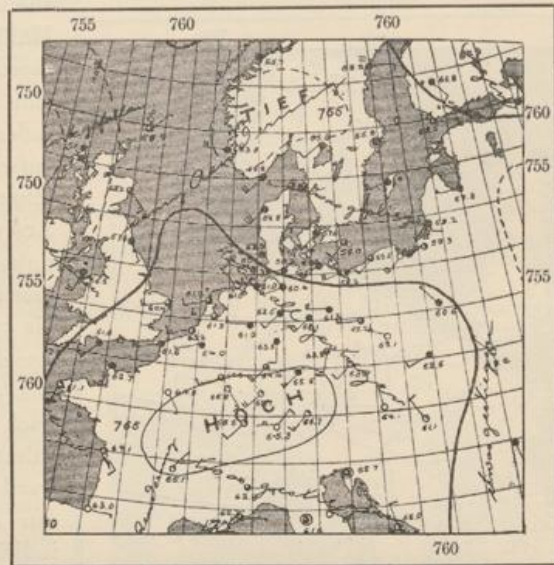
Die angegebene rasche Temperatur-Abnahme herrschte, wenn auch unregelmässig, ziemlich in der ganzen durchforschten Luftschicht; ebenso ein recht erhebliches Ansteigen der relativen Feuchtigkeit,

¹⁾ Die Windgeschwindigkeiten scheinen wegen abnormer Reibung im Apparate zu niedrig zu sein.

von 61 auf 84^o/₁₀₀. Doch findet sich eine Andeutung von plötzlichem Abfall des Temperatur-Gradienten bis zu völliger Isothermie in dem höchsten Theile zwischen 700 und 800 m Höhe. Ebenso scheint hier das Wachstum der relativen Feuchtigkeit aufzuhören. Man wäre geneigt, dies als eine Andeutung für das Herannahen des Maximums aufzufassen, wenn nicht die ganze Erscheinung sehr schwach



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.



9. Juni 1900. 8^a. Isobaren.

ausgesprochen wäre und sich noch unterhalb der unteren Grenze der Wolken abspielte; sie tritt überhaupt erst während des vorübergehenden Einholens und Wiederauslassens des Apparates ein und kann auch theilweise auf Trägheit desselben beruhen. Jedenfalls trat aber die Besserung der Wetterlage in sogar sehr ausgesprochenem Grade ein und vom 10. Juni an herrschten längere Zeit durchaus anticyklonale Verhältnisse; ja gleich am 10. lag Berlin nahezu im Kerne des Hochdruckgebietes, während allerdings an der Ostsee noch Trübung vorwaltete.

No 18—21.

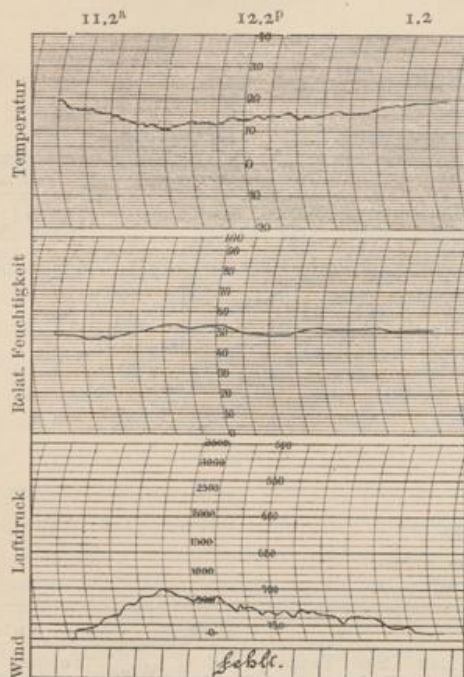
Die Aufstiege vom 19. bis 21. Juni 1900.

No. 18. 19. Juni 1900. Aufstieg des Drachen-Ballons „B“.

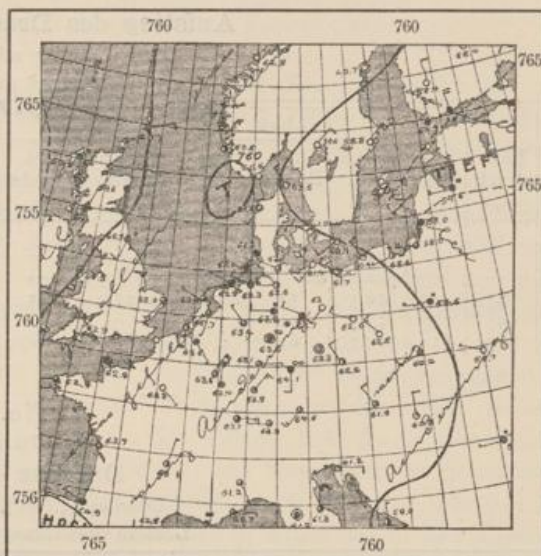
Ballon von 37 m³. 1000 m Kabel.

Wind SSW 2. Bewölkung 3 a-cu; str-Bank, a-cu und Wogenwolken im S sich schnell ausbreitend.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
10 55	—	40	Apparat auf.			19.6	54	12 8 ^p	—	—	WSW 3—4 böig, am SW und W-Himmel			—	—
11 0	755	208	16.6	48		—	—	13	726	542	13.0	51	—	—	—
11	739	390	15.4	48		—	—	32	739	392	15.5	52	—	—	—
19	721	599	13.3	50	nicht	—	—	40	Die zenitnahe Bew. verschwindet, cu			20.6	41		
26	710	728	12.1	52	registriert	—	—	in SW—W treten auf, zerfallen aber.			—	—			
30	700	846	10.4	53		—	—	58	758	176	18.2	52	—	—	—
51	711	718	12.0	53		—	—	1 18	764	108	19.5	53	—	—	—
								40	—	40	Apparat unten.			21.7	40



19. Juni 1900.



19. Juni 1900. 8^a. Isobaren.

No. 19.

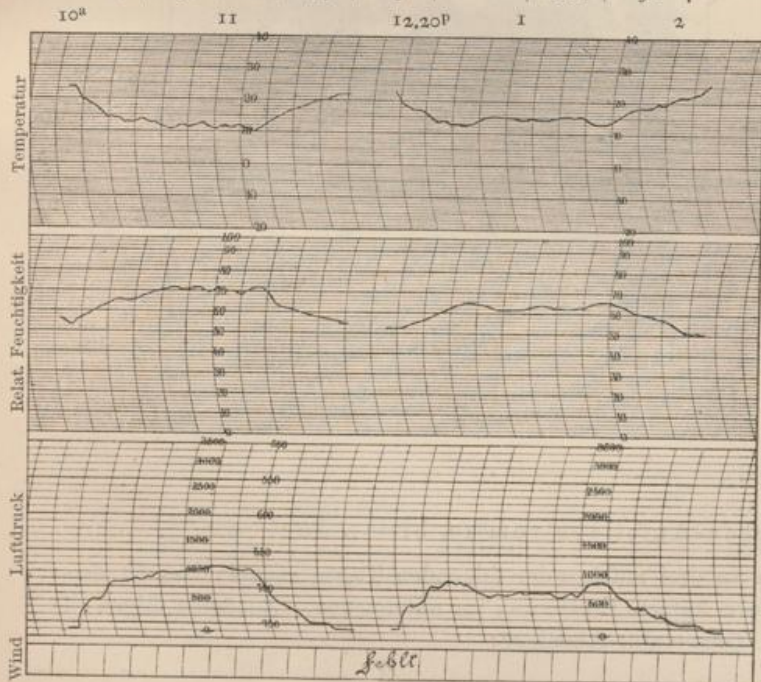
20. Juni 1900.

Aufstieg des Drachen-Ballons „B“.

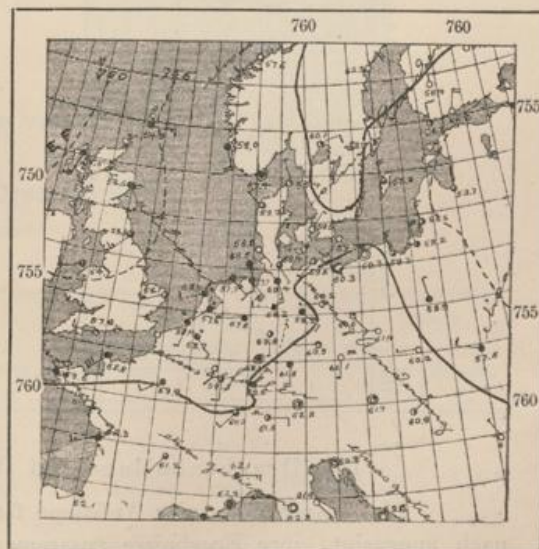
Ballon von 37 m³. 1300 m Kabel.

Bewölkung 9¹cu, SE—W dichte Wand mit Wogenbildung, darunter gewitterhafte cu. Wind SSE 1—2.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
10 7 ^a	759	40	Apparat auf			20,5	57	10 43 ^a	680	977	10,8	71		20,5	52
10 10	729	387	19,3	56	nicht registriert	—	—	11 2	671	1089	10,2	71	nicht registriert	—	—
15	—	—	—	—		20,5	51	26	724	451	15,6	62		—	—
17	718	517	16,3	62		—	—	53	—	—	Apparat unten.			—	—
24	693	818	13,9	65		20,2	51							—	—



20. Juni 1900.



20. Juni 1900. 8^a. Isobaren.

No. 20.

20. Juni 1900.

Aufstieg des Drachen-Ballons „B“.

Ballon von 37 m³. 1000 m Kabel.

Wind S 2; gleichförmige graue str-Decke, darunter cu.

Zeit		Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit		Luft- druck	See- höhe	oben			unten		
				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.					Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	
h	m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h	m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	
12	17 ^p	—	40	21.0	52	—	—	—	1	38 ^p	688	843	12.5	65	nicht	23.0	50	
	18	—	—	Apparat auf		nicht	—	—		49	721	447	17.4	60	registriert	—	—	
	26	723	423	16.5	54	registriert	21.0	45	2	9	745	166	21.4	51	Apparat unten		22.2	45
	37	697	733	13.5	60	—	—	—		16	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0	707	614	14.7	61	—	—	—					—	—	—	—	—	—

No. 21.

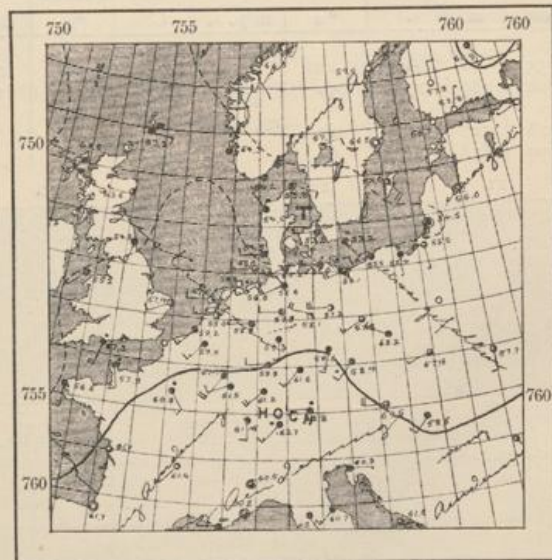
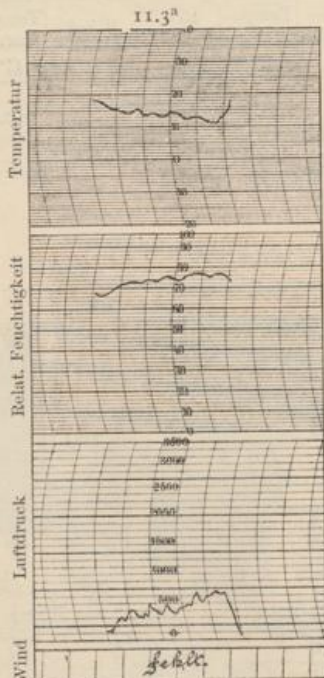
21. Juni 1900.

Drachen - Aufstieg.

1 Drachen (4.8 m²). ca. 1700 m Kabel.

Lockere Bewölkung 5, Wind W 3-4.

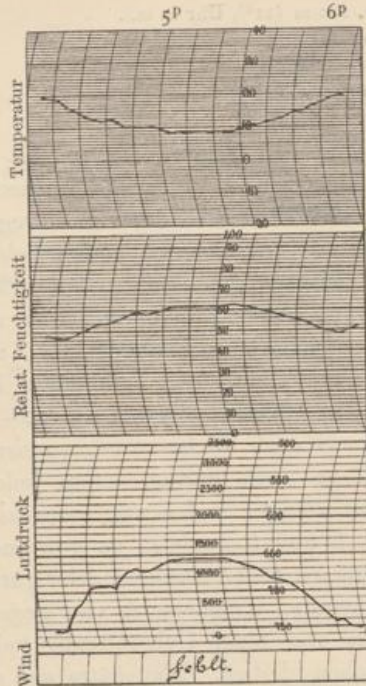
Zeit		Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit		Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.					Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h	m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h	m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
10	45 ^a	753.6	40	18.2	68	nicht	—	—	11	15 ^a	719	488	13.9	73	nicht	18.0	67
	48	—	—	Apparat auf		registriert	—	—		21	700	712	12.2	76	registriert	—	—
	53	738	218	16.0	71	Drachen stehen nach	18.6	64		32	699	724	11.0	76	Regenböe aus W.	—	—
				ENE		—	—	—		35	—	—	Apparat unten.		—	18.4	66
	58	727	395	14.4	72	—	18.4	64		36	—	—	—	—	—	—	—



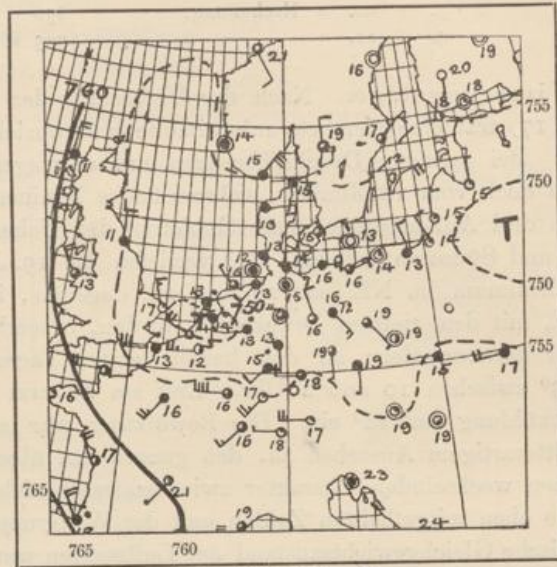
21. Juni 1900. 8^a. Isobaren.

Die Drachenballon- und Drachen-Aufstiege vom 19. bis 21. Juni 1900.

Die vorstehenden vier Aufstiege fanden an drei aufeinander folgenden Tagen statt und es ist demnach angezeigt, ihre Ergebnisse zusammen einer kurzen Erörterung zu unterziehen. Zunächst folgen die gewohnten Angaben über die mittlere vertikale Temperatur-Abnahme:



25. Juni 1900.



25. Juni 1900. 8 p.

No. 23.

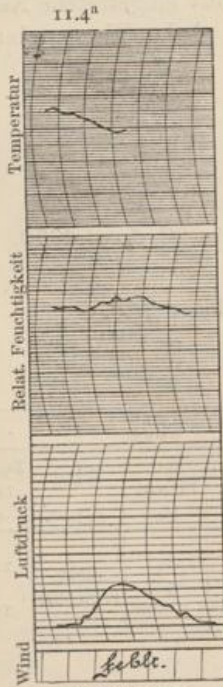
26. Juni 1900.

Drachen - Aufstieg.

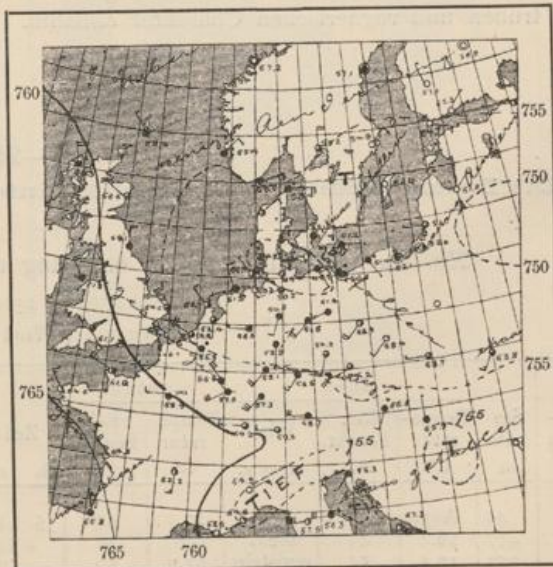
1 Drachen (4.8 m²). 800 m Kabel.

Bewölkung 8.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
11 6 ^a	—	—	Apparat auf			15.0	70	11 24.5 ^a	—	—	—			15.2	66
7	748	40	14.6	79	nicht registriert	—	—	44	—	—	Apparat unten			—	—
22	692	692	9.5	67		—	—								



26. Juni 1900.



26. Juni 1900. 8^a. Isobaren.

No. 24.

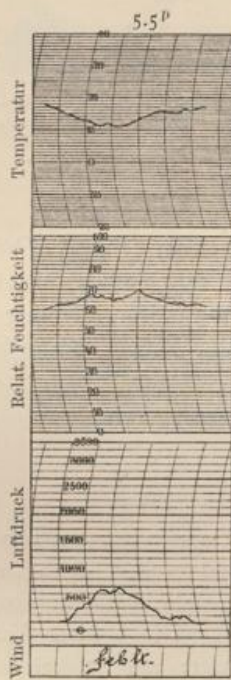
27. Juni 1900.

Drachen - Aufstieg.

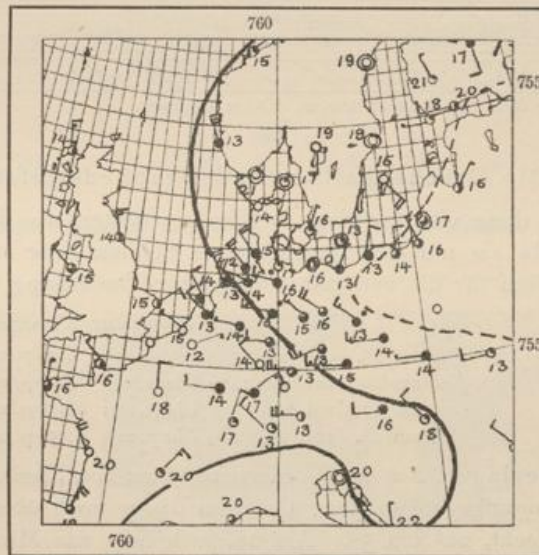
2 Drachen (6 m²). 1125 m Kabel.

Bewölkung 9, 13 kurz vorher, NW4.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0
4 36 ^p	750	40	Drachen auf nach SE			17.0	70	5 1 ^p	709	538	12.1	60	nicht registriert	—	—
46	723	373	13.1	68	nicht registriert	—	—	19	741	142	15.4	63	Apparat unten	—	—
58	700	645	11.2	66		16.7	67	23	750	40				16.1	67



27. Juni 1900.



27. Juni 1900. 8^p.

No. 25.

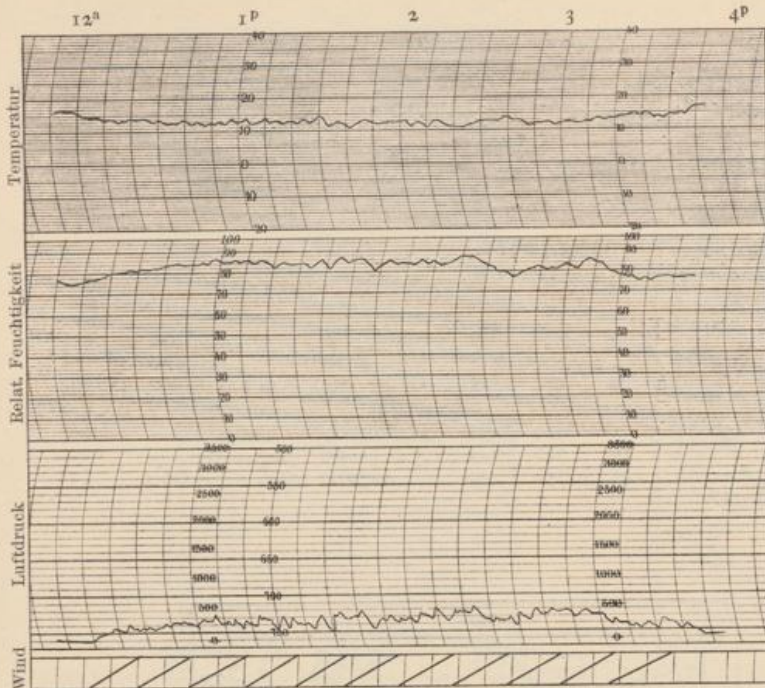
28. Juni 1900.

Drachen - Aufstieg.

4 Drachen (10 m²). 1900 m Kabel.

Wetter aufklarend, Bewölkung 5¹.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0
11 59 ^a	758	67	Apparat auf			4.4	16.0	2 39 ^p	748	180	14.0	78	4.2	—	—
12 33 ^p	739	280	13.0	84	4.2	17.2	69	3 10	730	385	12.0	84	4.2	—	—
47	725	441	11.5	87	4.2	—	—	40	750	157	14.5	76	3.8	17.8	66
1 46	744	223	13.0	81	4.3	—	—	48	—	67	Apparat unten			—	—
2 23	715	567	10.5	87	4.2	17.5	67								



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.



28. Juni 1900. 8^h. Isobaren.

Die Drachenballon- und Drachen-Aufstiege vom 25. bis 28. Juni 1900.

Auch diese vier Aufstiege werden am besten wie die vorhergehenden vom 19.—21. Juni zusammen besprochen, da sie nur den verschiedenen Stadien einer und derselben Witterungserscheinung angehören. Die Hauptziffern für die vertikale Temperatur-Vertheilung mögen in gewohnter Weise vorangehen.

Mittlere Temperatur-Abnahme mit der Höhe:

1. am 25. Juni (um 5 Uhr p. m.): 1.13⁰ p. 100 m zwischen Erde und 1220 m;
2. am 26. Juni (um 11¹/₂ Uhr a. m.): 0.86⁰ p. 100 m » » » 700 m;
3. am 27. Juni (um 5 Uhr p. m.): 0.91⁰ p. 100 m » » » 650 m;
4. am 28. Juni (um 2¹/₂ Uhr p. m.): 1.35⁰ p. 100 m » » » 560 m.

Wetterlage. Am 25. Vorderseite einer von England her nahenden Depression, welcher eine andere unmittelbar vorausgegangen war, Centrum dieser noch über Westrussland; schwacher, doch auffrischender Südwind, bedeckt, 22⁰ um 5^p. Am 26. früh liegt das Minimum sehr nahe dem Aufstiegsorte, etwa über der Lübecker Bucht, frischer West, wolkig, kühl (15⁰ um 11—12 Mittags). Die beiden Aufstiege vom 27. Nachmittags und 28. finden bereits auf der Rückseite des Minimums statt: am 27. bei böigem NW-Wind, unmittelbar nach einem nahe vorübergegangenen Gewitter, und am 28. bei abflauendem, auch in der Höhe von 500 m kaum noch 4 m p. s. erreichendem WNW- bis W-Winde und aufklarendem Wetter mit cu, fr-cu, 5. Die Temperatur war an beiden Tagen niedrig, 16 bis 18⁰.

Auch in dieser Aufstiegsreihe wurde durchweg sehr starkes vertikales Temperatur-Gefälle vorgefunden: bei dem einen Vormittagsexperimente nahezu 0.9⁰, an zweien von den drei Nachmittagen dagegen direkt labiles Gleichgewicht — Abnahme 1.1⁰ bis 1.4⁰ p. 100 m — und nur einmal blieb der Gradient auch am Nachmittage ein wenig unter dem Grenzwerte des indifferenten Gleichgewichtes. Allerdings war die Tageszeit schon weit vorgerückt (5 Uhr) und ausserdem trat dieser Fall charakteristischer Weise ein auf der Rückseite nicht nur des grossen Minimums im Allgemeinen, sondern noch ganz speciell einer Gewitterböe, bei naturgemäss unten erfolgter starker Abkühlung. Im einzelnen prägte sich demnach innerhalb der nicht sehr erheblichen erforschten Höhen der Unterschied zwischen Vorder- und Rückseite in der vertikalen Temperatur-Vertheilung kaum aus; dieselbe war dauernd eine nahezu oder sogar mehr als adiabatische, die Fortdauer und Neubildung eines cyclonalen Regimes begünstigende. Eher scheint ein Unterschied in dem vertikalen Gange der relativen Feuchtigkeit vorzuliegen: am 25. Juni, wo sich Berlin noch entschieden auf der Vorderseite befand, tritt ein deutliches Wachstum derselben, von 48 auf 62 % ein, beim Vorübergange des Minimums hingegen am 26. und auf der Rückseite am 27. eine Abnahme von 79 auf 67 % bzw. von 70 auf ca. 63 %, was mit dem Eintreten grösserer Trockenheit im oberen Nordweststrome der Rückseite beim Herannahen des Maximums gut übereinstimmt. Nur am 28. zeigt sich wieder Anwachsen

des Sättigungsgrades nach oben und dies, wie auch die wieder ganz abnorm rasche Temperatur-Abnahme deutet darauf hin, dass um die Nachmittagszeit des Aufstieges Berlin wohl nicht mehr zum Rückseitenregime der abziehenden Depression gehörte. Der am Erdboden fluthende WNW- bis W-Strom mag noch diesen Charakter gehabt haben, obgleich auch hier die Richtung gegen den Vortag eine rückdrehende geworden war; in mässigen Höhen dagegen scheint schon das heranziehende nächste Minimum bestimmend gewesen zu sein. Wirklich brachte der Morgen des 29. wieder südwestlichen Wind: neue Trübung folgte und vom 30. Juni zum 1. Juli trat die neue Depression mit Regenwetter unbestritten die Herrschaft an. Eine ungünstige Prognose wäre also am 28. trotz des scheinbaren Abzugs des Minimums aus dem vertikalen Gange von Temperatur und Feuchtigkeit und dem Fehlen einer Störungsschicht — allerdings bis kaum 600 m Höhe — berechtigt und erfolgreich gewesen.

No. 26.

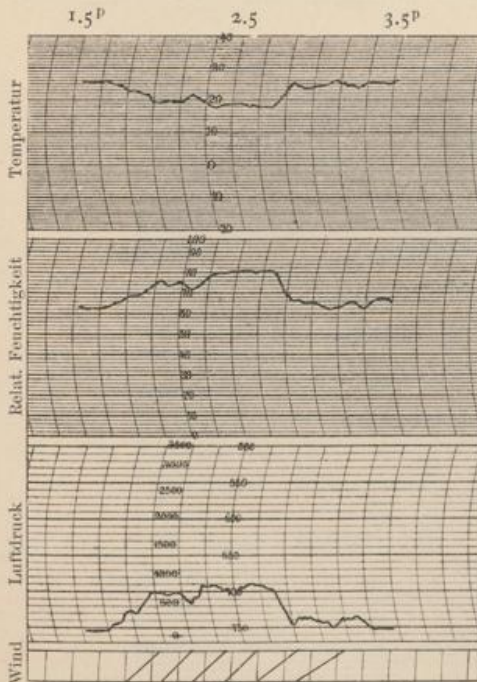
3. Juli 1900.

Drachen - Aufstieg.

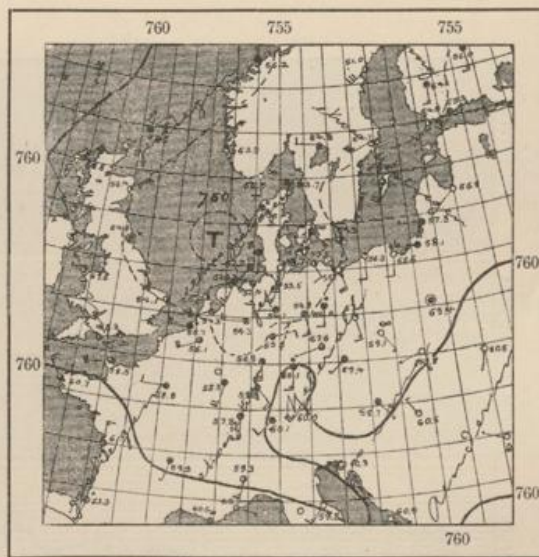
2 Drachen (ca. 6 m²). 1400 m Kabel.

Zeit		Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit		Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.					Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h	m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h	m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
1	10 ^P	754	67	25.4	62	—	—	—	1	55 ^P	695	773	18.0	79	7.1	27.1	56
	16	—	—	Apparat auf			—	—	2	13	691	822	17.6	81	—	27.2	55
	27	732	326	22.5	67	8.1	26.9	57	31	740	231	23.5	65	4.6	27.5	55	
	44	701	699	19.0	74	7.0	—	—	56	754	40	Apparat unten			24.9	62	

Mittlere Temperatur-Abnahme: 1.23° p. 100 m zwischen Erde und 825 m (um 2 Uhr p. m).



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.



3. Juli 1900. 8^a. Isobaren.

Wetterlage: Ausgesprochene Vorderseite eines bereits sehr nahe, um 8 Uhr früh über der Helgoländer Bucht, zur Zeit des Aufstieges über Jütland befindlichen Minimums; Südwind 2, bedeckt, am Morgen Regen bei 20° C., Nachmittags Wolkendecke etwas aufgebrochen, 27°.

Wie fast sämtliche Aufstiege des Sommers 1900, zeigte auch dieser in den unteren Schichten rapide, hier weit überadiabatische Temperatur-Abnahme bei starkem und ununterbrochenem Wachstum der relativen Feuchtigkeit, von 55 % unten auf 81 % bei 820 m. Der besonders excessive Werth, den der thermische Gradient aufweist, hängt ja natürlich wieder mit der Tageszeit zusammen (Erhitzung der bodennächsten Luftmassen); trotzdem ist die noch bei 700—800 m anhaltende, ebenso rapide Temperatur-Abnahme charakteristisch für die Lage. Dass sich an der Vorderseite des Minimums noch keine An-

deutung des erst hinter demselben herannahenden Maximums vorfindet, welches kaum 2 Tage später, am 5., zur Herrschaft gelangte, ist natürlich, mindestens bei den unerheblichen erreichten Höhen; erst in vielen tausend Metern Höhe hätte man in Folge Achsenneigung der Depression die Rückseite mit den bereits sich verrathenden Einflüssen der Anticyklone erwarten können. Schwer zu erklären ist dagegen das plötzliche Abflauen des Windes, der noch um 1¹/₂ Uhr in 200—300 m Höhe 8 m, um 2¹/₂ aber in etwa gleichen Höhen nur noch 4¹/₂ m p. s. erreichte. Hierin scheint sich eher schon jetzt eine Tendenz zur Aufheiterung zu verrathen, welche jedoch am 3. Nachmittags und Abends nur ganz vorübergehend erfolgte; am 4. früh herrschte NW mit Regen, nach Vorübergang des Minimums.

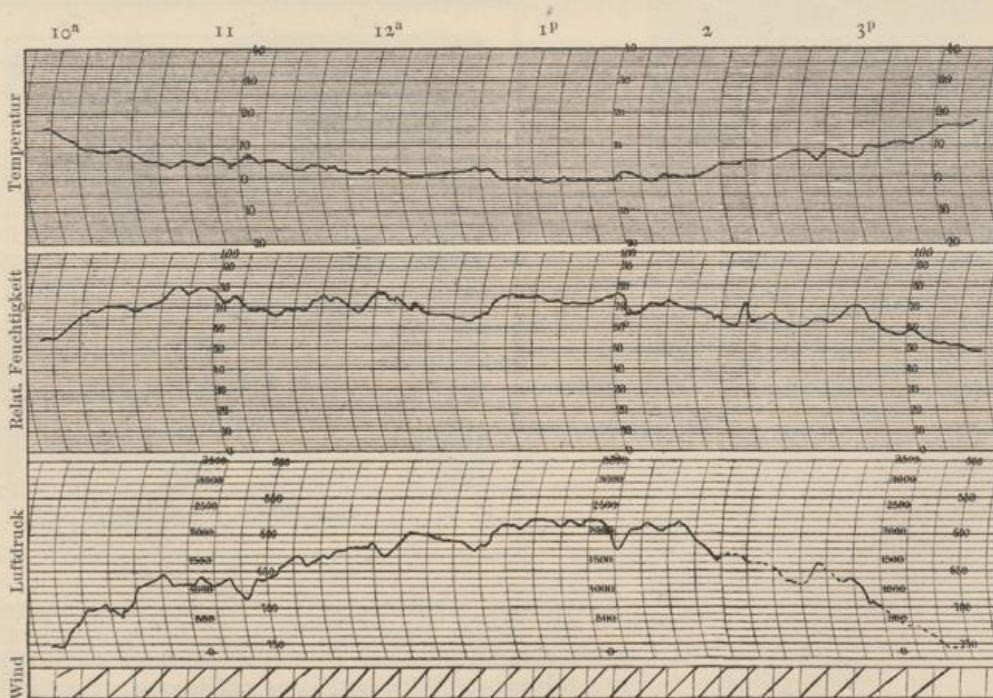
No. 27.

7. Juli 1900.

Drachen-Aufstieg.

4 Drachen (11.3 m²). 4600 m Kabel.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe mm	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
9 58 ^a	753	67	—	—	—	15.0	55	1 3 ^p	582	2190	-1.1	72	8.5	—	—
59	—	—	Apparat auf			—	—	10	593	2040	-0.1	71	—	—	—
10 6	725	386	11.6	60	7.0	—	—	23	582	2192	-1.0	76	—	18.2	55
17	701	667	8.9	68	—	16.0	60	32	624	1631	2.0	66	—	—	—
35	669	1053	5.2	71	—	—	—	43	585	2153	-0.8	72	—	—	—
11 26	646	1340	4.2	68	—	—	—	48	598	1977	1.2	71	—	—	—
			Drachen stehen in Richtung E					2 19	630	1555	4.6	71	7.0	18.5	54
47	624	1622	2.3	73	—	17.1	57	59	658	1196	6.0	70	—	—	—
59 ^a	610	1806	1.4	76	—	—	—	3 5	699	694	11.1	56	6.0	—	—
12 14 ^p	598	1969	0.3	68	—	17.8	56	19	753	67	Apparat unten		5.5	16.0	51
			Bewölkung 4 ¹ cu, a-cu, ci.												



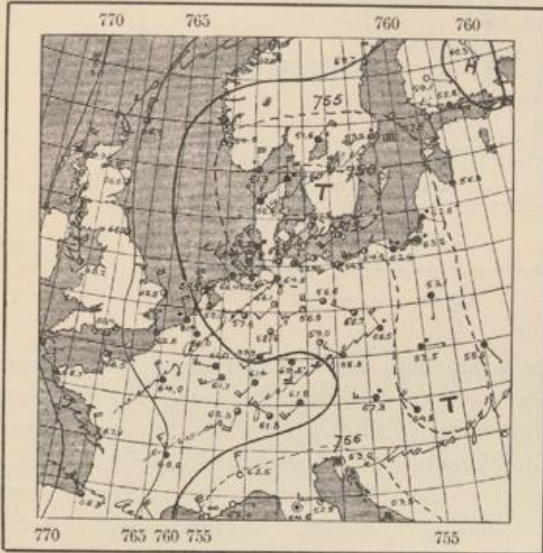
Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

7. Juli 1900.

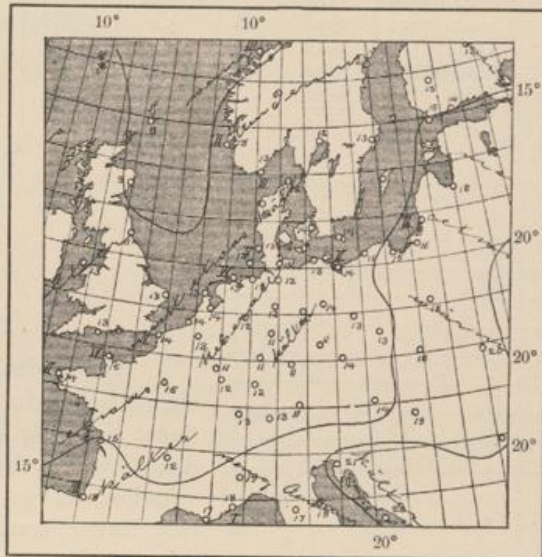
An diesem Tage gelang es zum ersten Male in der Reihe unserer Experimente, die allerdings erst seit Mai in vollen Gang gekommen waren, die Höhe von 2000 Metern mit Drachen zu erreichen und noch um etwa 200 m für den Apparat, 270 m für den obersten Drachen zu überschreiten. Aus diesem Grunde soll der Aufstieg, der über fünf Stunden dauerte, ein wenig eingehender besprochen werden, wenn auch

nicht mit der Ausführlichkeit, die z. B. den meisten Fahrten der Freiballons in dem Werke »Wissenschaftliche Luftfahrten« gewidmet wurde.

Die Wetterlage am 7. Juli. Seit zwei Tagen lag ein barometrisches Minimum über Skandinavien, dessen Lage sich nur sehr langsam veränderte, indem es sich von der Nordsee über das Skagerrak und Südschweden nach der Ostsee verlegte und schliesslich am 9. nach Finnland zu entfernte. Das Centrum der Depression verweilte am 7. den ganzen Tag über dem Kattegat und Schonen. Berlin befand sich demnach stets an der Südseite des Haupt-Minimums, wobei jedoch in Betracht kommt, dass eine Theildepression



7. Juli 1900. 8^a. Isobaren.



7. Juli 1900. 8^a. Isothermen.

sich, tief nach Süden ausholend, über die Ostsee, die Provinz Preussen und Russisch-Polen bis nach Siebenbürgen hinein erstreckte. Unter Einwirkung dieses Theilminimums hatte schon am 7. das Land östlich der Oder Winde mit nördlicher Komponente, bei vorherrschender Hauptrichtung aus Westen, mehrfach auch Niederschläge. Als am 8. die Depression ihr Centrum völlig nach dem Osten verlegte und der Verlauf der Isobaren über Mitteleuropa ein fast durchaus nordsüdlicher wurde, stellte sich in ganz Deutschland trübes Regenwetter ein.

Die allgemeine Lage wird durch die vorstehenden Karten der deutschen Seewarte vom 8^b a. m. veranschaulicht, zu welcher Zeit noch die Umbiegung der Isobaren an der westpreussischen Küste aus westöstlicher in meridionale Richtung sehr scharf ausgeprägt war, in Folge der Theilung der Depression in zwei Minima über Schweden und Russisch-Polen. Das Wetter ist in Deutschland an den Küsten und im Osten sowie Süden trübe, im mittleren Binnenlande veränderlich, stellenweise ziemlich heiter. Die Windrichtungen entsprechen streng der geschilderten Druckvertheilung mit den zwei Deutschland beeinflussenden Minima; die Morgentemperaturen sind für die Jahreszeit überall tief. Die specielle Wetterlage in Mitteldeutschland zur Zeit des Aufstieges (10^a—3^{1/4}^p) zeigen die nebenstehenden Kärtchen; man sieht, dass nur wenig Aenderung seit dem Morgen eingetreten ist. Völlige Trübung findet sich erst an der Ost- und Süd-West-Begrenzung der Karte, während in dem Lande um Brandenburg herum meist wolkiges oder halb heiteres, anhaltend kühles Wetter, mit Nachmittagstemperaturen von 16—19^o herrscht.



7. Juli 1900. 2^p. Isobaren.



7. Juli 1900. 2^p. Isothermen.

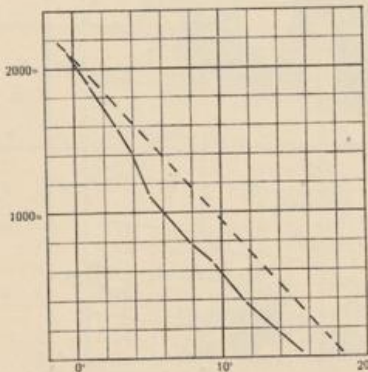
Für die vertikale Vertheilung der Lufttemperatur, wie sie bis 2200 m Höhe durch den Aufstieg festgestellt wurde, geben wir zunächst die nachstehende tabellarische und graphische Zusammenfassung.

7. Juli 1900.

Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	$\frac{\Delta t}{p. 100 m}$	Zahl der Auswertungen	Schicht	ΔH	Δt	$\frac{\Delta t}{p. 100 m}$
Erde	67	319	15.5	-3.9	-1.22	Mittel	Erde—1108	1041	-10.4	-1.00
0—250			(16.6)							
250—500	386	261	11.6	-2.2	-0.84	1	1108—2127	1019	-5.65	-0.55
500—750	647	122	9.4	-1.45	-1.19	4				
750—1000	769	339	7.95	-2.85	-0.84	2				
1000—1250	1108	308	5.1	-1.2	-0.39	8				
1250—1500	1416	178	3.9	-1.0	-0.56	3				
1500—1750	1594	291	2.9	-1.9	-0.65	8				
1750—2000	1885	242	1.0	-1.55	-0.64	6				
2000—2250	2127		-0.55			8				

Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 2192 m:

Zeit	ΔH	Δt	$\frac{\Delta t}{p. 100 m}$
1.30 ^p	2152 m	-19.2 ^o	-0.89 ^o



7. Juli 1900.

Aus beiden ergibt sich, dass der vertikale Gang der Temperatur ein einfacher, in wenigen Worten zu schildernder war. Bis etwa 1100 m findet sich sehr starkes thermisches Gefälle, welches um die Tagesmitte den Grenzwert des indifferenten Gleichgewichtes erreicht und überschreitet, was ja zunächst an einem Sommertage, der in Berlin immerhin halb heiter war, nicht auffällig erscheint. Darüber liegt eine Schicht mit sehr langsamer Abnahme, welche kaum 0.4^o p. 100 m beträgt; dieselbe ist etwa 300 m dick. Von 1400 m bis zu der erreichten Maximalhöhe von 2200 m wird das Gefälle wieder ein rascheres, hält sich jedoch in mässigen Grenzen, 0.55—0.65^o p. 100 m, mit einer merklichen Verschärfung nach oben. Die ganze Schicht über 1100 m mit viel langsamerer Temperatur-Abnahme entspricht etwa der Zone der Cumulusbildung; und obgleich der Apparat in die Wolken noch nicht eingetaucht war, sondern sich stets in den grossen Zwischenräumen befand, so ergab er auch für diese letzteren, wie dies schon bei den Ballonfahrten öfters nachgewiesen worden war, eine sehr verlangsamte Temperatur-Abnahme, welche demnach als der ganzen Zone der Cu-Bildung eigenthümlich gelten muss.

Im Gesamtdurchschnitt aber ist die vertikale Temperatur-Abnahme bei der niedrigen, durchaus nicht einem Sommernachmittage entsprechenden Temperatur am Erdboden eine überaus rasche. Und deshalb erscheint bei näherem Zusehen der sonst im Juli nicht auffällige Gradient von 1.0 p. 100 m und darüber in dem untersten Kilometer, von noch immer 0.9^o p. 100 m in den untersten 2 km vertikaler Erhebung, bei wenig über 15^o unten als ein abnorm hoher — denn der Tag war eben kein sommerlicher. Mit anderen Worten: die so rasche Abnahme der Lufttemperatur nach oben beruht diesmal nicht auf einer der Jahreszeit entsprechenden Wärme unten, sondern auf aussergewöhnlicher Abkühlung der oberen Luftmassen. In der That sind sowohl eine Lufttemperatur von nur 5^o in 1100 m Höhe, wie die Lage der 0^o-Isotherme bei rund 2000 m abnorme Erscheinungen: die mittleren Höhen der beiden Isothermflächen von 5^o und 0^o sind im Juli nach unseren älteren Feststellungen bezw. 2370 m und 3400 m.

Diese sehr erhebliche Abkühlung der ganzen Luftmasse ist in Verbindung mit der nur geringen Zunahme der relativen Feuchtigkeit nach oben, von 50—60 % am Erdboden auf 65—75 % über 1000 m, bezeichnend für den »Rückseitencharakter« der Witterung. Trotz des unten in Berlin noch wehenden Westwindes muss in den Höhen schon der kalte NW-Strom herrschend gewesen sein, der die grosse Temperatur-Erniedrigung und verhältnissmässige Trockenheit der Luft hervorrief. Auch eine in der Nähe der Drachen bei etwa 1200 m Höhe vorbeiziehende kurze Regenböe trug durchaus den oben-erwähnten Charakter. Die registrierten Windstärken boten nichts Bemerkenswerthes, als höchstens die auch meist bei »Rückseitenwetter« auftretende Geringfügigkeit der Zunahme mit der Höhe, von ca. 6 auf nur 8½ m in maximo, wogegen an der Vorderseite der Depression der unten noch schwache Wind nach oben sehr rasch zuzunehmen pflegt.

Die Abwesenheit einer eigentlichen Störungsschicht machte die Weiterherrschaft der Depression im Norden und vor allem des Theilminimums im Osten wahrscheinlich, welche in der Schilderung der Wetterlage als thatsächlich am 8. Juli gefolgt angegeben ist.

Bemerkenswerth ist noch die erhebliche Temperatur-Zunahme, welche in Höhen bis 2000 m, wie es scheint nur als periodische Erscheinung vom Vormittag zum Nachmittag (zwischen Aufstieg und Abstieg) erfolgte. Sie betrug z. B. in 1100 m Höhe von 10^{1/2} bis 3^p rund 2^o, in 1975 m von 12 bis 2 Uhr noch 1^o.

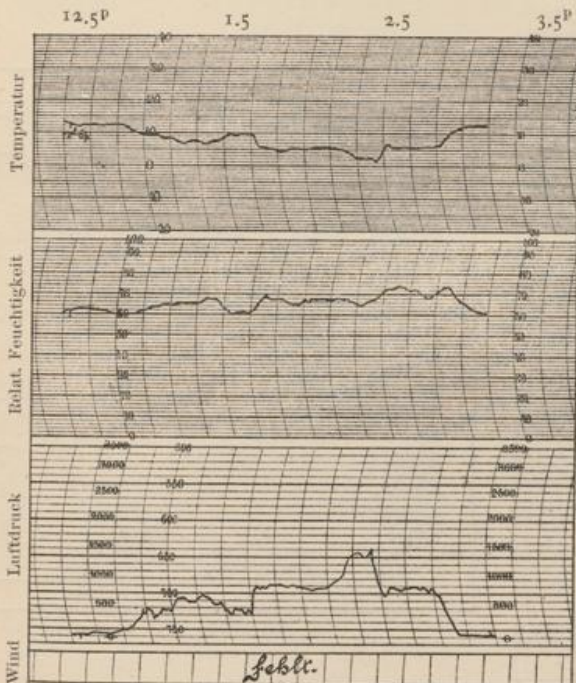
No. 28.

9. Juli 1900.

Drachen - Aufstieg.

3 Drachen (8 m²). 2300 m Kabel.

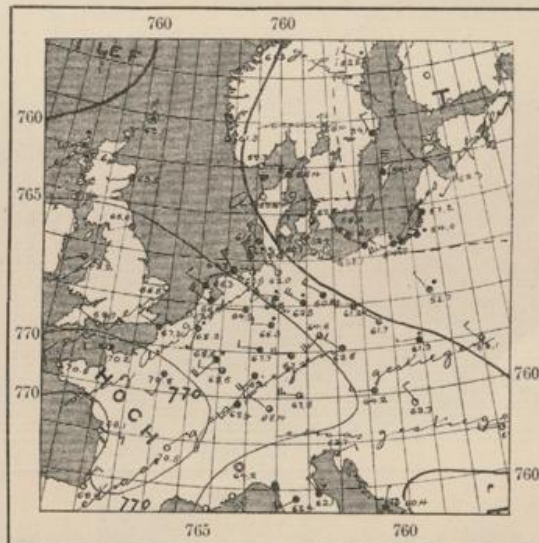
Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0
12 8 ^p	758	67	Apparat auf			12.6	62	2 0 ^p	645	1393	2.0	68			
36	721	484	9.0	62	nicht	—	—	15	693	810	5.8	72	nicht	—	—
49	707	646	6.9	66	registriert	14.1	66	—	—	—	Aufstieg abgebrochen	registriert	—	—	
1 24	689	856	4.6	68		13.2	73	41	758	40	12.8	63	12.8	63	



9. Juli 1900.

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 1400 m: 0.8—0.9^o p. 100 m; während des Aufstieges trat unten Abkühlung um ca. 1^{1/2}^o ein von 12^{3/4} bis 2^{1/2} Uhr p. m.

Wetterlage: Typische Rückseite eines Minimums (Centrum über Finnland): W- bis WNW-Wind von Stärke 4 bis 5, Bewölkung sehr wechselnd 6—9, schwere cu und cu-mamm., auch a-cu aus N ziehend, nach 1 Uhr Regenböen.



9. Juli 1900. 8^a. Isobaren.

Die Temperatur-Abnahme war im unteren Theile der Schicht, bis 850 m, viel stärker, nämlich je nach der Zeit 1.05^o bis 1.16^o p. 100 m, im oberen zwischen 850 und 1400 nur noch 2.6^o auf 540 m = 0.48^o p. 100 m. Damit stimmt auch überein, dass das Maximum der relativen Feuchtigkeit bereits bei 800 m lag (72^o/0 gegen anfangs nur 62^o/0 am Erdboden, später nahm allerdings auch unten der Wasserdampfgehalt zu), von hier an aber wieder Abnahme eintrat. Solche Verhältnisse haben sich bei Sommeraufstiegen in den wohl ausgeprägten cyclonalen Verhältnissen der Vorderseite kaum je gefunden, nur bei den bereits Mischcharakter aufweisenden Zuständen der Rückseite. Die hierbei besonders interessante Windgeschwindigkeit ist leider nicht zur Registrirung gelangt. Die rapide Abnahme des thermischen Gefälles in der oberen Hälfte, bis zu dem, einem recht stabilen Gleichgewicht entsprechenden Werthe von weniger als 0.5^o p. 100 m¹⁾, deutet auf in die Rückseite der Depression hereinbrechende absteigende, wärmere und trockenere Luftmassen aus der Anticyklone. So trat denn auch am 10. entschiedene Besserung des Wetters in Norddeutschland ein, die am 11. zu einer unbestrittenen Herrschaft der Anticyklone über ganz Mitteleuropa führte.

¹⁾ Ob sich der Apparat hier nicht schon theilweise in den Wolken befand, ist allerdings aus den Aufzeichnungen nicht zu ersehen; dies würde natürlich von grosser Bedeutung für den Grenzwert des indifferenten Gleichgewichtes sein.

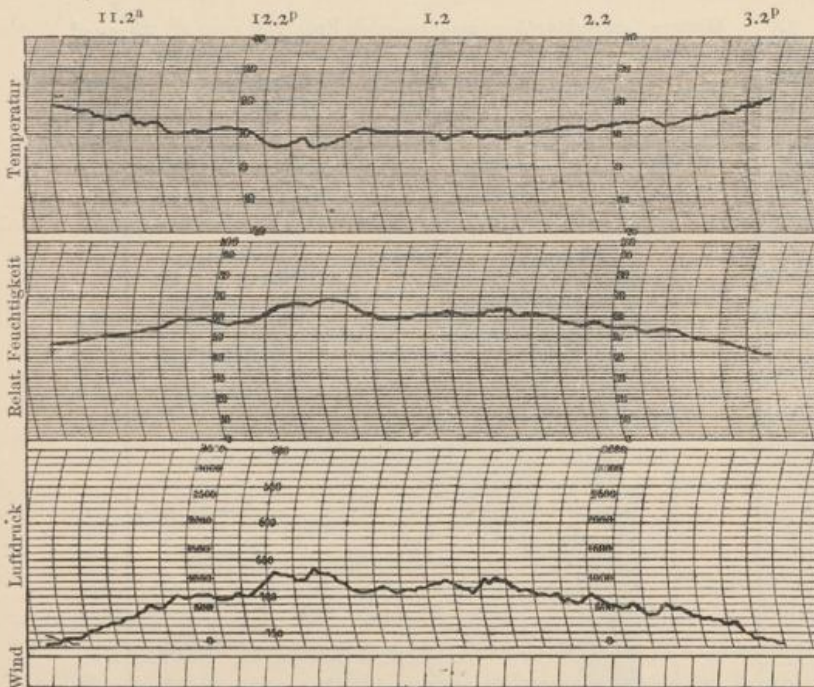
No. 29/30.

Die Drachenballon-Aufstiege vom 11. und 12. Juli 1900.

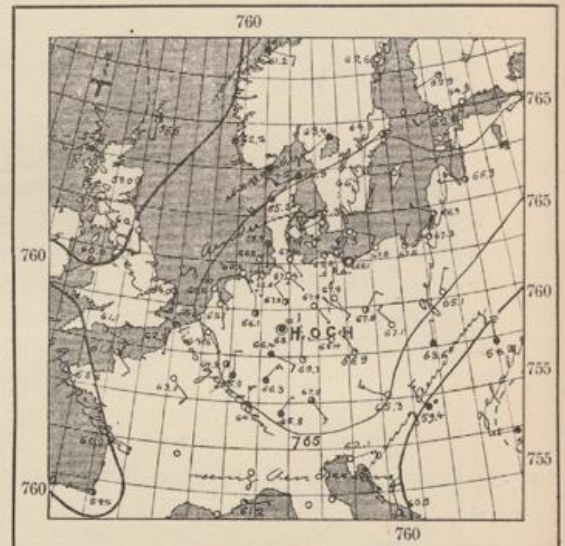
No. 29. 11. Juli 1900. Aufstieg des Drachen-Ballons „B“.

Ballon von 37 m³. 1300 m Kabel.
Bewölkung 3, cu, dunkelblauer Himmel.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten			Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Zeit				Luft- druck	See- höhe	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	
10 40 ^A	764	40	Apparat auf			18.5	49	12 19 ^{1/2} ^P	656	1323	5.5	72.5	} 2.0	19.5	47	
55	745	256	16.0	52	} 2.3	—	—	38	694	856	11.0	65		—	—	
11 9	729	440	15.5	54		} 2.5	19.2	48	1 29	675	1090	9.5	67	} 2.1	20.4	45
18	712	640	13.5	57.5	—		—	—	2 5	696	834	11.5	61		—	20.8	45
55	698	807	11.8	64.0	} 2.1	19.9	47	3 1	709	676	13.0	57	} 2.1	—	—	
12 2 ^P	673	1112	7.5	66.0		—	—	—	4 1 ^{1/2}	726	477	15.5		54	—	22.3	44
5	663	1235	6	70.0	} 2.1	—	—	3 0	750	201	18.5	44	} 2.1	—	—	
						—	—	—	9	763	40	21.5		Apparat unten	23.0	43



11. Juli 1900.



11. Juli 1900. 8^A. Isobaren.

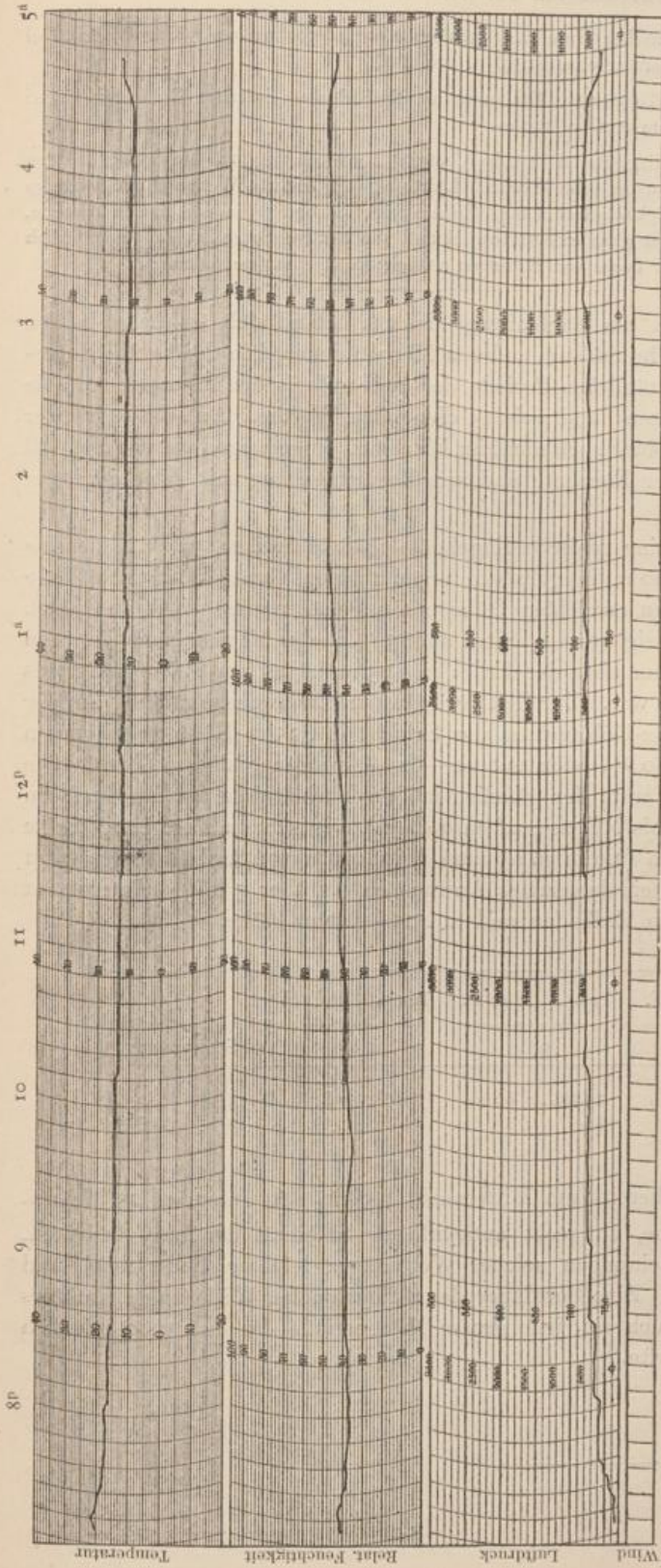
No. 30.

11./12. Juli 1900

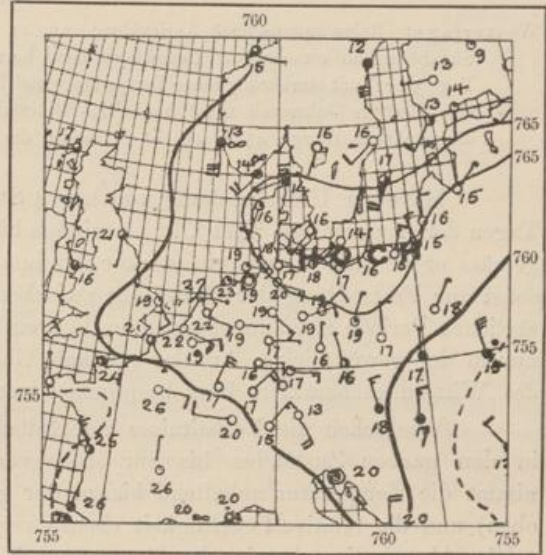
Aufstieg des Drachenballons „B“.

Ballon von 37 m³. 800 m Kabel.

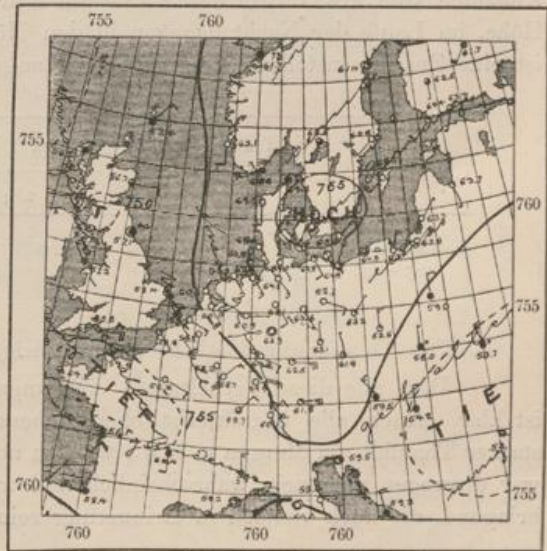
Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten			Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Zeit				Luft- druck	See- höhe	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	
11. Juli								12. Juli								
7 23 ^P	763	40	Apparat auf			21.0	40	12 50 ^A	715	589	12.5	46	} anwachsend auf	10.3	77	
38	748	211	18.0	36	} langsam	19.5	47	1 5	712	623	12.1	47		10.1	78	
8 15	735	360	16.0	37		17.5	55	2 10	716	576	12.5	48		9.4	79	
55	729	426	15.0	38		13.2	66	3 10	710	646	11.5	49		9.2	79	
9 55	—	474	14.2	38		13.5	69	4 10	705	704	11.2	50		7.5	81	
10 55	721	520	13.4	42		12.7	70	4 40	729	424	14.0	46		9.1	80	
11 50	718	554	13.0	43		11.2	73	55	—	—	—	—		Apparat unten	5.1	—



11./12. Juli 1900.



11. Juli 1900. 8P.



12. Juli 1900. 8^a. Isobaren.

Die Aufstiege des Drachenballons am 11. und 12. Juli 1900.

Mittlere Temperatur-Abnahme am 11. Juli mittags zwischen Erde und 1320 m: 1.09° p. 100 m; um 3 Uhr Nachm. bei Annahme derselben Temperatur oben: 1.37° p. 100 m (!).

Desgleichen am 12. früh um 4 Uhr — genau die Zeit des Temperatur-Minimums am Erdboden — zwischen Erde und 700 m: Zunahme um 0.56° p. 100 m.

Wetterlage: Reine sommerliche Anticyklone; am 11. früh liegt Berlin fast im Centrum derselben, am 12. ein wenig auf den Südabhang zu verschoben. Dementsprechend herrschte unten sehr schwache Luftbewegung, heiteres Wetter (Bewölkung am Tage 3¹, cu) mit starker täglicher Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankung. Erstere zeigt 23.0 und 7.5° als die beiden Extreme, also für die Jahreszeit nicht hoch, das Minimum sogar ganz exceptionell tief, die relative Feuchtigkeit, bei natürlich umgekehrtem Gange, 43% und 81% , wobei die beiden Paare von Extremen zeitlich genau zusammenfallen.

Mit einer Unterbrechung von nur 4 Stunden am Nachmittage des 11. befand sich an diesen beiden Tagen der Apparat von $3/4$ 11 Uhr vormittags bis 5 Uhr früh am anderen Morgen dauernd in der Luft. Naturgemäss ergab sich hieraus ein starker Einfluss der täglichen Periode der meteorologischen Elemente auf die sonst zur Feststellung der Beziehung zwischen »unten« und »oben« dienenden Werthe. Auf diese mit der täglichen Periode zusammenhängenden Fragen kann hier noch nicht im Einzelnen eingegangen werden; es soll nur in der gewöhnlichen Art der vertikale Gang der Elemente und sein Zusammenhang mit der Gestaltung des Witterungscharakters kurz besprochen werden.

Wie schon die Verhältnisse am Erdboden eine typische Regelmässigkeit aufweisen, so tritt dieselbe in den ganzen Zuständen bis zur Höhe von 1300 m in geradezu erstaunlichem Grade auf. Am Tage nimmt die Temperatur anhaltend bis zu der grössten erreichten Höhe mit ungemeiner Raschheit ab (vergl. oben) und die relative Feuchtigkeit ebenso regelmässig von 40 unten auf 73% in der Maximalhöhe zu. Um 9 Uhr Abends liegt bereits das Temperatur-Maximum über der Erde: in 425 m ist es um 1.8° wärmer als unten, während es um 3 Uhr noch um ca. 7° kälter war. Zur Zeit der grössten Strahlungsabkühlung auf der Erde aber, nach 4 Uhr früh, beträgt der Temperatur-Ueberschuss der Schicht in 425 m Höhe gegen unten $6\frac{1}{2}^{\circ}$! Jetzt ist es unten am feuchtesten mit über 80% , oben mit $40-50\%$ trockener als am Tage. Die allgemeine Trockenheit bewirkt denn auch, dass es trotz der gänzlich labilen Verhältnisse am Tage nur zu schwacher Cumulusbildung kommt. Der Wind, SE bis NE, zeigt ebenso charakteristisch am Tage eine direkte Abnahme vom Maximum der Stärke am Erdboden (2.6 m p. s.) zum Minimum von 2.0 in der grössten Höhe, im Laufe der Nacht dagegen in den Höhen ein langsames Anwachsen bis über 5 m. — Interessant ist eine Zusammenstellung des täglichen Ganges am Erdboden und in $425-440$ m Höhe.

	Temp.	Rel. F.	Temp.	Rel. F.	Temp.	Rel. F.	Temp.	Rel. F.	Schwankung	
	11 ^{1/4} ^a		2 ^{3/4} ^p		9 ^p		4 ^{3/4} ^a			
Erdboden (40 m)	19.2 ⁰	48 ^{0/0}	22.3 ⁰	44 ^{0/0}	13.2 ⁰	66 ^{0/0}	7.5 ⁰	81 ^{0/0}	15 ^{1/2} ⁰	40 ^{0/0}
425—440 m	15.5 ⁰	54 [*]	16.0 ⁰	53 [*]	15.0 ⁰	38 [*]	14.0 ⁰	46 [*]	2 ⁰	15 [*]

Die Temperatur-Umkehr betrug übrigens bereits um Mitternacht 1.5° in den untersten 25 Metern.

Dass alle diese Verhältnisse eine ungeweine, so recht anticyklonale Stabilität der Lage bedeuten, ist klar. Auch alle charakteristischen Nebenerscheinungen solcher Wetterlage: leichter Bodennebel und starker Thaufall am Morgen u. s. w., wurden notirt. Eine Fortdauer des anticyklonalen Witterungscharakters war deswegen ungewein wahrscheinlich und trat auch ein, jene grosse Hitzeperiode des Juli 1900 mit sich bringend, die noch vielfach in Erinnerung sein dürfte.

No. 31.

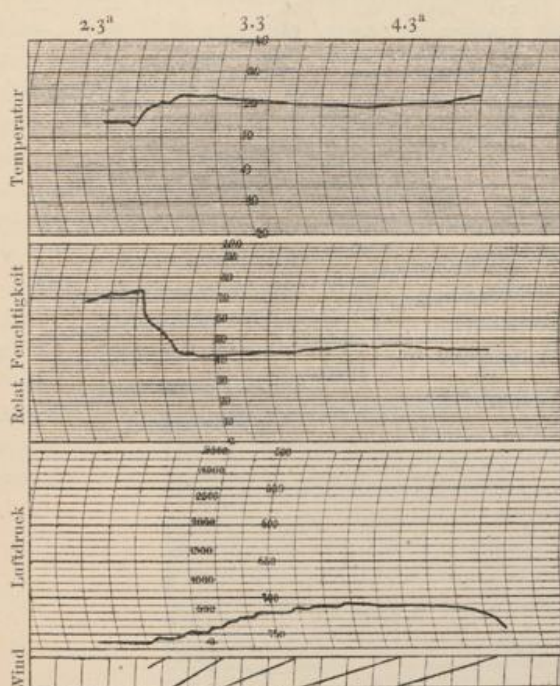
14. Juli 1900.

Aufstieg des Drachen-Ballons „B“.

Ballon von 37 m³. 900 m Kabel.

Barometer steigend; fast wolkenlos, etwas dunstig im NW.

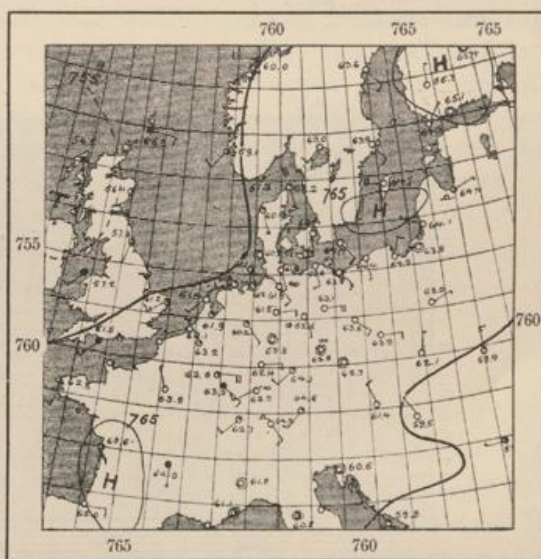
Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰	h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰
2 26 ^a	760	40	14.4	73	4.2	14.4	73	3 45 ^a	709	645	18.8	46	2.1	14.2	76
		Ballon auf, stellt sich nach W.						4 13	714	584	19.8	45	1.5	14.8	77
43	748	178	22.3	42	3.5	14.3	75	33	725	452	21.3	44	1.5	15.5	67
3	728	416	21.3	42	3.3	13.5	76	38	735	332	?	42	1.5	—	76
25	717	548	19.8	44	2.5	14.3	76								



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.
14. Juli 1900.

Mittlere vertikale Temperatur-Aenderung um 3³/₄ Uhr früh zwischen Erde und 650 m: Zunahme der Temperatur nach oben um 0.72° p. 100 m. Vgl. jedoch weiter unten.

Wetterlage: Streng anticyklonal, ungestörte Fortsetzung der bei Aufstieg No. 29/30 beschriebenen. Die Aehnlichkeit mit der Lage am 12. Morgens ist vollkommen. Südabhang des Maximums, demnach schwacher Ostwind, wolkenlos, früh \equiv und \wedge , Temperatur-Minimum um 3 Uhr 13.5, Maximum am Vortage 29°, am Tage darauf 32°.



14. Juli 1900. 8°. Isobaren.

Alle bereits beim zweiten Aufstiege vom 11./12 geschilderten Verhältnisse traten hier auch in den oberen Luftschichten in noch viel ausgeprägterem Maasse auf. Die Temperatur-Umkehr erreichte gegen 3 Uhr früh mit einer Verfrühung des Ausstrahlungsminimums nahezu 4° in den untersten 25 m, d. h. zwischen 40 und 65 m Seehöhe, und volle 8° zwischen 40 und 180 m, also 5.8° auf 100 m! Um diese Zeit herrschte bei 178 m eine Wärme von 22.3 und noch in 416 m von 21.3°, während unten das Thermometer unter 14° sank. Ebenso zeigt auch die relative Feuchtigkeit eine Abnahme von 76 auf 42 ‰ beim Emporsteigen vom Erdboden zu 200—400 m Höhe. Ueber diese jetzt wärmste und trockenste Zone hinaufgehend, findet man sehr rasche Wiederabnahme der Temperatur, um 1.1° p. 100 m, und langsames Anwachsen der relativen Feuchtigkeit. Es sind also die Verhältnisse, wie sie am heissen Sommertage herrschen, einfach um 200—400 m hinaufgehoben. Der Wind zeigte das für die Höhen bezeichnende starke Abflauen in der zweiten Hälfte der Nacht, z. B. bei 400—500 m von 3¹/₂ m p. s. um 2³/₄ Uhr a. m. auf 1¹/₂ m um 4¹/₂ a. m.

Nach alledem war auch jetzt noch eine Fortdauer des heissen anticyklonalen Sommerwetters mit kräftig ausgesprochener Tagesperiode aller meteorologischen Elemente sicher vorauszusehen.

No. 32.

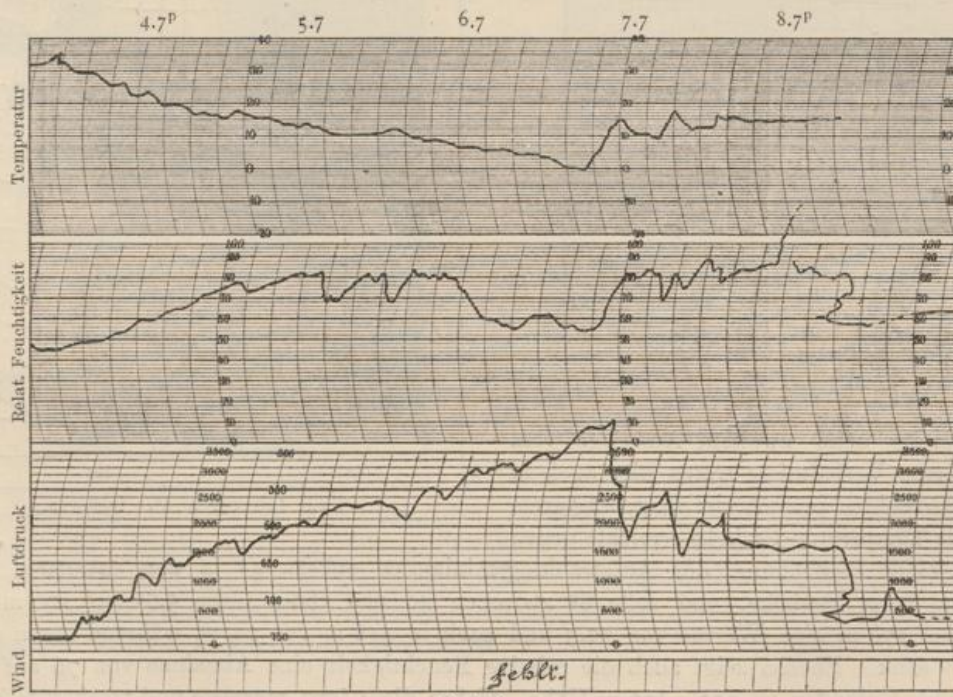
26. Juli 1900.

Drachen - Aufstieg.

5 Drachen (13.5 m²). 7010 m Kabel.

Heiter, frischer West, sehr heiss (Max. 34° C).

Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
3	30 ^P	755	40	33.6	43		33.6	43	5	24 ^P	576	2382	10.1	74		—	—
	36	—		Apparat auf			—	—		32	569	2484	9.4	79		31.5	47
	43	729	355	29.5	48		—	—		37	574	2411	10.5	67		—	—
	53	698	740	25.4	53		—	—		43	594	2124	11.9	84		—	—
			Bewölkung 1', cu am							54	548	2795	7.6	80		—	—
			Horizont							56	564	2558	8.9	80		31.0	47
4	4	668	1122	21.4	59		32.9	45	6	6	522	3195	5.1	74		—	—
	16	645	1425	19.0	65		—	—		9	531	3054	6.1	70		—	—
			Bewölkung nimmt							16	516	3290	4.9	58		—	—
			zu, 3-4, cu							22	525	3148	5.6	56		—	—
	29	631	1613	16.4	72	nicht	32.8	45		30	500	3547	3.1	56	nicht	28.9	48
	39	620	1763	15.0	77	registriert	—	46		35	509	3402	3.9	61	registriert	—	—
			Bewölkung nimmt							44	464	4150	-0.2	56		—	—
			weiter zu							48	458	4046	0.0	55		—	—
	55	618	1790	14.9	76		—	—				Am W-Horizont steigt					
5	2	601	2025	13.0	80		32.4	46				Wolkenbank auf.					
	8	603	1997	13.0	80		—	—		52	—	4255	-1.0	52		28.2	50
	14	579	2338	11.5	66		—	—	7	16	569	2485	9.7	81		27.4	54
			Wolken nehmen							33	591	2166	11.0	86		—	—
			wieder ab, 1-2							39	602	2011	12.5	82		—	—
	19	570	2470	10.0	68		—	—		49	625	1695	14.8	82		26.2	55



26. Juli 1900.

Auch dieser Aufstieg verdient gleich demjenigen vom 7. Juli in Folge der grossen erreichten Höhe eine eingehendere Würdigung, ja in noch viel höherem Grade als jener; wurde doch an diesem Tage die noch kurz vorher den Höhenrekord der viel älteren Schwester-Institute von Blue Hill und Trappes bildende Erhebung von 4300 m erreicht. Leider waren wir wegen äusserer Umstände — besonders der ungünstigen Lage unseres Observatoriums — in der Folge genöthigt, von jedem Versuche solcher Hochaufstiege mindestens für die nächste Zeit abzusehen. Mit Rücksicht auf diese besondere Bedeutung,

die er in der Reihe unserer Experimente beansprucht, soll deshalb ausnahmsweise der ganze Vorgang vom äronautischen und technischen Standpunkte aus geschildert werden, ehe an die Diskussion der Ergebnisse gegangen wird. Zu diesem Zwecke folgt hier der Bericht des ständigen Mitarbeiters Berson an den Vorsteher des Observatoriums, der selber bei dem Aufstiege nicht anwesend war.

»Als am 26. Juli d. J. gegen Mittag sich ein recht frischer und gleichmässiger Westwind aufmachte, gestattete der Abtheilungsvorsteher, welcher sich selber entfernen musste, die Vornahme eines Drachen-Aufstieges in seiner Abwesenheit, wie solche schon öfter, zuletzt am 7. Juli bis ca. 2300 m Höhe ausgeführt worden waren. Die Leitung des Aufstieges fiel hiermit dem Unterzeichneten zu.

Nachdem gegen 2 Uhr ein krummflächiger Drachen, der den Apparat tragen sollte, auf dem Dache der Ballonhalle eine Beschädigung erlitten hatte, beschlossen wir, oben zwei gewöhnliche Drachen, No. 37 und 28 von 4.0 bzw. 2.0 m Drachenfläche anzubringen. Auch jetzt gelang der Aufstieg nicht sogleich, indem No. 37 in Folge Reissens der Fesselschnur¹⁾ aus geringer Höhe herabfiel, allerdings ohne sich im Geringsten zu beschädigen. Er wurde nochmals abgelassen, und als er mit 110 m Drahtlänge sehr sicher stand, liess ich an dieser Stelle an 40 m langer starker Leine No. 28 und an derselben Klemme, an 5 m Leine, den Apparat anbringen, sodass der letztere stets rund 100 m unterhalb des höchsten Drachens hing. Um 3^p 36 ging das Instrument hinauf; das Wetter war fast wolkenlos (Bewölkung I, cu am Horizont), sehr heiss, bis 34^o, der Wind frisch aus West. Es konnte ziemlich rasch abgelassen werden; ich verfügte, dass, solange nur angänglich, stets in genauen 500 m-Intervallen Pausen von mehreren Minuten gemacht würden, zuerst bei 610 m, dann bei 1110 etc., und zwar sowohl aus praktischen Gründen — damit nämlich die Drachen in dieser Zeit sich heben konnten — wie wegen besserer Registrirung. Ausserdem wurde bestimmt, dass erstens den Drachen, und zwar womöglich auch den weiteren Drachen, nie unter einen Winkel von 30^o hinabzugehen gestattet werden dürfte, dass wir zweitens das Weiteranbringen von Drachen in Bezug auf den Moment desselben, wie auch die Art und Grösse der Drachen, so einrichten wollten, um thunlichst den gleichen Höhenwinkel für alle Drachen zu erhalten, also die theoretisch günstigste gestreckte Kettenlinie, und dass endlich alle durchlaufenden Löthstellen revidirt und nöthigenfalls nachgebessert werden sollten. Um den zweiten Punkt im Auge behalten zu können, wurden sehr häufige Winkelmessungen auf der Plattform (Dach des alten Windenzimmers) und zwar für alle Drachen ausgeführt, das Resultat sofort in das Windenzimmer hinabgerufen und hier auf einem Blatt Papier die mit dem Rechenschieber durch eine einzige Einstellung sofort ermittelte Höhe fortlaufend graphisch eingetragen. — So wurden Pausen gemacht:

bei 610 m	um 3 ^h 41	bis 46
» 1110 »	» 3 ^h 53	» 57
» 1610 »	» 4 ^h 2	» 7
» 2110 »	» 4 ^h 12	» 18
» 2610 »	» 4 ^h 22	» 29
» 3125 »	» 4 ^h 43	» 50

Während bis hierher der Draht von 0.8 mm Durchmesser gebraucht worden war, fing nun der 0.9 mm-Draht an. Da wir ausserdem bemerkten, dass der vom Thurme auslaufende unter nur noch kleinem Winkel abzugehen begann — doch war er von der Horizontalen noch weit entfernt — wurde das Hinzufügen eines neuen Drachens beschlossen; die oberen trugen bereits rund 14 kg Draht nebst Apparat und der Zug überstieg nicht 20—30 kg, sodass eine mässige Vergrösserung der tragenden Gesamtdrachenfläche nur vortheilhaft erschien, dagegen keine Gefahr für den Draht bringen konnte. Schon bei 2860 m war übrigens um 4^h 34 eine Extra-Pause gemacht worden, da der auslaufende Draht sich zu senken anfang; doch genügte das Anhalten, um ihn sehr bald wieder auf einen sicheren Winkel zu heben. Mit dem Anbringen weiterer Drachen wollte ich lieber die wenigen hundert Meter bis zum Beginn des stärkeren Drahtes warten. Bis dahin hatten die Drachen beim schnellsten Ablassen den Mindestwinkel von 32^o, beim Anhalten die Maximalwinkel von 47—48^o gezeigt; nur ein einziges Mal sank bereits bei 1500 m Draht der Winkel vorübergehend auf 29^o, wo dann augenblicklich angehalten wurde, damit sich die Drachen »erholen« konnten.

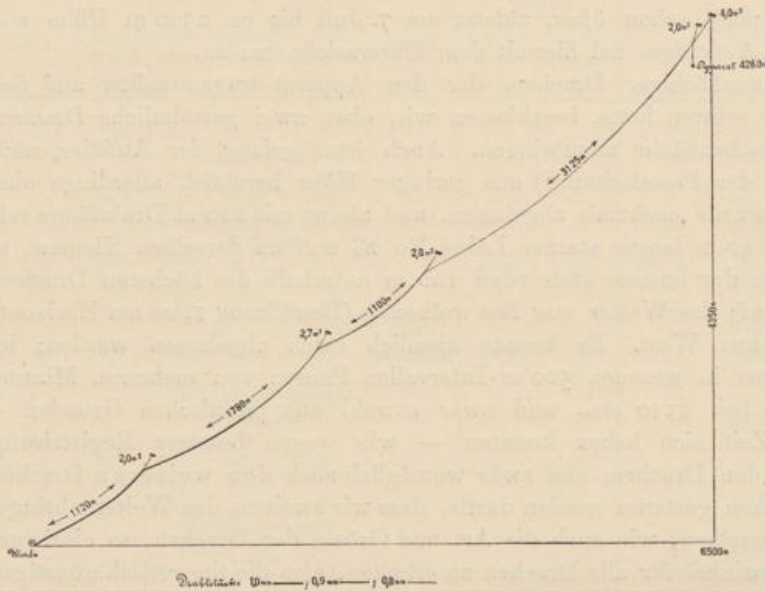
Bei 3125 m wurde Drachen No. 30 (2.8 m²) angebracht; der Zug erreichte nun 38—40 kg, die Reissfestigkeit des ganz intakten verzinkten 0.9-Drahtes dagegen betrug ca. 135 kg. Es folgten Pausen:

bei 3610 m	um 4 ^h 55	bis 5 ^h 5
» 4110 »	» 5 ^h 9	» 18.

¹⁾ Wie es scheint, in Folge eines schlechten Knotens.

Hier wurde die Hinzufügung eines neuen Drachens erwogen; da jedoch kaum 100 m weiter sich eine Löthstelle zeigte, die nachgesehen werden musste, so wurde gleich bis zu dieser abgelassen.

Bei 4215 m wurde um 5^h 19 eine längere Pause gemacht; die Löthstelle wurde sehr sorgsam neu hergestellt und Drachen No. 7 (2.7 m²) angebracht, so dass No. 30 1100 m Draht zu tragen hatte; die Winkelmessungen ergaben, dass indessen der Apparat 2400 m Höhe erreicht haben musste¹⁾. In der That zeigte die Auswerthung der Registrirung um 5^h 19 2470 m Seehöhe; da zu jenen 2400 m hinzu-



Schematische Darstellung des Drachen-Aufstieges vom 26. Juli 1900.

zufügen sind 26 m Höhe des Ausgangspunktes über dem Erdboden und 40 m Höhe des letzteren über N.N., so ist die Uebereinstimmung eine geradezu erstaunliche. Um 5^h 43 wurde bei 4800, um 5^h 55 bei 5200 m eine Pause gemacht; nach den Messungen waren indess schon um 5^h 50 2700 m Höhe überschritten worden. Die Kettenlinie erschien sehr gut gestreckt: so standen z. B. während des Auslassens um 5^h 47 die beiden obersten Drachen unter 34°, No. 30 unter 32°, No. 7 unter 33°. Die obersten Drachen begannen jetzt nach rechts abzuweichen (bisher im Gegentheil fast stets nach links), der Draht gab ein singendes Geräusch von sich, der Zug erreichte nach Anbringen von No. 7 50–60 kg. Bei 5200 m endete der 0.9 mm und begann der 1.0 mm-Draht; die Löthstelle war sehr gut: es war

eine erst am 7. Juli während des bisher höchsten Aufstieges auf meine Veranlassung ganz neu gemachte. Trotzdem wurde, da No. 7 grosse Tragfähigkeit zeigte und stets bis auf 36–37° hinaufging, noch kein weiterer Drachen angebracht, um den Zug nicht unnützer Weise zu vermehren.

Nach der Pause bei 5200 m — 5^h 55 bis 6^h 4, es waren indessen 3000 m Apparathöhe erreicht worden — wurden weitere 500 m abgelassen. Bei 5690 m wurde von 6^h 7 bis 6^h 17 angehalten; da jedoch alle Drachen noch gute Winkel zeigten und auch der Draht am Thurme einen guten Ablaufwinkel hatte, wollte ich den Zug nicht vermehren und liess weiter abrollen, trotzdem No. 7 bereits 1500 m Draht trug. Von 6^h 19 bis 6^h 26 wurde bei 6000 m Pause gemacht und nun nach Erreichung von 3300 m Höhe, da No. 7 bereits 1800 m, davon 800 m 1.0 mm-Draht trug, ein neuer Drachen, No. 14, angehängt: diesmal nur einer von 2 m² Fläche. Seit einiger Zeit mussten die beiden Bremsbänder während der ganzen Pausen mit Wasser gekühlt und während des Laufens dauernd unter Oel gehalten werden, da sie bei dem nun 70–80 kg erreichenden Zuge immer wieder heiss wurden; auch wurden alle Lager fortdauernd geölt, um jedes Warmlaufen zu verhüten. Das Ablaufenlassen nach jeder Pause erforderte auch eine ganz besondere Aufmerksamkeit und genaue Bedienung beider Bandbremsen, da es sonst, besonders im Anfange, stets ein unzulässig schnelles Tempo annahm, wobei die ganze Winde in unangenehme Erschütterung gerieth. Durch Aufmerksamkeit und exakte Bedienung gelang es, Alles in völlig tadellosem Gange zu erhalten; gleichzeitig wurden natürlich auch die Drachen u. s. w. im Auge behalten, die Winkel gemessen, der Draht am Thurme beobachtet, Dynamometer und Zähler, sowie der Himmelszustand dauernd kontrollirt.

Es folgte eine Pause bei 6600 m von 6^h 30 bis 6^h 42; der Zug betrug jetzt erst 65–70 kg und zwar sehr konstant, und stieg nach längerem Anhalten auf 75–85 kg, während der Winkel von 30° bis auf 37° zunahm: dies ergab für den Apparat 3920 m Höhe. Ich beschloss nun, jedenfalls keine weiteren Drachen anzuhängen, sondern nur noch die Tragfähigkeit von No. 14 auszunutzen. So wurde von 6^h 42 bis 6^h 45 weiter abgelassen; um 6^h 45 hatte die Drahtlänge 7120 m erreicht. Als jetzt die regelmässige Pause gemacht wurde, entschied ich mich, trotzdem No. 14 noch bequem einige Hundert Meter Draht getragen hätte, nicht einmal bis an diese Grenze zu gehen, da sich am fernsten W-Horizonte erste Anzeichen heraufziehender schwerer Wolkenmassen zeigten, sondern nach ein paar Minuten Pause ein-

¹⁾ Bei 4100 m Draht (also 4000 m für den Apparat) und 37° Höhenwinkel ergibt sich aus $l \cdot \sin h$ fast genau 2400 m Apparathöhe.

zuholen, und zwar bis ca. 4000 m Draht mit »langsamer Geschwindigkeit«, und dann bei geringerem Zuge mit grosser. Wir hatten jedenfalls 4000 m Höhe erreicht und konnten vollauf zufrieden sein; bald nach 8 Uhr mussten wir, bei noch hellem Tageslichte, und jedenfalls ehe schlechtes Wetter eintreten konnte, fertig werden. Eben war der Motor eingeschaltet worden, um mit dem Einholen anzufangen (6^h 51), als plötzlich bei 85 kg Zug der Draht riss, nachdem er vorher schon vorübergehend 90 kg ausgehalten hatte. Es gab eine starke Erschütterung; in Ringen fiel das Ende am Thurme herab. Sofort schickte ich zwei Mann auf Rädern aus und ebenso rasch holten wir das freie Ende ein. Nach 840 m Einwinden mit grosser Geschwindigkeit fanden wir, dass eine bei 6280 m befindliche Löthstelle sich ausgezogen hatte.

Der Verbleib der drei unteren Drachen konnte bald festgestellt werden: sie lagen in südöstlicher Richtung vom Observatorium, der Reihe nach in den nördlichen Theilen Berlins und in Hohen-Schönhausen; zwei von ihnen waren verhältnissmässig unversehrt, der dritte zertrümmert. Dagegen blieben die Drachen des oberen »Tandems« nebst Apparat zunächst verschwunden.

Am frühen Morgen des nächsten Tages wurden die Nachforschungen über den Verbleib der beiden oberen Drachen nebst Apparat wieder aufgenommen. Die allgemeine Richtung, in der die Drachen nothwendig weitergeflogen sein mussten, war durch den Fund der unteren gegeben; es war dies die Linie Berlin-Lichtenberg. Demgemäss wurde verabredet, dass der Assistent Elias und der Gehülfe Mund am nächsten Morgen die genannte Strecke auf Fahrrädern absuchen sollten, während der ständige Mitarbeiter Berson mit dem Gehülfen Wietbrauk die beiden ersteren auf dem Bahnhofe Marzahn zu erwarten hatten, um nöthigenfalls gemeinsam, wenn die erste Suche erfolglos geblieben sein sollte, die »Jagd« weiter fortzusetzen. Die zweite Expedition sollte ausserdem eine kleine Handwinde mitnehmen, auf welcher eventl. gefundener Draht sofort aufgewickelt werden könnte.

Der Assistent Elias und der Gehülfe Mund verliessen demnach per Rad um 5 Uhr morgens das Observatorium und fuhren über Reinickendorf, Schönholz, Weissensee nach Lichtenberg, wo der dritte Drachen bereits am Vortage gefunden worden war. Ueberall wurden auf dem Wege Leute, die durch ihren Beruf im Freien beschäftigt sind, also Bauern, Maurer, Telegraphenarbeiter u. s. w. ausgefragt, ob sie irgend etwas über den Verbleib der Drachen wussten, jedoch ohne jeden Erfolg. Ausserdem wurde in sämmtlichen, am Wege gelegenen Gasthäusern, in denen bekanntlich Neuigkeiten am schnellsten verbreitet werden und deren Besitzer ein solch' auffälliges Ereigniss sicher wissen mussten, dem Verbleibe oder wenigstens der Flugrichtung der Drachen nachgeforscht, aber ebenfalls fruchtlos. Von allen angetroffenen Telephonstationen wurde das Aëronautische Observatorium angerufen, um zu erfahren, ob eventl. schon telegraphische Nachricht eingetroffen wäre, damit nutzloses Suchen vermieden würde. So kam die Expedition bis zum Bahnhof Marzahn, wo der ständige Mitarbeiter Berson und der andere Gehülfe bereits angelangt waren. Nach sorgfältigem Studium der Karte erschien es nun wahrscheinlich, dass die Drachen in dem Viereck Marzahn-Biesdorf-Mahlsdorf-Hönow niedergefallen sein müssten; denn dass ihre Flugrichtung noch mehr seitwärts von der der beiden untersten Drachen abgewichen sein konnte, war kaum möglich, dass sie aber über die Chaussee Biesdorf-Mahlsdorf hinaus gegangen sein konnten, war nicht wahrscheinlich, weil uns diese Entfernung vom Auflasspunkte nach allen bisher gemachten Erfahrungen über die Flugweite von Drachen schon enorm erschien. Den Radfahrern wurden demnach die Seiten des Vierecks zum Absuchen angewiesen, während die Fussgänger auf dem Terrain zwischen Marzahn und der oben genannten Chaussee nachforschen sollten; Treffpunkt war der Gasthof des Dorfes Mahlsdorf. Alle Nachfragen bei Landleuten, die am Vortage in der fraglichen Zeit auf dem Felde beschäftigt waren, was jedesmal ausdrücklich festgestellt wurde, ergaben ein negatives Resultat. Niemand wollte eine auffällige Erscheinung in der Luft, die beiden grossen, weissen Kästen, gesehen haben. Ein Bauer, der vom frühen Morgen an ein grosses Feld, das quer nahezu über das ganze Viereck reichte, abeggte, hatte keinen Draht gesehen, der sich sonst doch sicher in den Zähnen der Egge verwickelt haben musste. Die Wahrscheinlichkeit, die Drachen zu finden, wurde immer geringer. Da endlich gegen Mittag kam auf telephonische Anfrage vom Observatorium der Bescheid, dass laut Telegramm Drachen und Apparat in der Nähe von Schmarsow, einem Dorfe ca. 10 km SSW von Forst (Niederlausitz) — also 130 km weiter ab als wir sie suchten! — gefunden seien und vom dortigen Ortsvorsteher aufbewahrt würden. Am Treffpunkt wurde den übrigen Theilnehmern, die allmählich eintrafen, und die natürlich auch nicht die geringsten Anhaltspunkte über den Verbleib der Drachen mitbrachten, der Inhalt des Telegramms mitgetheilt, und nach Studium der Fahrpläne fuhren der Assistent und ein Gehülfe sofort per Rad über Köpenick nach Nieder-Schöne-weide, wo sie auch gleich einen Zug nach Kottbus fanden, der Anschluss an den Zug Kottbus-Forst hatte. Die Strecke Forst-Schmarsow wurde per Rad zurückgelegt. In Schmarsow nun wurden der Apparat und die beiden Drachen vollkommen unversehrt vorgefunden; nach Angabe der Dorfbewohner standen sie noch früh 7 Uhr in der Luft, der Apparat hing in den Bäumen und hielt auf diese Weise die Drachen fest, sonst

hätten sie wohl noch einen weiteren Weg zurücklegen können. Ueber die Richtung, nach der die Drachen standen, bzw. über die Windrichtung, wussten die Leute nichts bestimmtes zu sagen; am Nachmittag war es fast windstill geworden. Ein langes Stück Draht sollte übrigens noch über dem Walde liegen, andere grosse Stücke hatten die Leute bereits heruntergeholt und nach ihrer Art zusammengewickelt, sodass sie, voller Schlingen und Knicke, für uns nicht mehr verwertbar waren. Am nächsten Morgen wurde der gesammte noch gestreckt aufliegende Draht, ca. 800 m, in der Weise geborgen, dass man ihn auf ein altes Kornsieb, das auf dem Lande fast in jedem Hause zu finden ist, aufwickelte; von den Drachen wurden für den Transport die Verbindungsstäbe herausgenommen und die Zellen in ähnlicher Weise wie beim Marvin-Drachen, zusammengeklappt, so dass jeder Drachen nur ein ganz flaches Packet ausmachte. Beide überstanden auch die Reise im Gepäckwagen ohne jede Beschädigung.«

Die meteorologischen Ergebnisse.

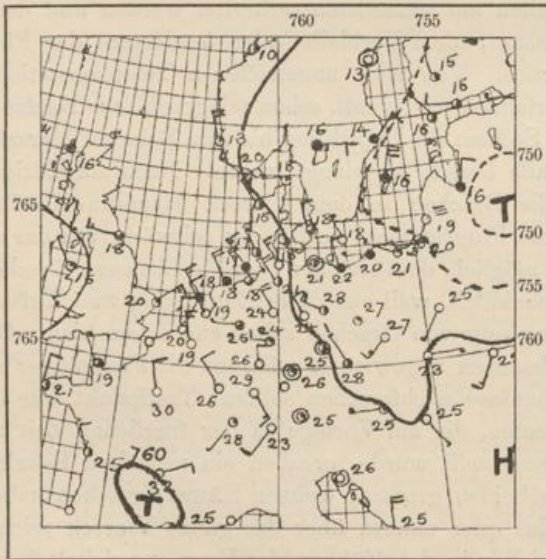
Die Wetterlage. Die Karte der Deutschen Seewarte vom 26. Juli 8^a zeigt, dass sich Nord-



26. Juli 1900. 2^p. Isobaren.



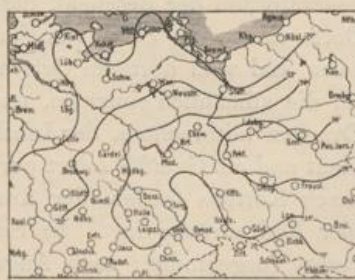
26. Juli 1900. 2^p. Isothermen.



26. Juli 1900. 8^p.



26. Juli 1900. 9^p. Isobaren.



26. Juli 1900. 9^p. Isothermen.

deutschland in der Uebergangszone zwischen einer ausgedehnten Anticyklone, welche den Süden und Westen des Erdtheils bedeckte, und einer flachen Depression im Nordosten befand. Die Witterung in unserem Gebiete hatte jedoch im ganzen den einem sommerlichen Hochdruckgebieteeigenen Charakter, der Morgen war fast überall wolkenlos und sehr warm (in Magdeburg z. B. zeigte das Thermometer

bereits um 7 Uhr früh 27^o!), und nur die vielfach Grad 3 bis 4 der Beaufort-Skala erreichende Stärke der südlichen Luftströmung deutete auf die Entfernung vom Kerne der Anticyklone und auf den nicht unbeträchtlichen, an dessen Nordabhang zum Minimum hin wirkenden barischen Gradienten.

Im Laufe des Tages verschärften sich diese Gegensätze, indem bereits in der Nachmittagskarte der Seewarte eine kleine sekundäre Depression an der pommerschen Küste erschien. Die für diesen Termin anbei gegebenen Specialwetterkarten für das mittlere Norddeutschland zeigen demgemäss ziemlich allgemein auffrischende Winde — mehrfach die Stärke 5 und 6 Beaufort —, welche zugleich nach WNW und NW herumzugehen beginnen. Dabei ist die Bewölkung noch immer gering und meist auf Haufenwolkenbildung beschränkt, und es herrscht grosse Hitze: die Nachmittagsmaxima erreichen im östlichen Binnenlande 31—34^o, in Süddeutschland sogar 33—35^o. Bis zum Abend tritt eine sehr ausgesprochene Drehung im Verlaufe der Isobaren ein: sie nehmen eine fast rein meridionale Richtung an, indem das Minimum sich in südöstlicher Richtung nach Westrussland verlegt hat. Die Detail-Wetterkarte zeigt im Osten schwächere westliche, im Westen frischere nordwestliche Winde bei zum Abend

zum Abend tritt eine sehr ausgesprochene Drehung im Verlaufe der Isobaren ein: sie nehmen eine fast rein meridionale Richtung an, indem das Minimum sich in südöstlicher Richtung nach Westrussland verlegt hat. Die Detail-Wetterkarte zeigt im Osten schwächere westliche, im Westen frischere nordwestliche Winde bei zum Abend

eher zunehmender Bewölkung; die nordwestliche Luftströmung hat westlich der Elbe Abkühlung bis auf 20—22° gebracht, während im Odergebiet bei W- bis WSW-Wind das Thermometer mit Ausnahme der Küste noch um 9 Uhr p. m. auf 25—27° steht. Im Laufe des Nachmittags hatten sich an der Ostseeküste und in Sachsen mehrfach Gewitter entladen.

Am nächsten Morgen lag das Maximum mehr rein westlich, von England zum Niederrhein hinüber, das Minimum über Russland: unter dieser Wechselwirkung war in Norddeutschland die nordwestliche Strömung zum Durchbruch gekommen, die Bewölkung viel stärker geworden, die Temperatur erheblich zurückgegangen; sie liegt nun um 8° bei den normalen Werthen von 17—20° herum, nur im Süden ist es noch wärmer. Da die Anticyklone im Westen ihre Einwirkung behauptete, nahm die Witterung am 27. bald wieder freundlicheren Charakter an: die Trübung verschwand, jedoch blieb die Abkühlung bei nördlicher Luftzufuhr fortbestehen und nur in Südwestdeutschland traten wieder Nachmittagsmaxima von über 30° ein.

Für die vertikale Temperatur-Vertheilung folgen zunächst die nachstehende Tabelle und graphische Darstellung (s. auch folg. Seite).

26. Juli 1900.

Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Auswerthungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
Erde	40		33.6 (33.3)			—				
0—250	—	315	—	-3.8	-1.21	—	Erde—1122	1082	-12.2 (-11.5)	-1.13 (-1.06)
250—500	355	385	29.5	-4.1	-1.07	1				
500—750	740	—	25.4	-4.0	-1.05	1				
750—1000	—	382	—	-4.0	-1.05	—				
1000—1250	1122	—	21.4	-2.4	-0.79	1				
1250—1500	1425	303	19.0	-2.6	-1.38	1	1122—2018	959	-9.3	-0.97
1500—1750	1613	188	16.4	-2.1	-0.88	2				
1750—2000	1850	237	14.3	-2.2	-0.95	3				
2000—2250	2081	231	12.1	-1.9	-0.77	4				
2250—2500	2428	247	10.2	-1.3	-1.00	6				
2500—2750	2558	130	8.9	-1.3	-0.55	1	2081—3132	1051	-6.5	-0.62
2750—3000	2795	237	7.6	-2.0	-0.59	1				
3000—3250	3132	337	5.6	-1.2	-0.56	3				
3250—3500	3346	214	4.4	-1.3	-0.65	2				
3500—3750	3547	201	3.1	-0.9	-0.57	1				
3750—4000	—	551	—	-3.2	-0.58	—	3132—4098	966	-5.7	-0.59
4000—4250	4098	157	-0.1	-0.9	-0.57	2				
Ueber 4250	4255	—	-1.0	—	—	1				
							4098—4255	157	-0.9	-0.57

Die mittlere Temperaturabnahme betrug demnach:

- zwischen Erde und 1100 m: 1.10° p. 100 m (fast gleichmässig, unten am raschesten).
- » 1100 » 2550 »: 0.87° » » » (etwas unregelmässig).
- » 2550 » 4255 »: 0.58° » » » (sehr gleichmässig).

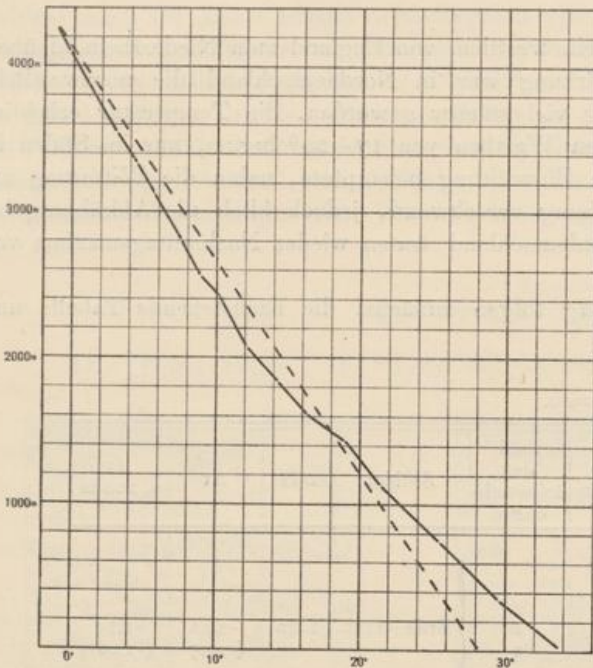
Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 4255 m: 0.82° p. 100 m um 3¹/₂p, 0.70° um 6³/₄p.

Wie man sieht, ist das Bild der vertikalen Temperaturvertheilung ein ungemein einfaches und ermöglicht es, das Hauptergebniss des Aufstieges in aller Kürze wie folgt auszusprechen.

Bis rund 2600 m war der vertikale Gradient ein sehr grosser, besonders im unteren Theile zwischen dem Erdboden und der Höhe von 1100 m, also bis zur unteren Grenze der sommerlichen Cu-Bildung, wo er mehr als 1° p. 100 m erreichte, dagegen innerhalb der Cumulus-Zone, 1100—2600 m, schwächer und vor allem unregelmässiger. Ueber 2600 m aber trat eine äusserst gleichmässige, viel langsamere Abnahme von durchschnittlich 0.6° p. 100 m ein. Diese Gegensätze, die schon in der Zusammenfassung am Schlusse der Tabelle ausgesprochen sind, treten sehr scharf und charakteristisch auf. Vergleicht man damit die Vertheilung der relativen Feuchtigkeit, so findet man in völliger Analogie ein Wachstum derselben von 45—50 % unten bis zu einem Maximum von 80—85 % in der Schicht 2000—2700 m, und hierauf eine nahezu ununterbrochene Wiederabnahme bis zu dem Minimum von 52 % in der grössten Höhe von 4255 m.

Es kann demnach kaum einem Zweifel unterliegen, dass wir es hier mit zwei sehr verschiedenen, wenn auch in ihrer horizontalen Richtung nur geringe Differenzen aufweisenden Luftströmungen zu thun haben (die Drachen standen alle fast genau in derselben Richtung). Die untere zeigt nahezu rein adia-

batische Zustände sowohl in dem Gange der Temperatur wie der Feuchtigkeit, bei offenbar nach aufwärts gerichteter vertikaler Bewegung und entsprechender mässiger Cu-Bildung. Die andere darüber, in



26. Juli 1900.

Höhen von mehr als 2600 m liegende ist viel trockener: die Abnahme der relativen Feuchtigkeit nach oben und das langsame Temperatur-Gefälle machen ausserdem die Annahme nothwendig, dass in dieser ganzen Zone von 2600—4300 m Höhe vertikale Bewegungen keine erhebliche Rolle spielten, sondern Mischungen vorlagen. Erst in grossen Höhen war wohl ein absteigender Strom aus der nahenden Anticyklone im Westen vorhanden, welcher an seiner unteren Begrenzung die relative Trockenheit von nur 50 % Sättigung, in Höhen über 4250 m, die ja nicht erreicht wurden, vielleicht noch erheblich weniger, bedingte.

Bei der aussergewöhnlich hohen Temperatur unten (Maximum in Berlin 34.5°) und der in den grösseren Höhen nicht mehr raschen Temperatur-Abnahme war die Lage der 0° Isotherme im Gegensatze zum 7. Juli, wo deren tiefes Hinabsinken betont wurde, eine sehr hohe: sie fand sich erst bei 4100 m. Diese Erhebung reiht sich den grössten an, die wir bis dahin bei unseren Freifahrten gefunden hatten (vgl. Wiss. Luftf. III, S. 101/102) oder die bei den Experimenten zu Trappes festgestellt worden war.

Windregistrierungen konnten leider bei diesem Aufstiege nicht vorgenommen werden; die durch Beobachtung der Drachen mit dem Auge festgestellte grosse Beharrlichkeit der Windrichtung in allen Höhen — und zwar ziemlich rein aus West — ist bereits betont worden. Dagegen zeigte der jedenfalls mit zahlreichen Unterbrechungen die ganze Nacht anhaltende Flug der abgerissenen zwei obersten Drachen bis Forst i. L., dass der Nordwestwind, welcher in grossen Höhen bereits am Tage geweht haben mochte, seit den Abendstunden auch in den Schichten zwischen 0 und 2000 m herrschend geworden war, in denen sich die Drachen, stufenweise sinkend, bewegten.

Die oben wahrscheinlich gemachte Herrschaft einer aus der Anticyklone stammenden absteigenden Strömung in grösseren Höhen stimmt gut überein mit dem in der »Wetterlage« beschriebenen Näherrücken des Hochdruckgebietes und der dadurch bedingten Wiederaufheiterung im Laufe des 27. Juli.

No. 33.

24. September 1900.

Aufstieg des Registrirballons „Continental“ mit Ballonet (56 m³).

Gefüllt mit 25 m³ H. Auftrieb 10 kg. Versuchs-Barothermograph Assmann.

Auf 11^h 7¹/₂^m a. m., ging nach NNW, 11^h 9^m in ca. 300 m Höhe nach NE.

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	Temperatur		Luftdruck	Seehöhe	Temperatur	
			Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg
h m	mm	m	°C	°C	mm	m	°C	°C
11 7 ¹ / ₂ ^m	759	40	19.5	24.0	390	5504	-11.5	-12.0
	730	375	19.5	20.5	380	5703	-13.0	-13.0
	700	735	19.5	18.5	370	5907	-15.0	-14.0
	650	1367	15.0	16.0	360	6115	-16.5	-14.5
	600	2038	10.5	9.0	350	6328	-17.5	-14.5
	550	2758	7.0	6.5	340	6545	-19.0	-17.0
	500	3535	2.6	2.5	330	6768	-19.5	-17.5
	450	4382	-1.5	-3.0	325	6882	-12.5	
	400	5308	-8.5	-10.5				

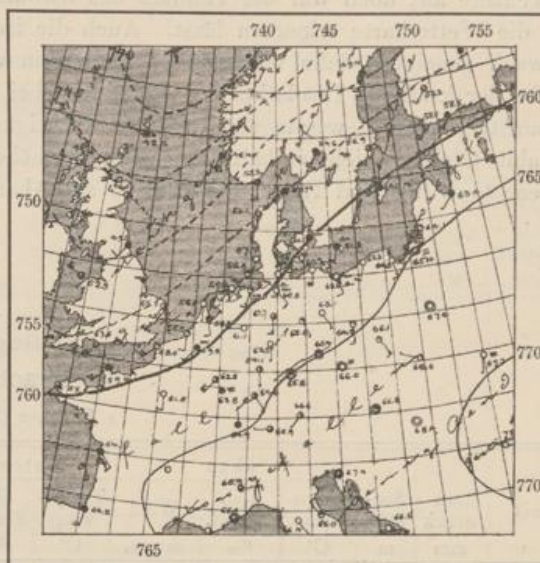
Ballon gelandet 1 p. m. bei Golzow, Kr. Angermünde, 52 km N 40° E, Fahrdauer 1 Std. 52 Min., mittlere Geschwindigkeit 7.7 m p. s.

Ein seit mehreren Tagen über Centraleuropa befindliches Hochdruckgebiet wurde am Morgen des 24. September durch eine ausgedehnte Depression verdrängt, die von Nordwest und West her vorrückte. In Berlin war die Witterung bei leichtem Südostwind morgens noch heiter und ziemlich warm, mittags 26° bei 35% Rel. Feuchtigkeit, Bewölkung 10 a-str, ci-cu, Wind SSE2. Der Ballon Continental wurde nur mit 25 m³ Wasserstoff, sein Ballonet mit Luft gefüllt; er stieg um 11^h 7¹/₂ m. a. m. mit geringem Auftrieb auf und wandte sich nach NNW, drehte jedoch in kaum 300 m Höhe nach NE ab. Diese Richtung, die, wie die Wetterkarte zeigt, mit der Isobare zusammenfiel, dürfte er auch in grösserer Höhe beibehalten haben, da er bei Golzow, Kreis Angermünde, 52 km nach N 40° E nach 1 Stunde und 52 Minuten landete; die mittlere Geschwindigkeit betrug nur 7.7 m p. s.

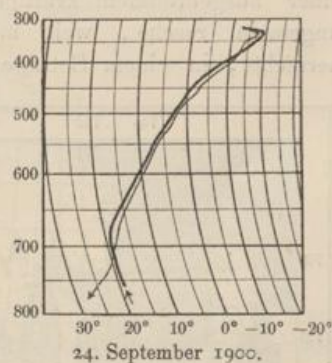
Wie die Tabelle und die registrierte Kurve, die von dem Versuchsbarothermographen Assmann gezeichnet ist, erkennen lässt, herrschte beim Aufstieg eine vollständige Isothermie bis zur Höhe von 735 m, welche danach in eine ziemlich starke Temperatur-Abnahme überging, deren Werthe folgende Zusammenstellung lehrt.

Temperatur bei Höhen von	40 m	1	2	3	4	5	6	7 km
	19.5°	17.2	10.8	6.0	0.0	-6.4	-15.2	(-21.0)
Änderung pro 1 km . . .		-2.4	-6.4	-4.8	-6.0	-6.4	-8.8	?

Obwohl niedrige Wolken während des Aufstieges nicht vorhanden waren, zeigt sich die charakteristische Verlangsamung der Temperatur-Abnahme zwischen 2 und 3 km deutlich, der nun eine bis zu 6 km Höhe stetig wachsende stärkere Abnahme folgt. Dass der Ballon trotz mässigen Auftriebes doch eine genügende Vertikalgeschwindigkeit gehabt haben muss, um den Strahlungseffekt zu beseitigen, geht schon daraus hervor, dass er schon nach 1 Stunde 52 Minuten wieder landete, nachdem er 6900 m Höhe erreicht hatte. Wie wir sehen werden, muss man annehmen, dass er sich in der grössten Höhe einige Zeit lang in einer Gleichgewichtslage befunden hat; nehmen wir deren Dauer auf nur 10 Minuten an, so dürften auf den Aufstieg höchstens 35 Minuten entfallen, was einer Geschwindigkeit von 3 m p. s. entspricht, die als ausreichend zur Ventilation eines gegen direkte Bestrahlung geschützten Thermometers gelten darf. Deshalb darf man die Werthe bis zur Höhe von 6000 m als einigermaassen zuverlässig ansehen, zumal sie verhältnissmässig niedrig sind. Bei 6500 m Höhe tritt zuerst eine beträchtlich verminderte Temperatur-Abnahme auf (0.2° auf 100 m), der dann die ganz bedeutende Zunahme von 7° in den obersten 120 m folgt. Selbstverständlich ist dieser Theil der Kurve als durch die Sonnenstrahlung gefälscht zu bezeichnen, doch lässt sich aus ihr immerhin der Schluss ziehen, dass der Ballon erst in den obersten 350 m seine Vertikalgeschwindigkeit so weit vermindert hat, um deutliche Strahlungseinflüsse auf das Thermometer zu Stande kommen zu lassen. Sobald der Ballon zu fallen beginnt, sinkt auch in Folge der wieder einsetzenden Ventilation die Kurve, bleibt aber noch bis zur Höhe von 5700 m (380 mm Druck) etwas höher als die Aufstiegskurve; hier erst dürfte der Strahlungseinfluss als ausgeglichen anzusehen sein. Nunmehr liegen die registrierten Temperaturen zwar dauernd unter denen des Aufstieges, aber die Differenz ist so gering, dass man ein Ausbleiben der sonst alle Abstiegsbeobachtungen verderbenden Kondensation am Thermometer annehmen muss. Das kann aber nur dann möglich sein, wenn entweder der Ballon langsam, aber doch noch schnell genug fällt, um den Einfluss der Sonnenstrahlung hintanzuhalten, oder wenn die Luft sehr trocken ist. Nach dem oben Gesagten ist es wahrscheinlich, dass der Ballon nur mit einer Geschwindigkeit von etwa 2 m p. s. gefallen ist. In den tieferen Schichten, d. h. bei etwa 500 m Höhe kommt die tägliche Periode der Temperatur zum Ausdruck, indem sich die registrierten Werthe nunmehr über die des Aufstieges erheben.



24. September 1900. 8^a. Isobaren.



24. September 1900.

Die Wetterlage des 24. September gehörte einem sich nach längerem Hochdruckwetter vorbereitenden Umschlage an; doch war der Einfluss des barometrischen Maximums für unsere Gegend noch überwiegend, wie die Wetterkarte erkennen lässt. Auch die isotherme Schicht bis zu 750 m Höhe lässt auf einen in schwach geneigter Bahn verlaufenden Luftstrom von geringer Mächtigkeit schliessen; die Isothermie selbst dürfte der kräftigen Insolation des Erdbodens bei ungestörter Sonnenstrahlung zu verdanken sein, die indess zu aufsteigenden Bewegungen grösserer Mächtigkeit erst am Abend und am nächsten Tage führen konnte, da labile Gleichgewichtsverhältnisse nur in den höheren wasserdampfarmen Schichten bei 4—5000 m vorhanden waren; Gewitter und Regenfälle wurden am Abend mehrfach gemeldet.

Assmann.

No. 34.

27. September 1900.

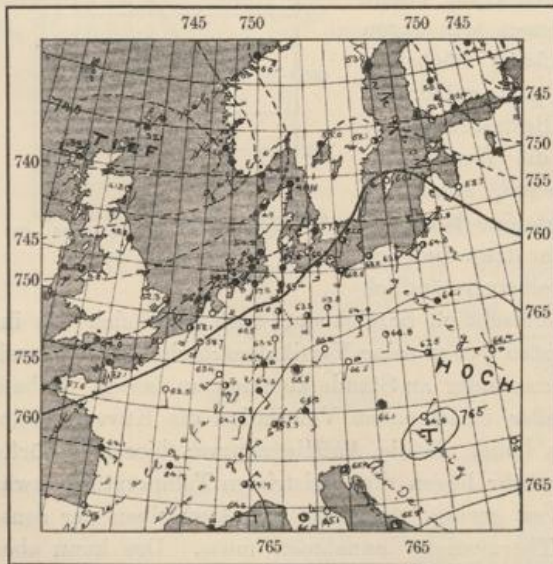
Drachen-Aufstieg.

1 Drachen (Lamson), 46^m m Kabel.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten			Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Tempe- ratur C°				Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	
2 19 ^p	754	67	—	—	—	19.5	42	2 38 ^p	735	285	16.0	48	—	—	—	—
20	—	—	Apparat auf.			7.5	—	58	—	—	Apparat unten.			—	—	—
26	740	228	17.0	44	8.3	—	—									

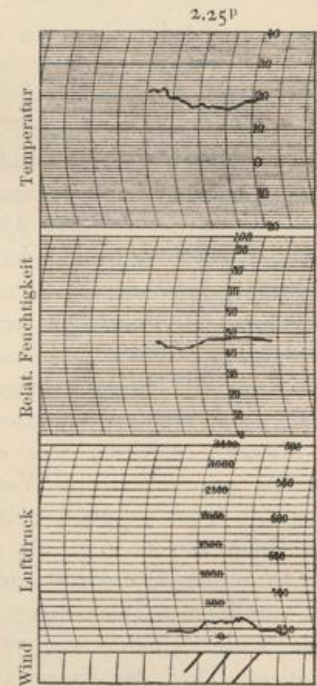
Mittlere Temperatur - Abnahme zwischen Erde und 300 m: 1.60 p. 100 m um 2 1/2 p. m.
Wetterlage: Ausgesprochene Vorderseite einer grossen Depression, Minimum früh bei den Shetlands, abends ein Centrum in Mittelschweden, ein zweites über Schottland. In Berlin früh SSE 3, ci u. ci-str. 5, 8.60; 2^p (kurz vor dem Aufstieg) SSW bis S 4, Bew. 1, 19^o.

Man wird sich bei diesem, in Folge eines Unfalls mit dem grossen Lamson - Drachen vorzeitig abgebrochenen Aufstiege auf wenige Worte beschränken können. Er zeigte, dass wieder einmal am Vorderrande einer ausgebreiteten kräftigen Depression zur wärmsten Tageszeit eine ungemein rasche, weit mehr als adiabatische Temperatur - Abnahme herrschte, in einem Betrage, wie er bisher von uns noch nicht gefunden worden war. Die relative Feuchtigkeit zeigte das gewohnte umgekehrte Verhalten und nahm schon auf 220 m Erhebung um 6 0/0 zu. Wenn auch schliesslich der Gradientwerth von - 1.06 p. 100 m auf der täglichen Ueberhitzung der bodennächsten Luftmasse beruht und früh ganz anders gewesen sein wird, so wird man doch nach diesem abnorm hohen



27. September 1900. 8^a. Isobaren.

Einflüsse des täglichen Spieles ganz übermächtig, in der warmen Jahreszeit und bei heiterem Himmel meist alles andere völlig verdeckend, auftreten.



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.
27. September 1900.

Betrage auf grosse Leichtigkeit der Fortpflanzung der Depression schliessen müssen. In der That brachte bereits der nächste Morgen bei uns völlige Trübung und Regen, trotz des am Abend noch wolkenlosen Himmels. Indessen wird man bei so geringen Höhen mit allen Schlüssen besser zurückhalten, da hier die

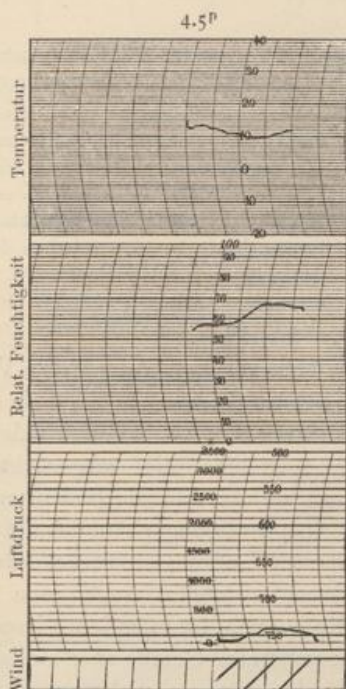
No. 35.

11. Oktober 1900.

Drachen-Aufstieg.

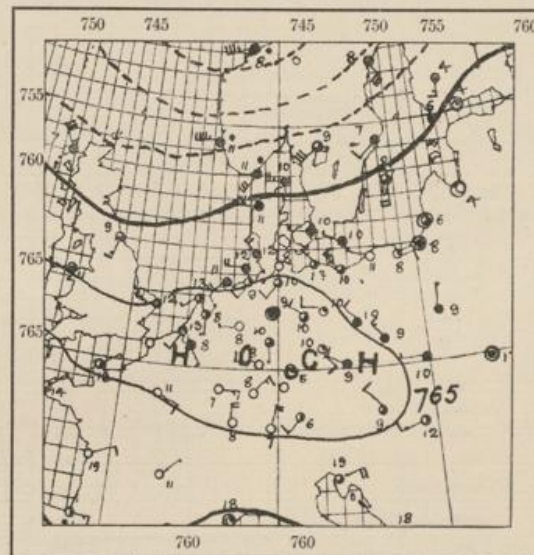
2 Drachen (6,9 m²), 410 m Kabel.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
4 17 ^a	758	67	Apparat auf	—	—	13,5	57	4 48 ^a	750	155	11,0	66	6,0	—	—
27	750	155	11,2	59	} 6,0	—	—	50	—	Apparat unten	—	—	—	—	—
35	742	245	10,0	67		—	—	—	—		—	—	—	—	—



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.

11. Oktober 1900.



11. Oktober 1900. 8P.

Bei diesem Aufstiege wurden gleichfalls aus äusserem Anlass nur 245 m absolute Höhe, also rund 200 m über dem Gelände erreicht, weswegen wir von jeder näheren Erörterung abstehen. Es ist das ganz ungeheure Temperatur-Gefälle (3,5° auf 178 m!) von vollen 2° pro 100 m nicht zu verstehen, um so weniger als Berlin auf der Südseite eines Minimums lag und bei reinem Westwind von Stärke 4 sowie wolkigem Wetter (cu 7²) eine besondere Uebererwärmung der untersten Luftschicht nicht vorlag; deren Temperatur betrug zur Zeit des Experimentes 13¹/₂°. Es liegt hier, wie es scheint, ein Hereinstürzen sehr kalter oberer Luftmassen vor, wenn es sich nicht nur um Unsicherheiten der Apparat-einstellung handelte. Dieses Moment muss bei Differenzen von nur ein paar Graden, welche bei niedrigen Aufstiegen gleich zu extremen ausgerechneten Gradienten etc. Veranlassung geben können, wohl in Betracht gezogen werden und zu grösster Vorsicht in der Erörterung mahnen.

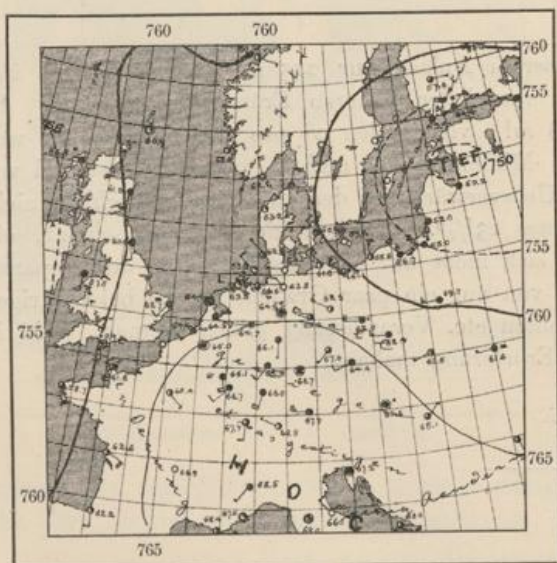
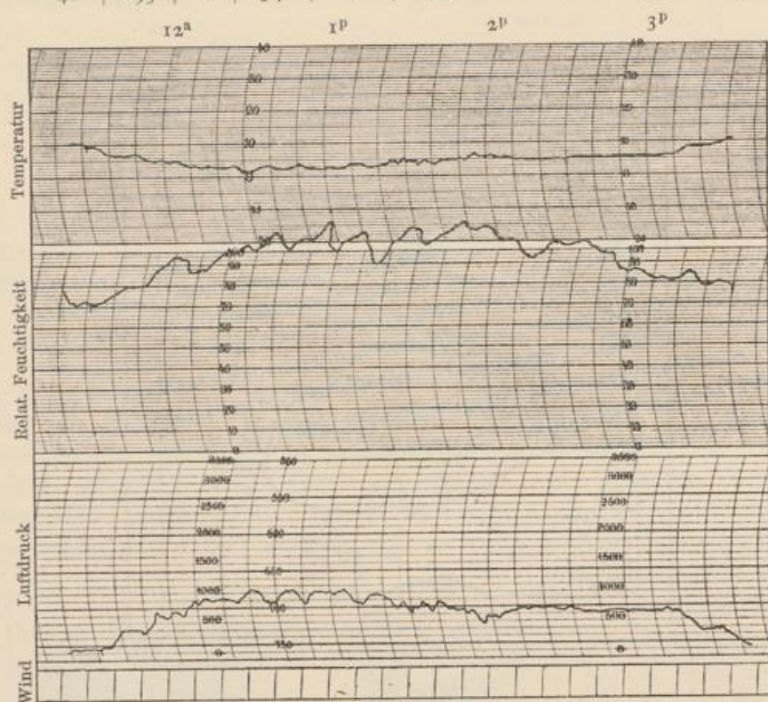
No. 36.

31. Oktober 1900.

Drachen-Aufstieg.

2 Drachen (7 m²), 1520 m Kabel.
Wind W 4-5. Bewölkung 5 cu.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
11 32 ^a	762	40	Apparat auf			9.2	72	1 56 ^p	724	465	6.8	?	6.7	10.6	66
45	731	383	6.7	80?	8.5	—	—	2 16	701	730	4.8	?	7.5	10.4	—
55	705	682	4.3	88?	8.5	10.2	72	27	707	662	5.2	?	7.5	10.2	72
58 ^a	715	508	5.0	92?	9.0	—	—	40	707	665	5.5	97?	8.3	10.0	72
12 20 ^p	690	858	3.0	100?	8.3	10.6	68	3 0	709	645	6.0	82?	7.0	11.1	63
30	677	1013	1.6	?	7.5	10.1	69	20	736	340	8.5	78?	6.0	11.1	63
55	680	978	2.2	?	8.0	11.2	69	32 ^z	763	40	Apparat unten			10.4	68
1 17	684	930	2.9	?	8.0	10.8	64	—	—	—	—	—	—	—	—
41	695	800	3.7	?	7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



31. Oktober 1900. 8^a. Isobaren.

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 1000 m: 0.88° (12^{1/2}^p) bis 0.99° (1^p) p. 100 m.

Wetterlage: Rückseite eines Minimums über den Ostseeprovinzen; in Berlin zur Aufstiegszeit von W nach N drehender frischer Wind, cu 5-6, 9 bis 11°. Bereits am selben Abend befand sich jedoch Norddeutschland auf dem Rücken hohen Druckes zwischen der abziehenden und einer neuen Depression, am Morgen des 1. November, bei nach SE rückdrehendem Winde, schon am Vorderrande der letzteren.

Die vertikale Temperatur-Vertheilung zeigt bei diesem Aufstiege ein wesentlich anderes Bild als bei allen zuletzt vorausgegangen: die vorgerückte Jahreszeit, welche nun die Bedeutung des täglichen Strahlungsphänomens auf die untersten Luftmassen zurückdrängt, spielt dabei zweifellos auch eine erhebliche Rolle. Es ist nämlich dieses Mal das Temperatur-Gefälle eher ein langsames in den unteren mehreren hundert Metern und ein rascheres oben: 0.73-0.87°, je nach der Zeit, bis nach 400 m Höhe,

0.80°-0.92° in 400 bis 700 m, 0.82°-1.1° p. 100 m zwischen 700 und 1000 m; gerade die obersten 80 m zeigen sogar den enormen Gradienten von 1.6° p. 100 m. Man wird zwar der letzteren Feststellung, da es sich nur um 80 m Höhenunterschied handelt, kein grosses Gewicht beilegen und auch das Wachstum des Gradienten nach oben nicht als ein besonders ausgeprägtes betonen dürfen, denn es spielen auch zeitliche Differenzen hinein, wie noch erwähnt werden soll. Sicher ist jedoch, dass zumindest nicht ein Auftreten rascheren Gefalles ganz unten vorliegt, wie bei den sommerlichen Aufstiegen. Die Registrirung der relativen Feuchtigkeit war leider eine unbefriedigende; sie zeigt ein Anwachsen von 70% unten bis 90% bei 500 m, um sich in den Schichten von 700-1000 m in den unmöglichen Werthen von weit über 100% zu bewegen. Aber auch nur ein Erreichen des gesättigten Zustandes ist sehr unwahrscheinlich, da der Apparat bis zur Höhe der

Wolken nicht hinaufkam; sicher ist nur, dass im Allgemeinen die relative Feuchtigkeit nach oben zunahm und zwar, wie es scheint, mit einem Maximum in der grössten Höhe. Die Windgeschwindigkeit weist keine sehr erheblichen oder principiellen Schwankungen auf: sie bewegt sich dauernd zwischen 7 und 9 m p. s., eher nach oben hin abnehmend. Später machte sich auch ein allgemeines starkes Abflauen des Windes geltend. Ebenso zeigt die Windrichtung nur geringe Verschiedenheit zwischen unten und oben; im Einzelnen ist sie wegen beträchtlicher Schwankungen am Erdboden nicht genau feststellbar.

In der vorstehend angegebenen Vertheilung der meteorologischen Elemente scheint die unten etwas langsamere Temperatur-Abnahme wie der abflauende Wind noch zu dem allerdings sehr kurzlebigen anticyklonalen Rücken zu gehören, der jedoch als ein ganz sekundäres Gebilde — das wirkliche Maximum lag im tiefen Süden — sich nicht kräftiger ausprägt. Der in der Höhe sehr erhebliche, in das labile Gleichgewicht hinüberführende Gradient deutet hingegen darauf hin, dass sich hier schon das Nahen des neuen Depressionskernes bemerklich macht, welcher am folgenden Tage rückdrehenden Wind (SE) und am 2. November völlige Trübung mit Regenfällen brachte. — Interessant ist die merkliche Zunahme der Temperatur mit der Zeit in der Höhe von 640—680 m; es wurde registriert (auf die gleiche Höhe von 660 m bezogen):

11^a 55 2^p 27 2^p 40 3^p 0
 4.4^o 5.2^o 5.5^o 5.9^o

Ob es sich um eine periodische oder aperiodische Erscheinung handelt, ist schwer festzustellen; auch unten war die Temperatur noch um 3^p 20 ebenso hoch wie um 1^p, ein zweites verspätetes Maximum bildend.

No. 37.

3. November 1900.

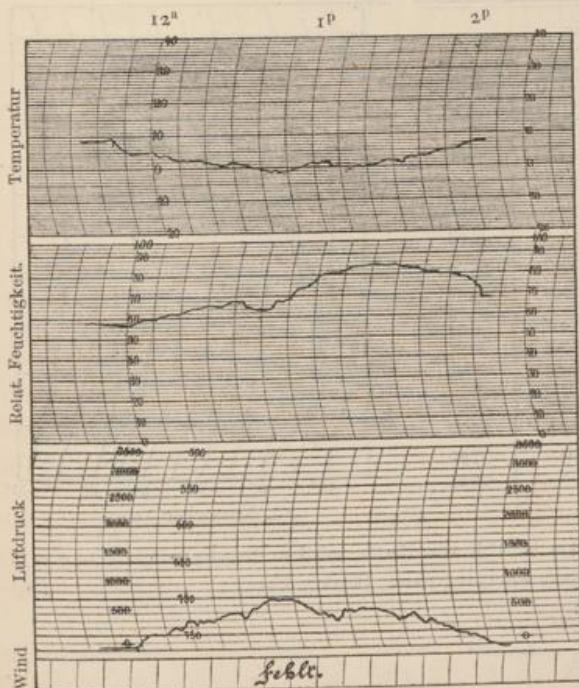
Drachen-Aufstieg.

2 Drachen (8.1 m²), 2250 m Kabel.
 Heiter, cu¹; Wind ENE 3—4.

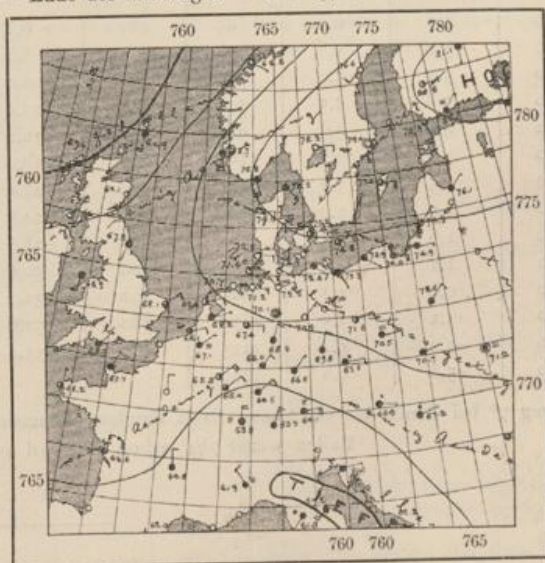
Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C ^o	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C ^o	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C ^o	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C ^o	Rel. Feucht. %
11 46 ^a		40	Apparat auf			7.5	58	1 23 ^p		830	1.0	84		7.0	61
55	Registrierung falsch; Höhen nach Winkel-messungen	350	.0	59	nicht registriert	7.5	60	30		700	1.5	83	nicht registriert	7.2	62
12 9 ^p		678	2.3	62		—	—	48		360	5.0	80		7.0	59
26		815	1.8	68		7.7	53	2 5		40	Apparat unten			6.6	74
48		1115	-1.0	68		7.9	66								

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 1100 m
 0.83^o p. 100 m (um 1^p).

Wetterlage: Grenzgebiet zwischen Anticyklone und Depression, Kern der ersteren über Nordrussland, Minimum über Norditalien und Adria; Berlin liegt bereits der Depression näher. Um 2^p — Ende des Aufstieges — E 2—3, cu 2, 6.6^o.



3. November 1900.



3. November 1900. 8^a. Isobaren.

Die vertikale Temperatur-Vertheilung ist sehr ähnlich derjenigen bei dem unmittelbar vorhergehenden Aufstiege (No. 36): wiederum zeigt der untere Theil eher langsamere, der obere raschere Abnahme mit einer Zwischenstörung. Dieselbe betrug:

Erde—350 m	350—700 m	700—830 m	830—1115 m
0.81—0.63 ⁰	0.83—1.03 ⁰	0.36—0.38 ⁰	0.71—0.93 ⁰ p. 100 m
(12 ^a) (2 ^p)			

oder zusammenfassend zwischen Erde u. 350 m im Mittel 0.7⁰
 » » » 350 » 1100 » » » 0.8⁰.

Es scheint hier vor allem die zwischen 700 und 830 m eingelagerte, bei Auf- und Abstieg gesondert festgestellte Schicht von grosser Stabilität einer Mischungszone zwischen Anticyklone und Cyklone zu entsprechen, wogegen darüber wieder sehr rasches Gefälle herrscht, welches das Vordringen und endgültige Ueberwiegen der südlichen Depression wahrscheinlich macht, trotz des schönen während des Aufstieges noch herrschenden Wetters. Die relative Feuchtigkeit zeigt ein geringes Wachstum bis 800 m, im Abstiege aber in allen Höhenlagen erhebliche Zunahme, durchschnittlich um 20 % gegen die Werthe in der ersten Hälfte des Experimentes. Diese Zunahme trat auch auf der Erde gegen 2 Uhr fast sprungartig von 59 auf 74 % ein und scheint das Vordringen des Minimums zu bezeichnen. Eine Windregistrirung wurde nicht ausgeführt.

Am 4. November stand auch schon ganz Norddeutschland unter der Herrschaft des cyclonalen Regimes — in Süddeutschland und in der Schweiz war dies schon am 3. der Fall gewesen — und hatte trübes Wetter, mit Schneefall in Chemnitz.

No. 38—39.

8. November 1900. 10. Internationale Fahrt.

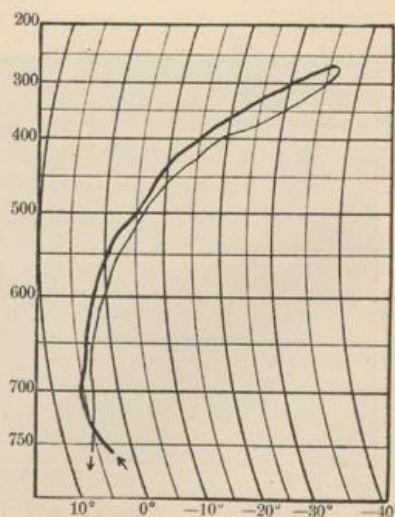
No. 38. Registrirballon „Continental“,

56 m³ Inhalt, gefüllt mit 30 m³ H.

Neuer Barothermograph Assmann No. II ohne Uhrwerk.

Wetter abends bedeckt, starker Mondring. Nachts aufklarend, Nebel am Boden. Aufstieg 4^h 45^m a. m.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C°	Abstieg C°			Aufstieg C°	Abstieg C°	
760	3.6	6.0	40	480	- 6.8	- 7.8	3740
740	5.0	5.3	255	460	- 8.0	-10.2	4070
720	5.7	5.0	480	440	-10.0	-13.0	4420
700	5.8	4.5	710	420	-13.0	-16.5	4775
680	4.8	4.3	945	400	-16.0	-20.0	5145
660	3.8	3.8	1190	380	-18.0	-22.5	5530
640	3.5	3.0	1445	360	-21.5	-27.0	5935
620	2.5	2.0	1700	340	-24.5	-29.5	6355
600	1.6	0.5	1965	320	-28.0	-32.0	6795
580	1.1	-0.5	2240	300	-30.6	-33.0	7260
560	0.0	-1.8	2520	290	-32.0	-34.5	7500
540	-1.1	-3.5	2815	280	-33.6	-36.0	7750
520	-3.9	-5.0	3115	270	-35.0	—	8005
500	-5.8	-6.8	3420				



8. November 1900.

Landung 7^a bei Ramin bei Grambow, Kreis Randow, Pommern, 120 km N 35° E von Berlin, mittlere Geschwindigkeit 14.9 m p. s.
 Ballon wurde 7^{1/4}^a schon liegend aufgefunden; war ganz nass. Starker Thau!

No. 39.

Fahrt des bemannten Ballons.

Vereinsballon III; 1300 m³, gefüllt mit 500 m³ alten Wasserstoff, Rest Leuchtgas.

Beobachter: Berson, Knopp.

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	°C	mm	%	°C				
6 43 ^a	—	45	2.3	5.39	100	—	—	10 ≡ ²	—	Neblich, schwacher WSW bis SW.
7 30	760.5	45	—	—	»	—	—	»	—	Abfahrt von der Luftschifferabtheilung mit 28 Sack Ballast.
41	734.5	331	—	—	—	—	—	—	—	Wir sind sofort über dem Nebel, aus dem Thürme und Rauchsäulen herausragen; letztere ziehen nach NEz E.
44 ^{1/2}	715.0	552	6.9	5.60	76	—	☉ ²	0, (str am SE Horiz.)	≡, 10 ¹	Zugrichtung südlich relativ zu den Rauchsäulen, also etwa nach ENE.
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	der ≡ zeigt schwache Tendenz sich zu zertheilen
56	708.5	628	6.4	5.75	80	—	—	—	—	Berlin ist nun hinter uns [nach dem Geräusch festgestellt].
8 2	763.5	689	6.0	5.30	76	5.7	—	—	—	Kleiner Zeisig fliegt im Netze hin und her, er scheint von der Erde mitgenommen zu sein. Nebel weiter im E aufgelöst, wir werden die Erde wiedersehen.
16	690.5	843	5.2	5.35	81	7.2	—	—	—	
29	682.0	946	4.7	5.65	72	16.0	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
51	665.5	1147	5.8	1.85	27	14.5	—	0, a-stram S und E	—	Der Nebel löst sich vor uns auf, im S steigt er dagegen höher und scheint bis in unsere Höhe hinaufzureichen.
9 0	657.5	1248	4.5	2.15	34	18.1	—	Horizont	—	Die Erde wird undeutlich sichtbar; wir fahren fast rein nach E.
28	640.0	1469	—	—	—	22.4	—	—	—	
38	635.0	1534	3.0	3.20	57	25.1	—	—	—	
41 ^{1/2}	642.0	1445	—	—	—	—	—	—	—	
55	631.0	1586	4.4	2.65	42	22.1	—	—	—	
58	628.0	1625	3.7	2.95	50	22.3	—	—	—	Wir sind über dem Oderbruch.
10 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Oder nördlich Cästrin unter uns.
25	631.5	1583	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Chaussee nördlich Zorndorf; 8.3 m p. s. Richtung E bei N.
32	624.0	1678	3.9	2.90	48	19.1	—	—	—	
39 ^{1/2}	632.5	1572	—	—	—	—	—	—	—	
46	618.0	1757	3.7	2.95	50	16.9	—	1-2, nur in S u. E	6-7	
58	620.5	1723	3.7	2.95	50	19.8	—	ci-str, a-str	—	
11 0	620.0	1730	—	—	—	—	—	—	—	Kleiner See bei Radorf; 7.0 m p. s.
10	622.0	1706	3.3	1.75	30	19.5	—	—	—	Wir drehen stark nach NE herum.
20	619.0	1745	3.9	1.15	19	20.2	—	—	—	
25	619.5	1740	—	—	—	—	—	—	—	Tornow; 7.0 m p. s.
34	616.5	1782	3.4	1.45	25	21.2	—	—	—	Die Wolken bleiben im S und W zurück.
42	622.5	1704	3.6	1.50	25	21.9	—	—	—	
45 ^{1/2}	622.0	1712	—	—	—	—	—	—	—	Steg-See, NE-Ecke; 7.7 m p. s.
53	630.5	1608	—	—	—	—	—	—	—	Wir schwenken fortgesetzt im Bogen nach NE herum.
54	625.0	1674	4.3	—	—	(15.5)	—	—	—	
58 ^a	614.5	1815	4.2	1.90	31	19.8	—	—	—	
12 6 ^p	619.0	1755	—	—	—	—	—	—	—	
13 ^{1/2}	606.0	1928	2.2	2.60	48	(15.5)	—	—	—	
16 ^{1/2}	601.0	1995	1.9	2.70	52	18.7	—	—	—	
17	602.0	1982	—	—	—	—	—	—	—	
21	598.5	2028	1.3	3.05	61	19.1	—	—	—	
25	597.0	2049	—	—	—	—	—	—	—	Wrucken-See nahe Berlinchen 8.0 m p. s.
28	597.5	2042	1.0	2.95	60	22.2	—	—	—	Richtung jetzt ziemlich konstant nach NE.
29	597.5	2042	—	—	—	—	—	—	—	
36 ^{1/2}	588.6	2162	0.4	2.60	55	18.1	—	—	—	
39	592.5	2110	—	—	—	—	—	—	—	
51 ^{1/2}	589.0	2158	0.7	2.60	54	23.9	—	—	—	Die Geschwindigkeit beginnt rapide zuzunehmen!
58	586.0	2200	—	—	—	—	—	—	—	
1 0	578.0	2311	—	—	—	—	—	—	—	Clanzin; 11.2 m p. s.
1	577.0	2325	0.7	1.95	40	16.6	—	—	—	
10	575.9	2340	-0.3	1.70	38	22.3	—	—	—	
15 ^{1/2}	575.0	2353	—	—	—	—	—	—	—	Zählsdorf, 14 m p. s.; genaue Feststellung nicht mehr möglich, da die Erde wieder entschwindet.
29	575.5	2346	—	—	—	—	—	—	—	
35 ^{1/2}	551.8	2683	-1.8	1.40	35	26.3	—	—	—	Erde nun wieder bis etwa 1/4 Uhr dauernd unsichtbar.
39	557.0	2608	—	—	—	—	—	—	—	
46 ^{1/2}	540.3	2851	-3.1	1.75	48	23.6	—	—	—	

Anhaltend reine Sonne auf ungemein tiefblauem Himmel!

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	C°	mm	%	C°				
48 ^{1/2}	543.5	2805	—	—	—	—		1	10 ¹	
54 ^{1/2}	529.4	3013	- 2.2	1.85	47	20.3		—	—	
58	534.0	2945	—	—	—	—		—	—	Noch 19 Sack Ballast vorhanden.
2 3 ^{1/2}	519.9	3158	- 4.4	2.27	69	22.0		—	—	
6 ^{1/2}	523.0	3111	—	—	—	—		—	—	
15	508.4	3335	- 6.0	0.59	20	19.0		—	—	
26	494.6	3552	- 6.6	1.25	44	19.1		—	—	
30	—	—	—	—	—	—		—	—	Thermometer schwer abzulesen.
31	491.0	3610	—	—	—	—		—	—	
34	484.0	3722	- 6.5	1.30	45	20.1		—	—	
36	480.0	3788	—	—	—	—		—	—	
37 ^{1/2}	470.5	3943	- 7.9	1.85	73	21.6		1 ci	5 ¹	Erde unter dem Ballon bedeckt, nur in N u. E frei.
40	467.9	3987	—	—	—	—		—	—	
48	448.1	4323	-10.9	0.77	39	26.9		—	—	
54	433.9	4572	-11.3	0.49	25	18.3		—	—	
59	424.5	4740	-12.5	0.57	32	—		—	—	
3 5	395.6	5277	-15.4	1.10	79	19.2		—	—	
11 ^{1/2}	375.7	5668	-17.8	0.66	58	24.3		—	—	
13	370.5	5772	—	—	—	—		—	—	
19	363.2	5920	-21.9	0.55	69	19.1		—	—	
27 ^{1/2}	409.0	5030	-17.4	0.88	75	17.0		—	—	
32	438.2	4505	—	—	—	—		—	—	
40	498.0	3510	- 7.8	1.25	50	8.5		—	—	
46	557.0	2905	- 3.8	0.80	23	—		—	—	
51 ^{1/2}	581.5	2260	0.0	2.05	45	—		—	—	
54	600.5	1995	1.4	2.60	52	—		—	—	Wir schwenken in den untersten 500 m um volle 90° nach links zurück.
4 16	—	160	Glatt gelandet auf Feld, dicht bei Gross Tuchen nahe Bütow [Hinterpommern].							
55	749.5	160	5.3	6.35	96	—	—	—	—	Seit Zühlsdorf im Mittel 14.1., in den grösseren Höhen demnach mindestens 16 m p. s.

Mittlere Richtung: N 53° E; Dauer der Fahrt: 8^h 46^m; Länge: 330 km; Mittlere Geschwindigkeit: 10.5 m p. s.

Die Internationale Fahrt vom 8. November 1900.

An derselben beteiligte sich das Aëronautische Observatorium mit einem bemannten und einem Registrirballon, welche beide am Morgen aufstiegen, der letztere wie gewöhnlich bereits vor Tag, nämlich um 4^{3/4}, der erstere um 7^{1/2} Uhr früh. An der bemannten Fahrt nahm unter Leitung des Unterzeichneten zum ersten Male auch noch Assistent Knopp theil. In der nachstehenden Verarbeitung sollen die nur sehr wenig abweichenden Temperatur-Registrierungen des Ballon-sonde gelegentlich mitverwendet, in der Hauptsache jedoch die Beobachtungen im Freiballon zu Grunde gelegt werden. Von einer Heranziehung der Ergebnisse sämtlicher anderer Ballons, die von den anderen Observatorien zu Trappes, Strassburg, Wien u. s. w. aufgelassen wurden, müssen wir auch hier noch völlig Abstand nehmen.

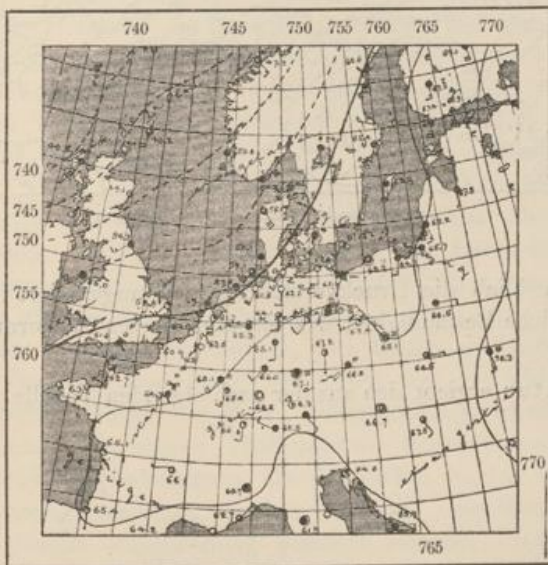
A. Beschreibung der bemannten Fahrt.

Bei sehr dickem, bis auf den Boden herabreichendem Nebel und schwacher Luftbewegung aus WNW bis SW verliessen wir um 7^a 30 die Erde; der mitgeführte Ballastvorrath betrug in Folge Beimischung von 500 cbm Wasserstoff zu dem Leuchtgas 28 Sack. Der Ausblick auf die Erde ging bereits verloren, als noch das halbe Schlepptau auflag; der Ballon kam gleich über den nur wenig hoch hinaufreichenden Nebel hinaus und fand darüber einen völlig wolkenlosen Himmel, bis auf eine dünne Stratus-Schicht am SE-Horizonte. Die Orientirung und Flugrichtung konnte jedoch nach den Rauchsäulen, die über den Nebelschwaden fortzogen, festgehalten werden; nach und nach wurde auch die Erde momentan durch Dunstschleier sichtbar. Nach einer Stunde wurden 1000 m erreicht; in der Höhe von 1000—2000 m wurde

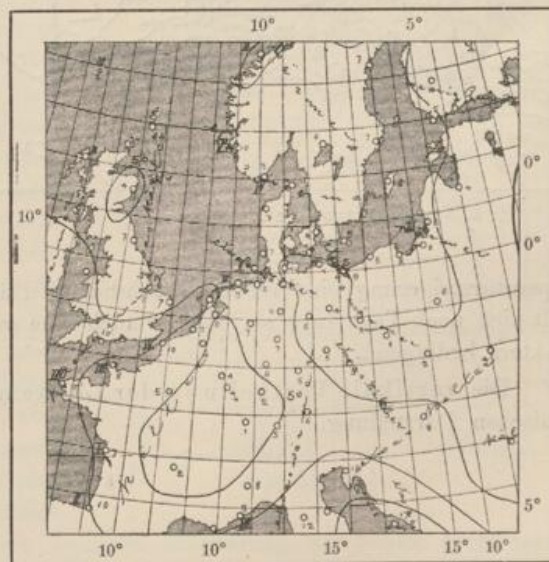
dann der Ballon mehrere Stunden in langsamem Anstieg gehalten, da eine Sichtung der Oder um 10 Uhr eine fast rein östliche Richtung ergab, wir also nicht durch Nabekommen an die See gezwungen waren, rasch hinaufzugehen. Ganz allmählich nach ENE und NE abschwenkend, flogen wir hierauf mit 7—8 m p. s. Geschwindigkeit bei nun eine Zeit lang dauernd sichtbarer Erde und überschritten gegen 12¹/₄ Uhr nahe Berlinchen 2000 m Höhe. Jetzt setzte ein erheblich kräftigerer Südwest ein, sodass wir bald mit 11 und 14 m p. s. flogen. Als um 1¹/₄ p. der Ausblick auf die Erde wieder verloren ging, beschloss ich wegen der nun raschen Bewegung in einer weniger günstigen Richtung, vor allem aber auch in Folge der vorgerückten Tageszeit, den Ballon energischer hochzutreiben. In der gewohnten Weise zwischen Abschneiden von einem ganzen Sack Ballast, ja vielfach auch zweien mit einem Mal und einer vollständigen Beobachtungsreihe abwechselnd, führte ich den Ballon in zwei Stunden, unter Verbrauch von 16 grossen Säcken, von 2350 auf die Maximalhöhe von 5920 m hinauf, die bei -22° Temperatur um 3^p 19 erreicht wurde. Bei 4000 m hatte mein Begleiter begonnen, dauernd Sauerstoff zu athmen, und zwar mit gutem Erfolge. Da es zur Zeit der Erreichung der Maximalhöhe nach dem Ortsmeridian schon mindestens ¹/₂₄ Uhr war, und der Abstieg aus rund 6000 m noch möglichst vor Hereinbrechen des früh eintretenden Novemberabends ausgeführt werden sollte, so gingen wir nun ohne Unterlass hinab, nur gelegentlich den zu rasch werdenden Fall des Ballons durch Sandauswurf mildernd. Um 4 Uhr bekamen wir die Erde wieder in Sicht; es war ein von mehreren Seen und zwei schmalen Flussläufen zerrissenes Gelände, das uns in dem rasch abnehmenden Tageslichte entgegeneilte. Die Landung erfolgte um 4¹/₄ p. durchaus glatt und normal auf freiem Felde, dicht hinter der Ortschaft Gross-Tuchen, nahe Bütow in Hinterpommern; die einzige Schwierigkeit bei derselben war die in den untersten 500 m auftretende Winddrehung um volle 90° nach links, welche bewirkte, dass jede noch so geringe Höhenänderung des Ballons denselben nach einem anderen Theile der wegen der zahlreichen Wasserläufe und grossen Ortschaften für die Landung nicht gerade geeigneten Gegend hinführen schien. Es ergab sich aus dem weit in Hinterpommern gelegenen Endpunkte der Fahrt, dass die Geschwindigkeit der Fortbewegung in den letzten 3 Stunden, wo wir die Erde nicht mehr sehen konnten, noch weiter gewachsen war, auf im Mittel 14.1, also in den grössten Höhen — da tiefer nur schwacher Wind herrschte — auf mindestens 16 m p. s. Verpackung und Rückreise nach Berlin über Bütow gingen ohne jede Störung vor sich; die Angaben über die Gesamtlänge, Geschwindigkeit u. s. w. finden sich wie gewöhnlich am Ende der Tabelle.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Wetterlage. Dieselbe entspricht völlig dem Typus, den wir die »Vorderseite einer oceanischen Depression« nennen, nur dass deren Centrum sich an den vorhergehenden Tagen des



8. November 1900. 8^a. Isobaren.



8. November 1900. 8^a. Isothermen.

6. und 7. November, besonders am letzteren, Norddeutschland erheblich näher befunden hatte — am Abend des 7. mit ca. 748 mm über der westlichen Nordsee —, am 8. früh dagegen dieser Kern bei

steigendem Barometer verschwunden war und ein neues Minimum von weniger als 740 mm, demselben ausgedehnten Depressionsgebiete angehörig, fern über dem nordwestlichen Ocean lag. Die Ballonfahrt verläuft im Uebergangsbiete zwischen dieser Depression und der Russland bedeckenden Anticyklone;



8. November 1900. 7^a. Isobaren.



8. November 1800. 7^a. Isothermen.

das Wetter ist bei meist südwestlichen, im Binnenlande nur schwachen Winden, im westlichen Norddeutschland heiter und kühl, im Osten meist wolbig oder trübe und verhältnissmässig wärmer. Bis zum Nachmittag fand auch im Süden und Osten vielfach Aufheiterung statt; im mittleren Deutschland war die



8. November 1900. 2^p. Isobaren.



8. November 1900. 2^p. Isothermen.

Temperatursteigerung eine recht beträchtliche. Dagegen blieb die Druckvertheilung fast ungeändert und erhielt sich noch Tage lang so, hiermit auch eine wesentliche Beständigkeit des vorgeschilderten Witterungscharakters bedingend.

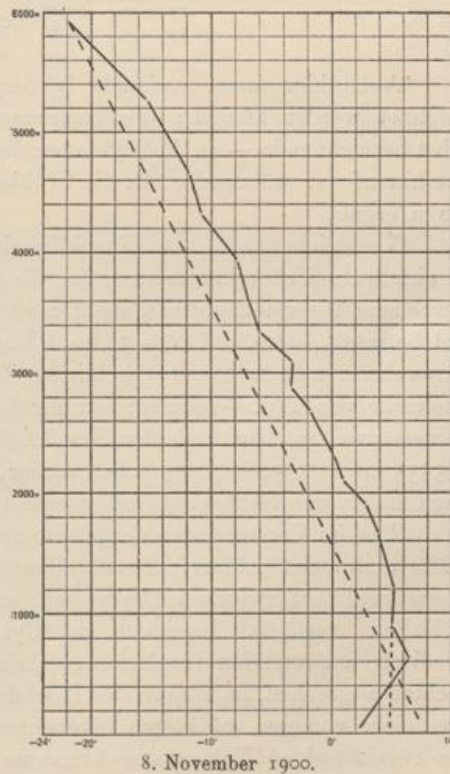
Die vertikale Vertheilung der Lufttemperatur ergibt sich aus der nachfolgenden Tabelle und graphischen Darstellung.

Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
Erde	45	578	2.3 (4.8)	+4.1	+0.71	—	Erde —894	849	+2.65 (+0.15)	+0.31 (+0.02)
0—250	—		—							
250—500	—	271	6.4	-1.45	-0.54	3	894—1879	985	-2.15	-0.22
500—750	623		—							
750—1000	894	304	4.95	-0.75	-0.36	4	1879—2878	999	-6.25	-0.63
1000—1250	1198		—							
1250—1500	—	466	5.15	-1.4	-0.30	2	2878—3943	1065	-4.45	-0.42
1500—1750	1664		—							
1750—2000	1879	215	3.75	-0.95	-0.44	9	3943—4656	713	-4.0	-0.56
2000—2250	2098		—							
2250—2500	2308	219	0.85	-1.65	-0.85	4	4656—5920	1264	-10.0	-0.79
2500—2750	2683		—							
2750—3000	2878	210	0.1	-1.9	-0.51	3				
3000—3250	3085		—							
3250—3500	3335	250	—3.3	-2.7	-1.08	2				
3500—3750	3595		—							
3750—4000	3943	348	—7.0	-1.0	-0.38	3				
4000—4500	4323		—							
4500—5000	4656	380	—10.9	-0.9	-0.26	1				
5000—5250	5030		—							
5250—5500	5277	333	—11.9	-5.5	-1.47?	2				
5500—5750	5668		—							
5750—6000	5920	374	—17.4	+2.0	+0.81?	1				
			—							
		247	—15.4	-2.4	-0.61	1				
			—							
		391	—17.8	-4.1	-1.63	1				
			—							
		252	—21.9							

Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 5920 m, zur Zeit der grössten Höhe: 0.50° p. 100 m.

Wie man sieht, ist der Gang der Temperatur, bzw. deren Aenderung mit der Höhe recht unregelmässig. Es treten immer wieder sprunghafte Uebergänge auf von sehr raschem Gefälle, dessen Betrag mehrfach die Grenze des labilen Gleichgewichtes erreicht, ja beträchtlich überschreitet, zu fast isothermen Schichten.

Ganz unten lag eine Zone mit erheblicher Temperatur-Umkehr, welche ja vor allem als eine periodische Erscheinung der Tageszeit aufzufassen ist; doch muss sie bis in den späten Vormittag gedauert haben, denn erst um 10 Uhr erreichte die Lufttemperatur in Berlin die Höhe, welche wir bei 600 m vor 8 Uhr vorgefunden hatten. Es ist klar, dass der typische Herbstnebel, welcher den Boden bedeckte, mit dieser Inversionserscheinung in Verbindung steht. Auch ist der Betrag der Umkehr ein so erheblicher (die bei der Abfahrt am Erdboden gemessene Temperatur fand sich erst bei 1900 m wieder), dass er auf eine Uebererwärmung der gesamten Luftmassen in der freien Atmosphäre hinweist. Ausser dieser, bis auf ihren hohen Betrag im Herbst normalen Erscheinung, trafen wir jedoch zwischen 900 und 1200, sowie 2900 und 3100 m ebenfalls Schichten mit Isothermie oder schwacher Inversion. Aus den Bemerkungen in der Beobachtungstabelle kann man schliessen, dass diese beiden Höhenzonen etwa der oberen Grenze der Wolkenbildungen entsprachen, welche, abgesehen von dem Bodennebel, vom Ballon aus entweder seitwärts (vgl. die Bemerkung um 9^h 0^a) oder von oben, während der zweiten Hälfte der Fahrt wahrgenommen wurden. Ueber die Höhe der oberen Wolkenmasse konnte zwar während des raschen Hinabsteigens, als der Ballon in der beginnenden Dämmerung zwischen grossen Lücken derselben durchfiel, keine direkte Aufzeichnung gemacht werden; doch lag sie nach der Erinnerung der beiden Korbinsassen jedenfalls mit ihrer oberen Begrenzung irgendwo zwischen 2500 und 3000 m. Es wäre hier also wieder ein Fall, wo eine Störungsschicht vorgefunden wird, wenn auch an der Stelle, wo deren Wahrnehmung stattfindet, keine Wolkenschichten und Wolkengrenzen liegen, demnach die Zone der Isothermie oder Temperatur-Umkehr als das primäre, allgemein verbreitete Phänomen erscheint, welches der Wolken-



8. November 1900.

bildung, wo sie unterhalb derselben erfolgt, eine Schranke setzt. Dies ist nach den Ausführungen in »Wissenschaftl. Luftfahrten« eine überaus häufige Erscheinung. Dagegen gestehen wir offen, dass wir dem Nacheinanderauftreten von überaus rapider Temperatur-Abnahme, sehr starker Umkehr und bald darauf wiederum ganz enormem Gefälle, wie es die Beobachtungen zwischen 4700 und 5900 m ergeben, keinen thatsächlichen Werth beizulegen vermögen. Wir glauben im Gegentheil, dass diese bei der Abwesenheit jeder Wolkenbildung, Winddrehung und dgl. in diesen grossen Höhen sehr auffälligen, ja kaum begreiflichen Sprünge nur durch zwei bis drei zweifelhafte Ablösungen bei 5030 und 5668 m entstanden sind, was um so leichter zu begreifen wäre, als die Quecksilberfäden der Thermometer an diesem Tage besonders schlecht sichtbar waren und Herr Knopp naturgemäss noch wenig Uebung in derlei erschwerten Beobachtungen hatte.

Zieht man zum Vergleiche die Registrirungen des Ballon-sonde heran, so zeigen diese ebenfalls Inversion über der Erde und eine nahezu isotherme Schicht zwischen 1070 und 1445 m. Von der oberen Störungsschicht findet sich nur noch eine Andeutung, indem im 4. Höhenkilometer die vertikale Temperatur-Abnahme auf die Hälfte derjenigen darunter und darüber sinkt: von einer so auffälligen Unregelmässigkeit im Temperatur-Gange zwischen 4700 und 5900 m aber, wie er oben geschildert wurde, auch nicht die Spur. Im Gegentheil ist darnach dieser Gang von 4000 m bis 8000 m ein sehr gesetzmässiger: der Gradient nimmt allmählich von nahezu 0.8 auf 0.6° p. 100 m ab. Um so sicherer wird man die Temperatur-Bestimmungen des Freiballons innerhalb des 6ten Höhenkilometers als ziemlich bestimmt falsch verwerfen müssen¹⁾. Aber nur der Gang im Einzelnen wird dadurch unsicher: die Ablesungen am Boden dieser Schicht und in der grössten Höhe sind zuverlässig und stimmen auch vorzüglich überein mit den Werthen der Registrir-kurve, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt:

Freiballon		Gradient	Ballon-sonde		Gradient
h	t		h	t	
4740 m	-12.5°	} 0.79° p. 100 m	4775 m	-13.0°	} 0.74° p. 100 m
5920 »	-21.9		5935 »	-21.5	

Auch hier muss nochmals hervorgehoben werden, dass die gesammten Luftmassen als recht warm bezeichnet werden können; die Temperatur von kaum -22° in nahezu 6000 m ist eine hohe und für den Herbst bezeichnende — in Anticyklonen dieser Jahreszeit rückt ja diese Isotherme gelegentlich bis über 7000 m Höhe hinauf —, während z. B. die Frühjahrsfahrt vom 12. Mai desselben Jahres diese Temperatur bei kaum 3800 m ergab.

Vergleicht man die Feuchtigkeitsbeobachtungen mit dieser Temperatur-Vertheilung, so findet sich eine gute Uebereinstimmung für die untere Störungsschicht (900—1200 m): bei 1147 m, wo eine ausgesprochene Inversion auftritt, sinkt auch die Feuchtigkeit jäh von 70—80%, welche sie über dem Bodenebel betragen hatte, auf 27—35%. Darüber hinaus zeigt sich nur wenig Analogie: mässige Feuchtigkeit wechselt mehrfach mit erheblicher Trockenheit ab ohne merkliche Höhenänderung, besonders in der Höhenzone von 1700—1800 m; nur für die obere Störungsschicht scheint sich eine vorübergehende Andeutung in einem zweiten Minimum der Feuchtigkeit um 3000 m herum zu finden, so im Aufstieg plötzlich 20% bei 3335 m statt 50—70% kurz vorher, und beim Abstieg wieder 23% in 2905 m. In den grössten Höhen nahm der Sättigungsgrad wieder erheblich zu, bis auf 75% in der Maximalerhebung.

Das im Vorstehenden dargelegte abwechselnde Auftreten von Luftschichten mit rascherem Temperatur-Gefälle und meist grösserer Feuchtigkeit und von trockenen Störungsschichten ist charakteristisch für das Uebergangsgebiet zwischen Depression und Anticyklone, in welchem, wie oben ausgeführt, die Flugbahn des Ballons verläuft. Innerhalb der Cyklone selber pflegen sich Störungsschichten nicht vorzufinden, von periodisch auftretenden Insolationserscheinungen am Erdboden oder solchen über geschlossenen Wolken-schichten abgesehen, im Innern des Hochdruckgebietes aber nur zu bestimmten Tages- und Jahreszeiten, in der Form einer einzigen mächtigen Inversionszone, die sich dann oft über 1000—2000 m erstreckt und darüber einer regelmässigen Temperatur-Abnahme Platz macht.

Die Windverhältnisse und die Bewölkung sind schon theilweise oben mitberücksichtigt worden. Das Ueberwiegen der Linksschwenkung mit der horizontalen Verschiebung des Ballonortes, über die sonst mit zunehmender Höhe eintretende Rechtsdrehung spricht für einen schon mehr durch die Depression als das Maximum bedingten Charakter der Lage. Dass die Luftströmung in der Höhe, verglichen mit der

¹⁾ In der graphischen Darstellung sind deshalb die beiden Ablesungen in 5030 und 5668 m Höhe nicht berücksichtigt.

gleichzeitig vertikal darunter am Erdboden, wenigstens in den meisten Schichten herrschenden, die gesetzmässige Rechtsdrehung zeigte, dafür ist ein Beweis der Uebergang in fast reinen Westwind gleich nach dem Aufstieg, bei SW unten, und der an der Landungsstelle angetroffene SE, bei hier oben wehendem Südwest. Der Registrirballon, der doch zweifellos in durchschnittlich grösserer Höhe zog, schlug allerdings eine Richtung viel mehr nach links ein (nach N 35° E mit rund 15 m p. s.) und darnach könnte es scheinen, dass in den höheren Schichten doch eine Linksschwenkung mit wachsender Höhe auftrat, wie sie ausnahmsweise auch vorkommt und zunächst aus der Fahrtkurve des bemannten Ballons hervorzugehen scheint. Es kann aber auch der Grund in der Zeit- und Ortsverschiedenheit liegen, da der Ballonsonde seinen Flug bereits zwischen 5 und 7^a ausführte, wir aber in die grösseren Höhen erst Nachmittags und 200 km weit von Berlin gelangten. — Das Anwachsen des Windes von 8 m in den unteren 1500 m bis auf 16 in den grössten Höhen ist bereits in der Fahrtbeschreibung betont worden.

Die Intensität der Sonnenstrahlung war, wie gewöhnlich im Spätherbste, nur schwach, wozu noch kommt, dass die grossen Höhen erst in den Nachmittagsstunden bei sinkender Sonne erreicht wurden. Die aktinometrische Differenz betrug im Laufe des Tages nur 15—25°; fast gleiche, niedrige Maxima von 25—27° fanden sich um 9^{1/2} Uhr in 1500 m, um 1^{1/2}^p in 2700 m und um 2^{3/4}^p in 4300 m Höhe.

No. 40.

14. November 1900.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (9,8 m²). 1500 m Kabel.

Bewölkung 9—10, tiefziehende Nebelschwaden; Wind S 2—3, etwas böig.

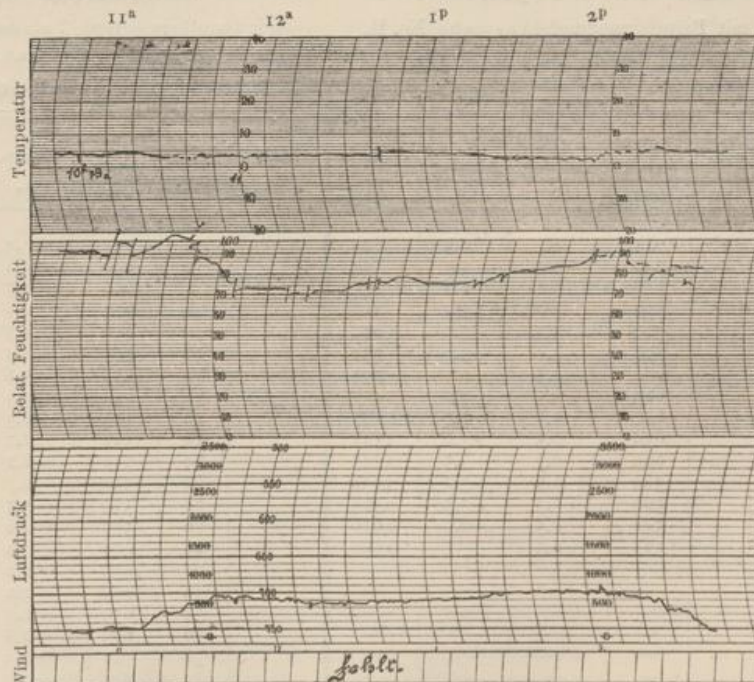
Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		
			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.	
h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	
10 49 ^a	754	40	Apparat auf			5.0	86	1 17 ^p	700	665	2.5	79		—	—	
11 1	—	326	3.0	100		—	—	37	700	665	2.5	84		7.0	81	
22	705	607	3.0	86	nicht registriert	5.4	89	53	694	735	2.0	89	nicht registriert	7.2	78	
43 ^a	709	541	3.0	73		—	—	2 7	705	608	?	84		—	—	
12 4 ^p	715	472	3.5	72		—	—	15	—	Von hier ab Kurve unleserlich.			7.1	80		
34	711	518	4.5	78		6.2	84							—	—	
55	709	541	4.2	75		—	—	35	—				Apparat unten.		—	—

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 735 m: 0.75° p. 100 m (2^p).

Wetterlage: Vorderrand einer umfangreichen Depression, welche mit mehreren Minima nach einander im Nordwesten vorbeizog, sodass unser Gebiet stets an der Südostseite blieb. Zur Zeit des Aufstieges: Wind S 2—3, fast völlig bedeckt, Temperatur 5°, langsam bis 7° steigend.

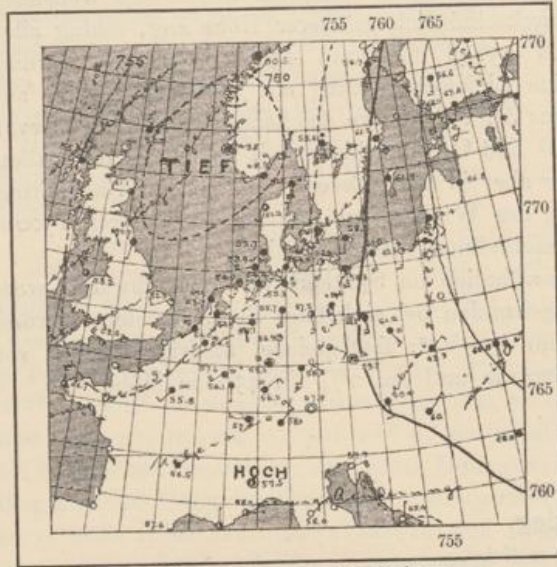
Die vertikale Temperatur-Vertheilung zeigt bis 300 m die in Anbetracht der Jahreszeit rasche Abnahme von 0.7° p. 100 m, darüber aber bis 600 m eine isotherme Schicht von 3° mit Zwischeneinlagerung einer unregelmässig vertheilten Inversionserscheinung, bis auf 4.5° in 520 m Höhe. Ueber 600 m greift wieder rasche Abnahme Platz, die bis zur Maximalhöhe von 735 m 0.78° p. 100 m beträgt.

Auch die relative Feuchtigkeit steigt nur bis 300 m von 86 0/0 bis zur Sättigung an, um in der isothermen und Umkehrschicht auf rund 70 0/0 zu sinken und nun, in Analogie mit dem Temperaturgange, zwischen 600 und 735 m wieder anzusteigen. Windregistrirung liegt nicht vor.



14. November 1900.

Bei diesem eigenthümlichen Gange ist nun zu beachten, dass die den Himmel zu 9 bis 10 Zehnteln bedeckenden Wolken zum Theile sehr tief zogen,



14. November 1900. 8^a. Isobaren.

sodass die Drachen, wie die Notizen ergeben, »immer wieder hinein- und heraussauchten«. Es scheint bei 300 m deren Höhe erreicht worden zu sein, und da sie, wie gewöhnlich die unteren str-cu, nur sehr geringe Mächtigkeit besaßen, so entspricht im Allgemeinen die isotherme und Umkehrzone bis 600 m der Zwischenschicht zwischen diesen unteren und den höheren Wolken. Auch die Feuchtigkeits-Verhältnisse bestätigen diese Auffassung; das ganze Bild ist völlig gleich dem öfter bei den bemannten Fahrten in solchen Schichten zwischen der unteren und der mittleren Hauptwolkenmasse vorgefundenen (vergl. »Wissenschaftl. Luftfahrten«, z. B. Bd. II, No. 8 oder 24). Da es sich nur um eine Zwischenerscheinung unter der Hauptwolkenmasse handelt, so ist es nicht angängig, das zum grossen Theile auf Rückstrahlung von der Wolkenoberfläche beruhende Phänomen — die oberen Wolken waren auch nicht geschlossen — auf Einfluss der Anticyklone zurückzuführen und daraus auf eine Entfernung des Minimums zu schliessen. Jedenfalls war die durchschnittliche Temperatur-Abnahme für die

Jahreszeit eine rasche und im Gegentheil das Näherrücken der Depression mit trübem Wetter und Niederschlag, welches der 15. brachte, wohl zu erwarten.

No. 41/42.

6. December 1900. 11. Internationale Ballonfahrt.

Aufstieg von 2 Registrierballons.

No. 41. 1. Papierballon

mit Barothermograph Assmann No. II,
auf 5^h 7^m a. m.

No. 42. 2. Ballon „Continental“

mit Barothermograph Teisserenc de Bort No. 54 und Barothermograph
Assmann No. I, auf 7^h 49^m a. m.

a) Barothermograph T. de Bort No. 54. b) Barothermograph Assmann No. I.

Zeit h m	Luft- druck mm	Temperatur		Seehöhe m	Zeit h m	Δt	Luft- druck mm	Temp. C°	Seehöhe m	Luft- druck mm	Temperatur		Seehöhe m
		Aufstieg C°	Abstieg C°								Aufstieg C°	Abstieg C°	
5 7 ^a	744	3.0	2.5	40	7 49 ^a	0	744	+3.9	40	744	2.8	7.5	40
	740	3.5	2.5	84	2		696	+1.2	577	730	3.0	6.0	184
	730	3.8	2.8	195	4		666	+1.1	931	700	4.9	3.0	526
	720	4.0	3.0	307	6		633	-0.8	1337	680	3.7	2.5	763
	710	4.2	3.0	421	8		606	-2.5	1683	660	2.5	0.0	1005
	700	4.4	3.0	537	10		583	-4.4	1988	640	0.5	-1.5	1253
	680	4.5	2.3	774	12		558	-5.8	2332	620	-0.7	-2.5	1508
	660	3.5	1.0	1017	14		538	-7.3	2616	600	-2.0	-3.5	1770
	640	2.8	-2.0	1267	16		525	-8.3	2806	580	-3.0	-4.5	2038
	620	0.5	-3.0	1521	18		521	-8.1	2865	560	-3.5	-6.0	2317
	600	-0.7	-3.5	1783	20		531	-8.1	2718	540	-5.0	-6.5	2605
	580	-2.2	-5.0	2052	22		550	-6.7	2444	530	-6.0	—	2752
	560	-3.3	-5.5	2329	24		570	-5.5	2165	—	—	—	—
	540	-4.5	-6.0	2616	26		589	-4.6	1908	—	—	—	—
	525	-6.5	—	2840	28		606	-3.2	1684	—	—	—	—
	—	—	—	—	30		619	-2.2	1516	—	—	—	—
	—	—	—	—	32		638	-1.2	1276	—	—	—	—
	—	—	—	—	34		659	+0.2	1018	—	—	—	—
	—	—	—	—	36		679	+1.8	778	—	—	—	—
	—	—	—	—	38		712	+1.9	397	—	—	—	—
	—	—	—	—	40		744	-0.7	46	—	—	—	—

Landung gegen 6^a bei Hohen-Neuendorf,
13 km N 9^o W.

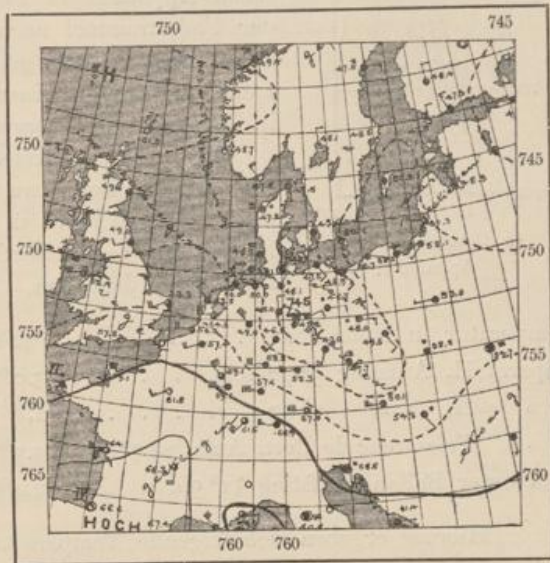
Landung 8^{1/2}^a bei Nieder-Neuendorf, 10 km N 45^o W.

Die Wetterlage am 6. December war, wie beistehendes Kärtchen zeigt, eine ganz besonders interessante, da ein wohl definirtes Theilminimum mit starken Gradienten und stürmischen Winden an seiner Süd- und Westseite nicht weit von Berlin lag. Das Wetter war trübe und regnerisch bei mässigem östlichen Winde, die Temperatur wenige Grad über dem Gefrierpunkte. Leider sind die beiden um 5^h 7^m a. m. und 7^h 49^m a. m. aufgelassenen Registrirballons in Folge der unerwartet starken Belastung mit Schnee nicht im Stande gewesen, grössere Höhen zu erreichen: der Papierballon stieg nur bis 2912, der gummirte Seidenballon (mit Ballonet) »Continental« nur bis zu 2752 m Höhe.

Der von Lachambre in Paris gelieferte Papierballon von 50 m³ Inhalt war mit 25 m³ Wasserstoff gefüllt; er stieg, mit zwei »ausfliessenden« Sandballastsäcken von zusammen 12 kg beschwert, um 5^h 7^m a. m. bei völlig bedecktem Himmel, schwachem Regen und leichtem ESE-Wind mit dem Barothermographen Assmann II auf und landete gegen 6 Uhr bei Hohen-Neuendorf, in 13 km Entfernung nach N 9° W; seine mittlere Geschwindigkeit betrug demnach etwa 4—5 m p. s.

Um 7^h 49^m a. m. stieg ferner der gummirte Seidenballon »Continental« von 56 cbm Inhalt, mit 20 cbm Wasserstoff gefüllt, auf; sein Ballonetraum war prall mit Luft gefüllt. Er trug in einem gemeinsamen, mit Nickelpapier bespannten Körbchen den Barothermographen Teisserenc de Bort No. 54 und den Apparat Assmann I. Auch jetzt noch war der Himmel völlig bedeckt, es fiel leichter Regen und der Wind wehte aus E mit der Stärke 2—3. Gegen 8¹/₂ a. m. landete er bei Nieder-Neuendorf, dicht jenseits der Havel, in 10 km Entfernung nach N 45° W; seine mittlere Geschwindigkeit betrug gegen 4 m p. s.

Von Seiten der Luftschiffer-Abtheilung führte der Hauptmann von Sigsfeld mit dem Assistenten an der landwirthschaftlichen Hochschule Dr. Linke eine Freifahrt im Ballon »Dohle« aus, deren Ergebnisse hier zur Vervollständigung der am Aëronautischen Observatorium ausgeführten Experimente wiedergegeben seien; sie begann um 11^h 9^m a. m. bei schwer bewölkttem Himmel mit leichtem Regen und Nordostwind von der Stärke 5 und führte zuerst nach SW und später nach SE, wobei zwei getrennte, später zusammenfliessende Wolkenschichten passirt wurden. Die Wolken waren in ausgeprägten Wogen angeordnet, deren Richtung senkrecht zum Winde stand. Leider führte auch dieser Aufstieg nur bis zur Höhe von 1430 m; endete nach stürmischer Fahrt am Schlepptau über das Lausitzer und Jeschken-Gebirge bei Reichenberg in Böhmen nach 4 Stunden und 6 Minuten.



6. December 1900. 8^a. Isobaren.

Freifahrt des Ballons „Dohle“

der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung.

Führer Hauptmann v. Sigsfeld, Beobachter Dr. Linke.

Zeit	Luftdruck	Temp.	Rel. Feucht.	Seehöhe	Bewölkung	Wind	
h m	mm	°C	0/0	m			
11 9 ^a	746	3.4	95	40	10 ² ● ⁰ ∞ ¹ str-cu	NE 5	Abfahrt , Richtung nach SW.
14	721.7	1.4	96	310			Bei 150 m in die Wolken.
33	710.0	3.0	97	447			Auf der unteren Wolkenschicht, über uns str.
12 0 ^a	704.2	3.7	89	525			Intensive Wogenbildung, Wellenberg. Nach SSW.
39 ^p	699.5	3.8	87	570			Auf einer Stabilitätsschicht schwimmend.
1 20	682.7	2.0	89	770			Etwa 200 m über der unteren und dicht unter der oberen Wolkendecke.
32	710.0	4.0	76	665			In einem Wellenthale; unten aufgehellt; nach SE Wogen senkrecht zu SSE.
56	715.2	2.2	97	415			Noch auf der Stabilitätsschicht.
2 16	729.1	3.5	94	258			Ueber Kamenz im Königreich Sachsen. Bei 200 m wieder in den Wolken.
49	652.0	-0.5	97	1160			Obere und untere Wolkenschicht haben sich vereinigt.
59	643.5	-1.7	97	1265			Auf der Wolkenschicht; sehr hoch über uns zerfetzte str 6 ¹ .
3 40	630.6	-1.9	94	1430			Wieder in den Wolken, ✕ ⁰ bis zur Landung.
4 15							Stürmische Fahrt über Jeschkengebirge, Landung in einem Thale, 2 Stunden von Reichenberg in Böhmen.

Bewölkung 10² str-cu-ni. ●¹ ✕⁰, Wind W 6.

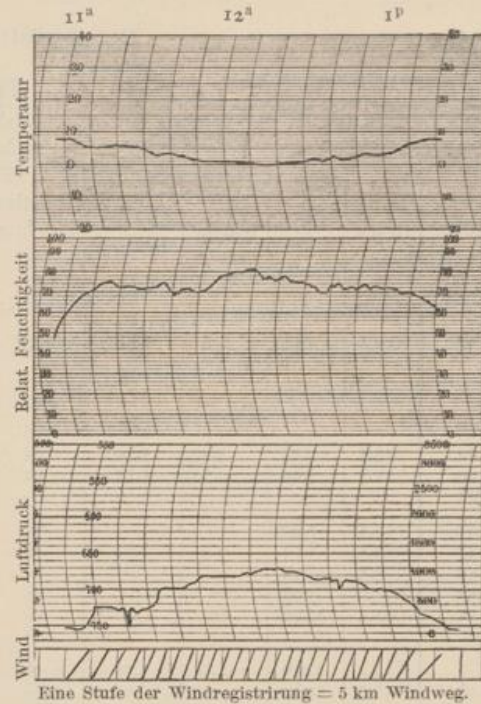
Dauer der Fahrt 4 Std. 6 Min.; Länge 220 km, Richtung S 30° E, mittlere Geschwindigkeit 14.9 m p. s.

Mittlere Temperat.-Abnahme zwischen Erde und 1000 m: 0.76 bis 0.82° p. 100 m (um 12 Uhr Mittags).

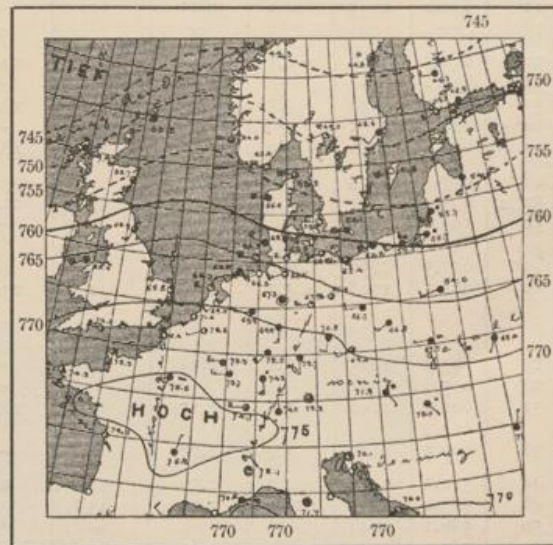
Wetterlage: Südseite einer ausgebreiteten Depression, welche zur Zeit des Aufstieges mit zwei Minima über dem Ocean nördlich von Schottland und über Finnland ganz Nordeuropa beherrscht. Zu Mittag am Aufstiegsorte Wind W4-5, Bewölkung cu 5 bis 7¹ rasch wechselnd, (Nachmittag bis auf 9¹ zunehmend), 7.5°. Die Cumuli ziehen in etwa 800 m Höhe.

Die Temperatur-Abnahme ist eine recht gleichmässige: 0.87° p. 100 m bis 400 m Höhe, 0.74° zwischen 400-650 m, 0.87° in 650-870 m, 0.82° in 870-1012 m. Es ist also nur zwischen 400 und 650 m eine merkliche Verlangsamung in ihrem Gange wahrnehmbar. Da sowohl nach der Augenschätzung die Wolken erst bei ca. 800 m begannen, als auch die Notiz »Drachen in Wolken« sich zum ersten Male um 11^a 53 findet, wo der Apparat bereits 850 m über dem Aufstiegsplatze schwebte, so kann man diese Schicht mit übrigens nur wenig schwächerem thermischen Gefälle nicht auf die naturgemässe Verlangsamung desselben innerhalb einer Wolkenschicht zurückführen. Auch die Feuchtigkeitsverhältnisse helfen kaum zum Verständniss dieser Zone; nach rascher Zunahme um 15⁰/₁₀ bis 400 m tritt später wohl eine völlige Konstanz im Sättigungsgrade ein, aber diese hält in der folgenden Schicht mit wiederum stärkerem thermischen Gefälle gleichfalls an und auch in der obersten Zone bis 1000 m zeigt sich nur eine ganz unerhebliche Steigerung. Uebrigens bleibt die relative Feuchtigkeit auch in ihrem Maximum noch tief unter der in Wolken zu erwartenden Annäherung an Sättigung. Dagegen ist das Verhalten eines anderen Elementes von Interesse, nämlich des Windes. Denn erstens trat in der fraglichen Zone eine jähe Steigerung der Geschwindigkeit ein, von 11 auf 19 m p. s., während sie darüber hinaus in der ganzen Schicht von 650 bis 1000 m kaum noch mehr anwuchs, sondern sich dauernd auf 19-20 m hielt. Ausserdem aber findet sich in den Aufstiegsnotizen wiederholt beim Auslassen und zwei Stunden später beim Einholen die Wahrnehmung vermerkt, dass bei 500 m Kabellänge — also eben an der fraglichen Grenzschicht, bei etwa 380-400 m Höhe des Apparates — eine Zone mit sehr unruhigem Winde angetroffen wurde, die sogar das Abreissen eines Drachen bewirkte. Wir haben es hier also jedenfalls mit einer Zwischenschicht von verschiedenen meteorologischen Bedingungen zu thun, und zwar bezeichnet sie wohl den Uebergang zu einer Luftströmung von anderer Herkunft, denn auch das Azimut der Drachen ändert sich hier rapide um 360; der Wind drehte über dieser Grenze um soviel nach rechts.

Die für die Jahreszeit anhaltend sehr rasche Abnahme der Temperatur und das Fehlen jeder Andeutung einer Störungsschicht über den Cumulus-Wolken gestatten nicht, wenigstens aus dem Zustande in den untersten 1000 m, auf ein bevorstehendes Zurückdrängen der Depression durch die südliche Anticyklone zu schliessen. Die Prognose hätte im Gegentheile trotz des hohen Barometerstandes auf Fortdauer des trüben oder veränderlichen, milden »Westwetters« mit Regenfällen lauten müssen, welches am 15. December auch in der That herrschte.



14. December 1900.



14. December 1900. 8^a. Isobaren.

No. 44-45.

Die Aufstiege vom 22. December 1900.

No. 44. Fahrt des bemannten Ballons.

Ballon III des Vereines für Luftschiffahrt von 1300 m³; gefüllt mit 500 m³ Wasserstoff, Rest Leuchtgas.
Beobachter: v. Sigsfeld, Berson.

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	C°	mm	%	C°				
9 34 ⁿ	757.8	45	3.6	5.20	88	—	—	etwa 7 ¹⁻²	—	Nachts vorher stürmisch, Regen, mor- gens WSW 4-5, Bewölkung wechselnd zwischen 2-3 u. 9, cu aus W, Wind WSW 2.
10 22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Abfahrt von der Luftschiffer-Abtheilung mit 35 Sack Ballast; Ballon sehr schwer abgewogen.
24	749.5	135	3.9	5.10	84	—	I	—	—	Zwischen Cöpenick und Müggelsee: 10.5 m p. s., unten sehr dunstig.
29	711.5	560	4.0	5.55	91	—	1-2	3 str-cu	∞ ² am Hor.	
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
42	711.5	560	—	—	—	—	—	—	—	
47	689.5	814	0.5	4.20	88	17.1	2	—	—	
50	689.5	815	—	—	—	—	—	—	—	
52	682.0	902	—	—	—	—	—	—	—	
55	661.5	1146	—	—	—	—	—	—	—	Nordende des Kalksees bei Rüdersdorf: 15.5 m p. s.
11 1	664.0	1116	- 2.2	3.75	96	12.6	1-2	—	—	Wir sind in einer grossen, kesselartigen Wolkenlücke, gleich hoch mit dem Rande der Schicht ringsherum: die Wolkenköpfe ragen höher hinauf. Kienbaum: 13.7 m p. s.
6	651.5	1267	—	—	—	—	—	—	—	
9	638.0	1432	—	—	—	—	—	—	—	
11	641.0	1395	- 4.1	2.85	84	—	—	—	—	
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wir sind nun in der Höhe der oberen Wolkengrenze.
20	630.5	1526	- 4.5	1.80	55	20.5	1-2	—	—	
32	626.0	1582	—	—	—	—	—	—	—	
33	621.5	1639	- 4.5	1.50	46	18.0	1	6 ¹ a-str, a-cu,	Dunst 1-2, darin cu, deren Köpfe stark heraus- quellen.	Die Wolken nehmen im allgemeinen zu.
34 ^{1/2}	614.0	1735	—	—	—	—	—	—	—	
42	612.8	1750	- 4.9	1.20	38	18.6	1	—	—	
48	607.0	1825	—	—	—	—	—	—	—	
52 ^{1/2}	603.0	1877	- 5.4	1.05	35	21.7	2	—	—	Wir kommen auf die Oder zu. Westliches Oderufer bei Lebus: 14.2 m p. s.
56 ⁿ	598.0	1943	—	—	—	—	—	—	—	Sonne bedeckt, Ballon fällt jetzt und hält sich zur Zeit weniger gut.
12 3 ^p	603.5	1870	—	—	—	—	—	—	—	Bahn Cüstrin—Reppen zwischen Klein- und Gross Rahde: 12.7 m p. s.
10	611.5	1768	- 5.2	1.30	42	23.0	1	—	—	Ein ungeheures Wolkenmeer unter uns, Erde unsichtbar.
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	607.0	1825	- 5.1	0.93	29	—	0	—	—	
24	615.0	1723	—	—	—	—	—	—	—	
31	601.5	1898	- 5.8	1.15	39	18.4	—	8 a-str, ci-cu, ci-str.	9 ¹ cu-str.	
38	607.5	1819	- 5.0	1.05	34	—	—	—	—	
44	581.0	2170	- 7.2	1.50	57	9.8	—	—	—	
46	563.0	2415	-10.1	1.35	63	9.6	—	—	—	
56	586.1	2103	—	—	—	—	—	—	—	
59	583.0	2144	- 8.0	1.60	64	—	—	—	—	
1 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	572.5	2285	- 9.7	1.70	78	—	—	5 ¹ falsche ci-str,	9 ¹ cu-str	Aktinometer geht leider bei einer Be- wegung über Bord. Ballastvorrath noch 21 ^{1/2} Sack.
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wir beschliessen nun, energisch hoch- zugehen.
25 ^{1/2}	572.5	2286	- 9.2	1.65	71	—	—	—	—	Erde momentan wieder sichtbar, rasche Orientierung vorgenommen.
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bahn Meseritz—Bentschen bei Bahn- hof Dürlettel unter uns: 15.2 m p. s.
34	542.3	2705	-12.2	1.15	64	—	—	—	—	
41	521.0	3012	-14.3	1.15	76	—	—	—	—	
43	520.0	3027	-14.9	1.15	81	—	—	—	—	
53	511.0	3160	-15.2	1.15	81	—	—	—	—	
56	502.1	3293	-16.4	0.98	77	—	—	—	—	
2 2	486.0	3538	-18.2	—	—	—	—	—	—	
8	463.0	3893	-20.3	—	—	—	—	—	—	
16	434.4	4372	-23.8	0.45	79	—	—	—	—	Die Temperatur beginnt rapide ab- zunehmen.
22	419.9	4620	-25.7	0.40	70	—	—	—	—	
30	404.0	4901	-28.1	0.33	72	—	—	—	—	
37	423.0	4565	-24.5	0.37	59	—	—	—	—	

Zeit. h m	Luft- druck reduc. mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung mm	Relative Feuchtig- keit %	Aktino- metrische Differenz C°	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
2 45 ^p	389.7	5161	-30.5	0.27	76	—	—	0, Himmel ganz rein,	6 ¹ cu, cu-str	Südöstlich von Posen; 17.3 m p. s.
56	369.8	5533	-33.7	0.20	77	—	—	—	—	Eiskristalle um uns; wir sind in einem sehr feinen Wolkengebilde von der Art eines feinen grauen ci-str. Thermometer frieren ein und die Fäden verschwinden.
3 7	344.9	6025	-35.7	—	—	—	—	—	—	
15 27	324.5 357.5	6447 5417	-40 bis 41	—	—	—	—	—	—	
Alles verpackt und beschlossen, da wir nun doch die russische Grenze überfliegen müssen, bis zur nächsten Bahnlinie zu fahren.										
5 3	Nach kurzer rascher Schleiffahrt hart bei den Häusern von Kowal (nahe Wloclawek), Bahnlinie Warschau—Thorn, gut gelandet, nur am Augenlid leicht verletzt.									

Mittlere Zugrichtung: N 88° E (d. h. fast rein Ost). Dauer der Fahrt: 6 Stunden 41 Min. Länge: 395 km.
Mittlere Geschwindigkeit: 16.4 m p. s.

No. 45.

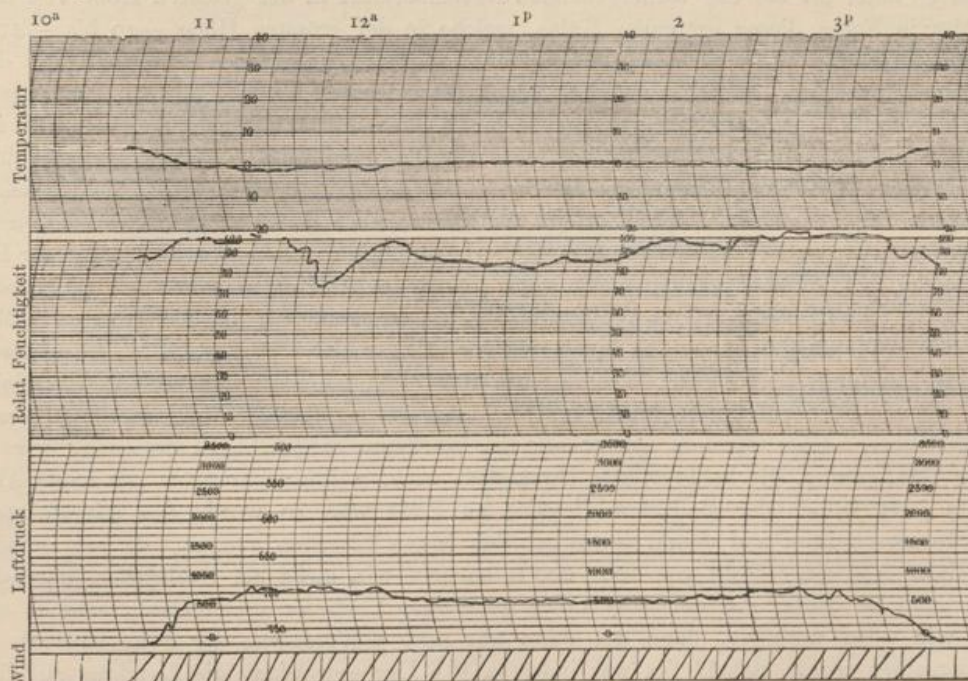
22. December 1900.

Drachen-Aufstieg.

2 Drachen (8.1 m²), 1500 m Kabel.

Wind WSW 4-5, später ablaufend, Bewölkung sehr wechselnd zwischen 2 u. 9, cu, str-cu, ci.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	
10 37 ^a	758	40	Apparat auf			4.5	6.0	88	1 17 ^p	699	700	0.4	88	11.0	6.2	80
58	697	720	0.2	100	13.5	5.7	82	40	700	689	0.2	89	11.0	6.2	81	
11 7	695	743	-0.1	96	12.0	5.7	81	55	701	678	0.1	100	10.0	6.2	79	
20	677	952	-1.8	100	11.0	6.0	79	2 10	695	760	-0.2	95	9.5	6.0	81	
35	685	859	-1.2	91	11.0	6.2	77	30	688	842	-1.0	100	9.5	6.2	77	
47 ^a	683	883	-0.6	73	11.0	6.0	80	41	693	902	-1.8	100	9.5	—	—	
12 6 ^p	679	931	-1.3	98	11.0	6.0	80	55	698	730	-0.5	100	9.5	—	—	
17	697	722	0.2	90	9.5	6.0	81	3 11	703	674	-0.5	100	9.0	5.5	82	
35	699	699	0.4	86	9.5	6.4	78	24	726	415	1.9	88	8.3	5.5	78	
58	702	665	0.8	83	11.0	6.2	78	39	759	40	Apparat unten		4.0	5.4	80	



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.
22. December 1900.

Die bemannte Fahrt vom 22. December 1900 ist die erste in der Reihe der an dieser Stelle bearbeiteten, von uns seit 1899 vorgenommenen, welche nicht im Anschluss an einen internationalen Aufstieg ausgeführt wurde. Ihre besondere Veranlassung ist bereits in dem allgemeinen Theile, Abschnitt »die bemannten Freifahrten«, erwähnt worden. Da die Füllung nahezu zur Hälfte aus Wasserstoff bestand und zwei erfahrene Luftschiffer mit leichter Ausrüstung aufsteigen sollten, so war die Erreichung einer erheblichen Höhe sowohl zu hoffen als auch beabsichtigt. In der That gelang es, bis zu einem tiefsten Luftdruck von $324\frac{1}{2}$ mm vorzudringen, und nur die durchgehend sehr tiefe Temperatur der gesammten Luftmasse bis dahin war der Grund, dass diese Grenze für die Tragkraft des Ballons nahe bei 6450 m, anstatt wie etwa in einem sommerlichen Maximum bei vollen 7000 m Höhe lag. Gleichzeitig fand im Aëronautischen Observatorium zu Tegel ein Drachenaufstieg bis 1000 m Höhe statt, dessen Ergebnisse in der nachstehenden Verarbeitung der bemannten Fahrt gelegentlich mit herangezogen werden sollen.

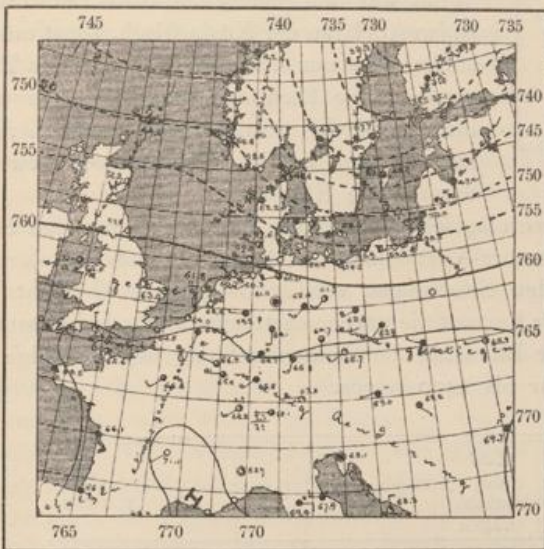
A. Beschreibung der bemannten Fahrt.

Bei der Abfahrt herrschte am Erdboden mildes Wetter ($+4^{\circ}$ C.) und ein ziemlich frischer Westsüdwestwind; die Wolkendecke war wechselnd und zerrissen, sodass die Möglichkeit einer Orientirung wenigstens von Zeit zu Zeit zu erwarten stand. Beabsichtigt war, sich längere Zeit in niedrigen bis mässigen Höhen — unter 2500 m — zu halten und erst dann rasch in die grössten erreichbaren Erhebungen hinaufzusteigen. Um 10 Uhr 22 Minuten verliessen wir, Hauptmann v. Sigsfeld und der Unterzeichnete, die Erde und zogen gleich mit einer Geschwindigkeit von 13 m p. s. nach Osten. Während der ersten zwei Stunden blieb die Landschaft in Sicht; 1000 m wurden bei Rüdersdorf erreicht, und $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Abfahrt überflogen wir in 1900 m Höhe bei Lebus die Oder. Bisher waren wir meist in grossen Lücken zwischen den immer mehr zunehmenden Wolken gezogen; hinter der Küstrin-Reppener Bahn schlossen sich jedoch die Wolkenmassen unter uns völlig zusammen, und von hier bis in die Nähe der russischen Grenze hinter Posen gewahrten wir die Erde nur zwei Mal auf ganz kurze Zeit, was jedoch eine rasche Orientirung ermöglichte: nämlich bei Dürlettel und an der Warthe südlich der Stadt Posen (vergl. die Tabelle). Nach dreistündiger Fahrt waren wir erst rund 2300 m hoch; ich begann nun, da es bereits $1\frac{1}{2}$ Uhr war und wir Ende December hatten, unserem Programm entsprechend den Ballon rasch hinaufzutreiben. Von jetzt bis 3 Uhr wurden $16\frac{1}{2}$ Sack Ballast entleert, welche uns um nahezu 4200 m höher brachten, bis 6450 m. Leider war uns bereits bei 2100 m das Schwarzkugelthermometer durch Zufall über Bord gegangen; um so eifriger wandte ich mich den anderen, wichtigeren Beobachtungen zu. Bei ca. 4500 m begann mein Begleiter, Hauptmann v. Sigsfeld, mit der Sauerstoffathmung, die um so mehr angezeigt war, als die Wirkung der verdünnten Luft diesmal durch die relativ sehr niedrige Temperatur erhöht wurde; bei 4000 m war sie bereits -25° , also um 3° tiefer als bei der vorhergehenden Novemberfahrt in der grössten Höhe von fast 6000 m! Es scheint, dass in Folge dieser extremen Kälte, welche in der grössten Höhe -40 bis -41° erreichte, die Instrumente theilweise nicht recht zuverlässig funktionirten; speciell der Barograph und das Aneroid zeigten wiederholt Störungen. Da ich persönlich gegen die sehr tiefe Temperatur gänzlich ungeschützt war — ich hatte im Gegensatz zu meinem Fahrtgenossen in der Eile keinen Pelz mitgenommen —, so litt ich darunter stärker als je sonst im Laufe meiner Hochfahrten, umso mehr da wir in diese enorm kalten und dünnen Luftschichten erst zu einer Zeit hinaufkamen, als die Sonne bereits völlig in den Dunstschichten des Horizontes verschwunden war. Es bedurfte in der That des Aufgebotes aller Energie, um unter solchen Umständen die Ablesungen fortzusetzen; die in der grössten Höhe beabsichtigte rasche Auswechslung der Hg-Thermometer gegen solche mit Alkokol gelang nicht mehr. Noch im Aufsteigen waren wir zwischen 5500 und 6000 m in ein sehr feines, ci-str-artiges Wolkengebilde hineingekommen; in der grössten Höhe war der Himmel völlig rein. Wir stiegen nun rasch hinab, um vor völliger Nacht wenigstens in den unteren Schichten zu sein; an eine Landung diessseits der Reichsgrenze war nicht mehr zu denken. In etwa einer halben Stunde gingen wir von 6500 auf 600 m hinab, und befanden uns, in dieser Schicht angelangt, bereits jenseits der russischen Grenze. Hier war nun auf 50—60 km hin keine Eisenbahn zu erwarten, wir beschlossen deshalb, in der Dämmerung, die bald völliger Dunkelheit wich, weiterzufahren bis zur Linie Alexandrowo-Warschau. Da jetzt jedoch der Ballast schliesslich zu Ende war, so wurde das mitgeführte Hochlasttau in 12 Stücke zerschnitten und damit, sowie mit den leeren Flaschen u. s. w., als sehr kleinen Ballastmengen gearbeitet. Aus einer Höhe von 100—200 m suchten wir, meist am Schlepptau fahrend, mehrfach Verständigung mit der Erde, die dem aus Polen gebürtigen Verfasser auch gelang, und so erfuhren wir nacheinander, wir seien noch 50, dann 20, dann nur noch 6 Werst von der Bahn entfernt. Nach dem Ueberfliegen derselben wurde alsbald (es war indessen $\frac{1}{46}$ Uhr geworden) die Landung auf freiem Felde hart vor den ersten Häusern des Marktfleckens Kowal ausgeführt; sie verlief nach ganz kurzer Schleiffahrt

durchaus glatt, bis auf eine kleine Augenlidverletzung, die ich mir in der Dunkelheit an der Spitze einer Instrumentenklemme zuzog. Ein in Kowal ansässiger Arzt hatte die Wunde bald verbunden und als durchaus gefahrlos erklärt; noch vor Mitternacht konnten wir in der 15 km weiter nördlich gelegenen grösseren Stadt Włocławek in einem guten Hotel absteigen, und, sehr liebenswürdig von den russischen Offizieren aufgenommen, am nächsten Abend, nach Einlangen einer telegraphischen Erlaubniss vom Warschauer Generalgouvernement, die Rückreise und Rückbeförderung des Ballons ohne alle Zoll- und Pass-Schwierigkeiten besorgen.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Wetterlage. Sie war an diesem Tage von überaus einfacher Art, einem der gewöhnlichen Typen entsprechend, welche das mittlere und nördliche Europa im Winter heimsuchen pflegen. Tage lang vorher und ohne wesentliche Aenderung auch noch nachher lag eine Anticyklone über dem Süden



22. December 1900. 8^a. Isobaren.



22. December 1900. 8^a. Isothermen.

des Erdtheils, eine ausgebreitete Depression aber über dem Norden. Immer neue Tiefdruckkerne durchzogen in westöstlicher Richtung dieses Gebiet niedrigen Barometerstandes; am Vorabende des Aufstieges hatte ein Minimum direkt im Norden von uns über dem hochnordischen Skandinavien gelegen und sich am



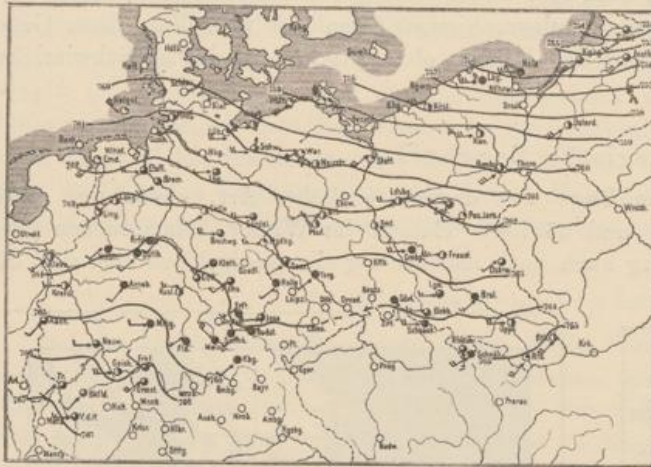
22. December 1900. 7^a. Isobaren.



22. December 1900. 7^a. Isothermen.

Morgen des 22. ostwärts nach der Gegend von Uleåborg verlagert. Es vollführte im Laufe des Tages nur geringe Bewegungen, und blieb fast unverrückt, mit Drucken von weniger als 730 mm, über Lappland und

Nordfinland liegen. So befanden wir uns im südlichen Theile, eher jedoch schon an der Rückseite des Minimums und so ziemlich im Uebergangsgebiete; die Isobaren verliefen über Norddeutschland recht dicht gedrängt, fast genau von W nach E und nahezu ohne cyklonale oder anticyklonale Krümmung, doch ist



22. December 1900. 2^p. Isobaren.

eher eine Andeutung des Depressionsregimes zu finden. Die Witterung war dieser Vertheilung entsprechend in unserem Gebiete meist wolkig oder trübe und für die Jahreszeit mild; am Nachmittage herrschten überall derartig gleichmässige Temperaturen von fast durchweg 4—6°, mit Ausnahme des südöstlichsten Zipfels von Schlesien, wo es kälter war, dass von einer Zeichnung von Isothermen für 2^p Abstand genommen wurde. Der Wind war auf der Erde früh fast überall südwestlich, an der Küste frisch, sonst mässig, stellenweise nur schwach; im Laufe des Tages wurde seine Richtung eher eine rein westliche, und die Stärke nahm noch merklich zu. Wegen weiterer Einzelheiten verweisen wir auf die Kärtchen.

Wie immer geben wir vor Eingehen auf die meteorologische Erörterung des Aufstieges eine tabellarische und graphische Darstellung der vertikalen Temperatur-Vertheilung (letztere s. folgende Seite). Den Feuchtigkeitsbeobachtungen wird man höchstens bis zu den Erhebungen von 4000—4500 m Gewicht beilegen dürfen; bei Lufttemperaturen von —25° und darunter beginnt die psychrometrische Methode bekanntlich fast jede Zuverlässigkeit zu verlieren. Beobachtungen der Intensität der Sonnenstrahlung liegen infolge des in der Fahrtbeschreibung geschilderten Unfalles leider nur bis 2400 m vor.

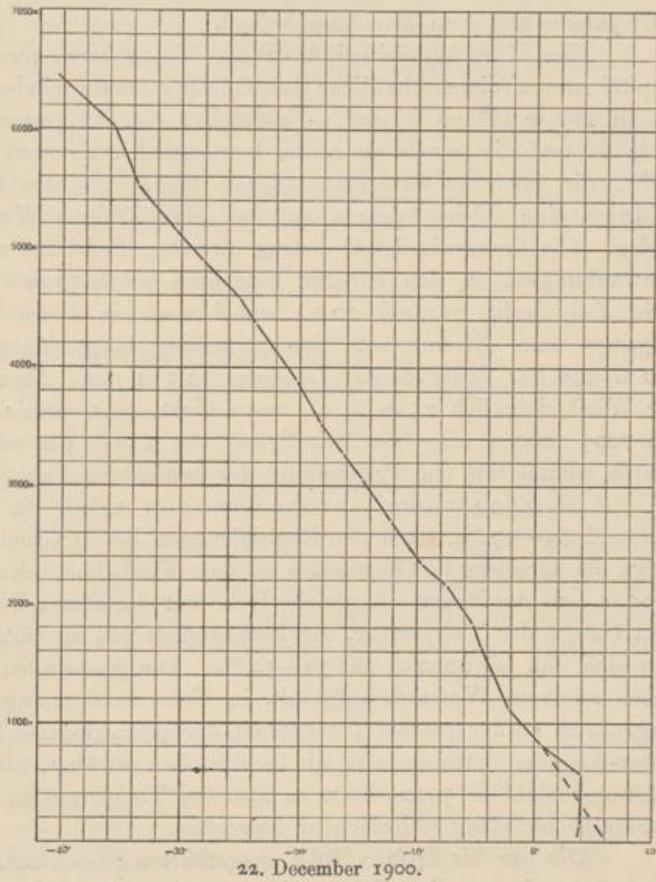
Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m				
Erde	45		3.6			—								
0—250	135	90	(5.8)	+0.3	+0.33	1	Erde —814	769	-3.1	-0.40				
250—500	—	425	3.9	+0.1	+0.24	—								
500—750	560		4.0	-3.5	-1.38	1								
750—1000	814	254	0.5	-2.7	-0.89	1					814—1837	1023	-5.8	-0.57
1000—1250	1116	302	-2.2	-1.9	-0.68	1								
1250—1500	1395	279	-4.1	-0.5	-0.21	1								
1500—1750	1638	243	-4.6	-0.7	-0.35	3								
1750—2000	1837	199	-5.3	-2.3	-0.72	5								
2000—2250	2157	320	-7.6	-2.1	-1.15	2								
2250—2500	2329	182	-9.7	-2.5	-0.67	3	1837—2705	868	-6.9	-0.79				
2500—2750	2705	376	-12.2	-2.6	-0.72	—								
2750—3000	—	361	—	-1.6	-0.71	3	2705—3893	1188	-8.1	-0.68				
3000—3250	3066	227	-14.8	-1.8	-0.74	1								
3250—3500	3293	245	-16.4	-2.1	-0.59	1								
3500—3750	3538	355	-18.2	-3.5	-0.73	—								
3750—4000	3893	479	-20.3	-1.3	-0.59	1					3893—4901	1008	-7.8	-0.77
4000—4250	—	479	—	-3.0	-0.97	1								
4250—4500	4372		220	-23.8	-2.4	-0.92	1							
4500—4750	4592	309	-25.1	-3.2	-0.86	—								
4750—5000	4901	260	-28.1	-2.0	-0.41	1	4901—6025	1124	-7.6	-0.68				
5000—5250	5161	492	-30.5	-4.8	-1.14	1								
5250—5500	—	372	—			—	6025—6447	422	-4.8	-1.14				
5500—5750	5533	492	-33.7			1								
5750—6000	—	422	-35.7			1								
6000—6500	6025	ca.-40.5	-40.5			1								
6250—6500	6447					1								

Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 6450 m:

Zeit	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
3 ¹ / ₄ ^p	6380 m	-46.5°	-0.73°

Beim Anblick der Temperatur-Tabelle fällt sofort die allgemein und fast in allen Höhen sehr rasche vertikale Abnahme auf. Der für die ganze Schicht bis rund 6500 m sich ergebende Durchschnitt von 0.73° p. 100 m ist extrem hoch für einen Wintertag mit am Boden nur wenige Grade über Null erreichender Temperatur. Der vertikale Wärmegradient schwankt zwischen 0.6° und 1° p. 100 m oder darüber und sinkt im Mittel der 1000 m-Schichten nur im 2. Höhenkilometer, wo die Hauptwolkenbildung stattfand, merklich unter 0.7° , nämlich auf 0.57° . Aber auch im Einzelnen, nach den 250 m-Stufen betrachtet, finden sich nur drei Schichten, wo das vertikale Gefälle geringer als $0.6-0.7^{\circ}$ wird.

Die unterste von diesen ist die direkt über dem Erdboden gelegene Zone bis 500 m. Hier ist die Erscheinung eine rein periodische; es herrscht bei der Abfahrt sogar schwache Inversion, allein schon 25 Minuten später als das Thermometer auf der Erde um mehr als 2° gestiegen war, ist sie völlig verschwunden, um einem Gefälle von -0.35° p. 100 m Platz zu machen. Ueberhaupt erscheint die um $9\frac{1}{2}$ Uhr unten abgelesene Temperatur von nur 3.6° als eine ungewöhnlich tiefe und kann nur ganz vorübergehend geherrscht haben; denn schon um 7 Uhr früh hatte die Berliner Station 3.8° , und gegen 10 Uhr wurden am Aëronautischen Observatorium, also völlig im Freien, 5 bis 6° abgelesen. Die Aufzeichnungen der gleichzeitig emporgeschickten Drachen lieferten nicht unmerklich niedrigere Temperaturen in allen Höhen zwischen 400 und 950 m, der grössten erreichten Höhe; die Differenzen, deren Ursache nicht klar ist, erreichen allerdings nur etwa $1-2^{\circ}$. Von einer Umkehrschicht über dem Erdboden zeigen diese Registrirungen auch keine Spur.



Ausser dieser lokalen und vorübergehenden Ausstrahlungserscheinung finden sich, wie gesagt, nur noch zwei Schichten mit schwachem thermischem Gefälle. Sie entsprechen genau den beiden Wolkenbildungszonen, welche an diesem Tage angetroffen wurden. Die untere mit einem Gradienten von 0.27° p. 100 m reicht von rund 1400 bis 1840 m Höhe: dies ist die Schicht dicht über der unteren Strato-Cumulus-Masse (vgl. die Notiz in der Tabelle um 11^a 13). Der Ballon war in diese Wolken nicht hineingelangt, sondern nur in eine Art von weitem Kessel zwischen ihnen, wie aus der Bemerkung um 11^a 1 bei 1100 m erhellt: ob nicht über den Wolken selber vielleicht volle Isothermie oder Umkehr herrschte, lässt sich nicht sagen; letzteres ist bei der sehr geringen Insolation nicht gerade wahrscheinlich. Der in der Zone darunter, also in der Höhe der Wolkenmassen selber, vorgefundene Gradient von 0.68° ist etwas zu hoch im Vergleich zum adiabatischen des Schneestadiums unter den gegebenen Bedingungen¹⁾; aber der Ballon befand sich eben nicht innerhalb der Wolken. Die zweite starke Abschwächung des thermischen Gefälles, auf 0.4° p. 100 m, während darunter und darüber ein solches von 0.9 und 1.1° herrschte, liegt zwischen 5500 und 6000 m und fällt wiederum völlig mit der Zone der oberen Wolkenbildung zusammen, deren Natur in der Bemerkung der Tabelle zu 2 56^p beschrieben ist.

Man kann demnach wohl sagen, dass die vertikale Vertheilung der Temperatur durchaus nur solche Störungen zeigt, welche aus den vorgefundenen Wolkenbildungen zu verstehen sind, oder vielmehr, dass die Begrenzungen der Wolkenbildung im aufsteigenden Strome durch die Einlagerung relativ wärmerer Schichten erklärlich ist. Die allgemeine, sehr starke Abkühlung der gesammten Luftmassen bis mindestens 7000 m ist offenbar eine Folge der tagelangen Herrschaft einer so ausgedehnten Depression, speciell der

¹⁾ Uebrigens ist der Unterschied nur gering: der theoretische Werth für gegebenen Ausgangsdruck und Temperatur (664 mm und -2.2°) ist gleich 0.63° p. 100 m.

Lage unseres Gebietes gegen deren Rückseite zu, wo die westlichen Winde unter cyklonaler Krümmung thatsächlich Luft aus dem Nordwesten und Norden zuführten. Die zwischengelagerten Störungen sind, wie oft hervorgehoben, bezeichnend für den nur unrein cyklonalen Charakter der Witterung bei uns, da sich Norddeutschland im Uebergangsgebiete und nach der räumlichen Entfernung etwa gleich weit von der Anticyklone und dem Minimum befand.

Eine Eigenthümlichkeit des West-Windgebietes einer grossen Depression ist, wie wir in dem betreffenden Kapitel von »Wissenschaftliche Luftfahrten« hervorgehoben haben, die fast völlige Konstanz der Richtung bis in grosse Höhen hinauf — abgesehen von der ersten Drehung nach rechts gleich nach Verlassen der Erde — und die sowohl im Mittel beträchtliche, als nach oben zunehmende Geschwindigkeit der Strömung. Selbst die höchsten Schichten zeigten keine messbare Rechtsschwenkung in der Richtung, wenn auch natürlich eine solche bezogen auf den gleichzeitigen Wind am Fusspunkte der Ballonbahn ausgesprochen vorlag. Die Geschwindigkeit betrug zwischen Erde und 2300 m im Mittel 14.5 m p. s., mit unwesentlichen Schwankungen, in den höheren Schichten bis 6450 m (Details konnten wegen Unsichtbarkeit der Erde nicht festgestellt werden) 20.4, wobei noch in Betracht kommt, dass ein Theil des Zeitraumes im Abstiege zum Niveau von 600 m wieder in geringer Erhebung durchflogen war, endlich zwischen 600 m und der Erde vor der Landung 12.5 m p. s. Man muss annehmen, dass in den obersten Schichten der Wind sicherlich 25 m p. s., wenn nicht mehr, erreichte. — Der Drachenaufstieg hatte in der Schicht von 700—1000 m eine Geschwindigkeit von 9 bis 13 m mit regellosen Schwankungen ergeben; der mittlere Werth stimmt mit der Feststellung der bemannten Fahrt gut überein.

Die Feuchtigkeitsbeobachtungen weisen bis 1400 m einen hohen Stand der relativen Feuchtigkeit auf, 85—97 %, nach den Registrirungen des Drachenaufstieges sogar vielfach volle 100 %, wobei allerdings die Drachen im Gegensatze zu dem Freiballon zeitweise in die Wolken selbst hineintauchten. Ueber 1400 m, wo der Ballon »in gleiche Höhe mit der oberen Wolkengrenze gelangt« (s. Tabelle), beginnt, analog dem Gange der Temperatur, die Feuchtigkeit jäh zu sinken, wie gewöhnlich in einer Störungsschicht, und hält sich nun bis 2000 m auf 30—50 %. Die gesammten Luftmassen darüber hinaus zeigen einen ziemlich hohen relativen Wasserdampfgehalt, in Uebereinstimmung mit dem »Depressionscharakter« der Fahrt, im Gegensatze zu der grossen Trockenheit der anticyklonalen Fahrten. Den über 4000 m gewonnenen Psychrometer-Angaben möchten wir, wie bereits oben erwähnt, keinen Werth beimessen; bei Erreichung der oberen Störungsschicht in 5500—6000 m, also bei Temperaturen von -34 bis -40° war das Psychrometer naturgemäss schon völlig unbrauchbar geworden.

Die nur bis 2400 m Höhe ausgeführten Strahlungsbeobachtungen ergaben geringe Beträge der Insolation, wie um diese Jahreszeit gewöhnlich, und bereits bei 1770 m kurz nach 12 Uhr Mittags das Maximum von 23° aktinometrischer Differenz. Trotz der wachsenden Erhebung begann dann die Strahlung schon vor 1 Uhr rasch abzunehmen — allerdings war die Sonne nicht stets wolkenfrei — und auch die grössten Höhen hätten sicherlich zu der späten Tageszeit, in welcher sie erreicht wurden, nur noch sehr niedrige Werthe geliefert.

No. 46—48.

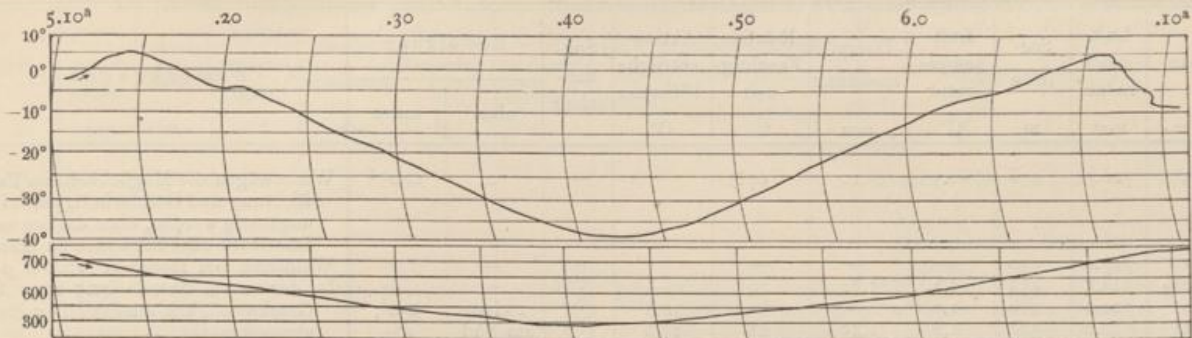
10. Januar 1901. 12. Internationale Fahrt.

No. 46. Aufstieg des Registrirballons I.

Papierballon von Lachambre (50 m³) mit Barothermograph Teisserenc de Bort No. 54 und Barothermograph Assmann No. II. 30 m³ H, 10 kg ausfliessender Alkohol-Ballast (zur Hälfte Wasser). Aufstieg 5^h 13^a. Beim Aufsteigen erhält der Ballon einen heftigen Stoss durch Hängenbleiben des Ballastsackes; in Folge dessen liefert der Apparat »Assmann« kein Thermogramm, sondern zeichnet nur als niedrigsten Druck 210 mm auf. Die Kurve kann deshalb nicht wiedergegeben werden.

Zeit	Δ t	Luft- druck	Temp.	Seehöhe	Δ t	Luft- druck	Temp.	Seehöhe	Δ t	Luft- druck	Temp.	Seehöhe
h m		mm	C°	m		mm	C°	m		mm	C°	m
5 13 ^a	0	764	-3.6	40	12	500	- 6.6	3439	40	330	-29.7	6555
	1	720	-2.0	511	13	485	- 8.0	3677	45	390	-22.0	5341
	2	695	0.0	793	14	475	- 9.8	3840	50	470	-11.5	3935
	3	670	4.0	1090	15	445	-12.3	4342	55	560	- 4.5	2550
	4	640	5.0	1464	20	380	-22.0	5530	57	600	0.0	1990
	5	620	3.5	1724	25	325	-30.0	6667	60	660	4.0	1220
	6	595	2.5	2058	30	295	-36.5	7352	61	680	4.5	975
	7	575	0.2	2333	31	285	-37.0	7593	62	720	2.5	510
	8	555	-2.5	2616	32	275	-37.5	7841	63	750	- 2.5	185
	9	545	-3.8	2758	33	280	-37.0	7715	64	758	- 5.0	100
	10	530	-4.2	2979	34	290	-36.5	7472	64 ¹ / ₄	760	- 6.0	78
	11	515	-4.2	3206	35	297	-36.0	7302				

Gelandet 6^h 17¹/₄^m a. bei Tornow, Mecklenburg, 53 km N r. 5° W von Tegel; mittlere Geschwindigkeit 13.8 m p. s.



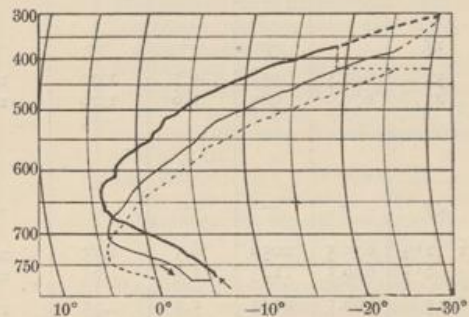
10. Januar 1901.

Barothermograph Teisserenc de Bort No. 54.

No. 47. Aufstieg des Registrierballons II.

Gummirter Seidenballon »Continental« von 56 m³, 30 m³ H, mit Barothermograph Assmann No. I. Aufstieg 8^h 31¹/₂ m a.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C°	Abstieg C°			Aufstieg C°	Abstieg C°	
764	-5.3	-3.5	40	600	2.5	-1.8	1990
750	-4.0	-1.0	185	580	1.5	-3.1	2264
740	-3.2	0.5	292	560	0.0	-4.6	2546
730	-2.6	2.5	400	540	-1.4	-6.0	2837
720	-2.0	3.7	510	520	-2.3	-6.7	3138
710	-0.7	4.0	622	500	-3.8	-9.7	3449
700	0.3	4.2	735	480	-5.3	-12.0	3772
690	1.6	4.0	852	460	-7.5	-14.0	4105
680	3.1	3.6	970	440	-9.8	-16.0	4451
670	3.6	3.0	1091	420	-12.6	-18.5	4809
660	4.2	2.4	1213	400	-15.3	-23.0	5181
650	4.3	2.0	1338	380	-18.5	-25.0	5567
640	4.4	1.1	1465	360	-21.5	-27.5	5969
630	4.3	0.8	1593	340	-24.0	-29.0	6391
620	4.0	0.0	1724	320	-27.5	-29.5	6832
610	2.6	-1.0	1856	310	-30.0		7058



10. Januar 1901.

Barothermograph Assmann No. I.

Gelandet bei Lychen in der Uckermark (72 km N 3° E von Tegel) um 10^h. Mittlere Geschwindigkeit 13.3 m p. s.

No. 48. Fahrt des bemannten Ballons.

Vereinsballon von 1300 m³; gefüllt mit ca. 700 m³ Wasserstoff, Rest Leuchtgas.

Beobachter: Berson, Oblt. Hildebrandt.

Zeit h m	Luftdruck reduc. mm	Seehöhe m	Lufttemperatur C°	Dampfspannung mm	Relative Feuchtigkeit %	Aktinometrische Differenz C°	Sonnenschein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
7 50 ^a	763.5	45	-5.0	2.35	75	—	—	0	—	Wind SSE bis S 2. Abfahrt von der Luftscherer-Abteilung. Der Ballon ist schwer abgewogen; wir überfliegen die Stadt in 150—250 m Höhe.
8 17	—	45	-5.3	2.30	75	—	⊙ ¹	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wir fliegen östlich des Aeronautischen Observatoriums vorbei; der Ballonsonde steigt.
33	735.0	342	-1.9	2.00	50	—	⊙ ¹	0	∞ ⁰ (Es sind die Dunstmassen von Berlin)	
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wald bei Schönfließ; 12.5 m p. s.
46	734.0	353	-1.3	(3.15)	75?	—	⊙ ²	0	∞ ¹	Der Ballonsonde zieht über unseren Ballon hinweg, so dass wir ihn wegen zu geringen Zenitabstandes bald nicht mehr sehen können; er hat gleiche Richtung mit uns und ein wenig grössere Geschwindigkeit.
53	732.0	375	-0.7	1.80	42	—	⊙ ²	0	∞ ²	
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9 3	728.0	419	—	—	—	—	—	—	—	Wald bei Schmachtenhagen; 11.3 m p. s.

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	C°	mm	0/0	C°				
9 12 ^a	726.5	436	-0.3	(3.10)	69?)	—	—	0	∞ ⁰⁻¹	Wir erwägen die Möglichkeit, im Falle Richtung und Geschwindigkeit nicht ungünstig werden, über die See nach Dänemark oder Schweden zu fahren. Waldsaum bei Holland; 10.1 m p. s. In der ersten Stunde 41.5 km. Die Geschwindigkeit scheint leider etwas abzunehmen.
17	727.0	430	—	—	—	—	—	—	—	
21 ^{1/2}	724.5	458	-0.2	1.80	40	—	⊙ ²	—	—	
32	722.0	486	1.7	—	—	14.8	⊙ ²	1 ci-str	∞ ⁰ ,	
34 ^{1/2}	720.0	508	1.7	1.45	28	14.8	⊙ ²	am Süd-	ab-	
38	720.0	508	2.0	1.35	26	15.0	⊙ ²	Horizont	nehmend	
43	721.0	497	2.4	1.45	27	14.8	⊙ ²	—	—	
44	720.0	508	—	—	—	—	—	—	—	
56 ^{1/2}	713.0	587	—	—	—	—	—	—	—	
57	711.0	610	4.9	1.40	22	14.7	⊙ ²	—	—	
10 0	705.5	673	5.1	2.10	32	14.6	⊙ ²	—	—	
2	705.5	674	5.0	2.20	34	14.7	⊙ ²	1 a-str,	∞ ⁰	
12 ^{1/2}	702.0	715	5.4	2.10	31	15.4	⊙ ²	ci-str	—	
17	699.5	744	—	—	—	—	—	am Süd-	—	
19	698.0	761	5.1	0.80	12	Instr. im Schatten	—	Horizont	—	
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31	681.5	958	6.7	1.00	14	14.3	⊙ ²	—	—	
41	679.0	989	6.6	1.00	14	Instr. im Schatten	⊙ ²	—	—	
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11 1 ^{1/2}	673.5	1056	6.5	1.75	24	18.8	⊙ ²	—	—	
6 ^{1/2}	666.5	1143	5.8	1.65	24	19.8	⊙ ²	—	—	
15	666.5	1144	5.5	0.95	14	22.5	⊙ ²	—	—	
17	671.5	1082	—	—	—	—	—	—	—	
23	662.5	1194	5.2	—	—	22.8	⊙ ²	0-1	∞ ⁰	
30	665.0	1164	5.4	0.62	9	22.6	⊙ ²	—	—	
40	667.0	1140	5.3	(1.30)	21)	22.5	⊙ ²	—	—	
47	660.0	1225	—	—	—	—	—	—	—	
48	659.5	1231	5.2	0.80	12	22.8	⊙ ²	—	—	
58 ^a	658.5	1243	4.9	0.90	14	22.8	⊙ ²	—	—	
12 5 ^p	661.0	1213	4.9	—	—	23.1	⊙ ²	—	—	
13 ^{1/2}	657.5	1256	4.7	(1.40)	22)	23.3	⊙ ²	—	—	
17	658.5	1244	—	—	—	—	—	—	—	
20	660.0	1226	5.0	0.95	15	23.0	⊙ ²	—	—	
38	675.0	1043	6.0	0.6	9	22.0	⊙ ²	—	—	
40	678.5	1001	—	—	—	—	—	—	—	
45	671.0	1091	6.5	0.8	11	21.5	⊙ ²	—	—	
47	657.0	1262	—	—	—	—	—	—	—	
52 ^{1/2}	651.5	1331	4.0	0.7	12	23.6	⊙ ²	—	—	
1 5 ^{1/2}	656.0	1275	4.7	0.8	13	23.3	⊙ ²	—	—	
11	649.0	1362	4.2	0.75	12	23.7	⊙ ²	—	—	
17	649.0	1325	—	—	—	—	—	—	—	
20	648.0	1375	4.0	1.1	18	24.0	⊙ ²	—	—	
32	653.5	1306	3.9	(2.15)	36)	21.8	⊙ ²	—	—	
39	667.5	1133	—	—	—	—	—	—	—	
47	655.0	1287	—	—	—	—	—	—	—	
53	659.5	1231	4.1	0.95	16	—	⊙ ²	—	—	
54	664.5	1170	—	—	—	—	⊙ ²	—	—	
2 2	647.0	1388	3.4	0.75	13	23.1	⊙ ²	—	—	
8	663.0	1188	—	—	—	—	—	—	—	

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen	
								oben	unten		
h m	mm	m	°C	mm	%	°C					
2 17 ^p	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Dranske (letztes Land auf Rügen); 9.5 m p. s. Geschwindigkeit nimmt dauernd ab, wir werden erst bei Dunkelwerden Schweden erreichen können.	
20	642.0	1450	2.9	0.55	10	23.6	☉ ²	1-2 ci in S, etwas zu- nehmend	leichter Dunst auf der See	Wir gehen auf die offene See hinaus! Die See ist an den deutschen Küsten ruhig, weiter hinaus ziemlich bewegt. Bestimmung der Richtung zunächst noch gut ausführbar durch Anvisiren des letzten Punktes auf der Küste.	
23	643.5	1431	—	—	—	—	—	—	—	Das Brausen der See tönt herauf. Richtung wird zu sehr östlich!	
29	651.5	1332	—	—	—	—	—	—	—	Rügen verschwindet.	
33	638.5	1495	3.0	0.95	17	23.2	☉ ²	—	—	Anhaltend Ballon sehr langsam fallen lassen, da unten bessere Richtung und Geschwindigkeit; Fall schliess- lich bei 1170 m Höhe parirt.	
40	642.5	1444	—	—	—	—	—	—	—	Wir sehen jetzt nur Himmel und Wasser. Die Sonne beginnt, sich dem Unter- gange zuzuneigen.	
45	632.0	1578	2.1	1.45	27	—	☉ ²	—	—	Bestimmung der Fahrtrichtung mit der Magnetnadel, so gut es über der See geht; sie ist jetzt wieder nach N, mit ganz geringer Abweichung nach West zu.	
52	640.5	1470	—	—	—	—	—	—	—	Das Manöver von 3 2 ^p wiederholt. — Ein Dampfer sichtbar (das erste Fahrzeug, das wir auf See sehen!) — er scheint auf uns abzuhalten, dann geht er wieder seinen Weg.	
3 0	627.0	1642	1.1	0.6	12	—	☉ ¹⁻²	—	—	Die Küste Schwedens beginnt aus dem Wasser zu tauchen; sie sieht wie eine fein geschwungene schwarze Linie tief unter uns im Norden aus.	
2	629.5	1609	—	—	—	—	—	—	—	Die Sonne geht im Meere unter; der Anblick ist nach allen Richtungen hin ein unvergleichlich schöner.	
22	663.5	1182	4.9	0.65	10	—	☉ ²	—	—	Der oberste Sonnenrand versinkt in der See; prachtvolles Farbenspiel.	
27	667.0	1139	5.0	0.6	9	—	☉ ²	—	—	Ein anderer Dampfer taucht auf und hält auf uns ab, bleibt jedoch bald weit zurück.	
34	672.5	1073	5.0	0.75	11	—	☉ ¹⁻²	—	—	Wir sind nun fast 1000 m tiefer als am Anfange der Seefahrt, und haben hier gute Richtung direkt auf die Küste; dieselbe wird immer deutlicher, wir be- ginnen Einzelheiten zu unterscheiden. Das Brausen des Meeres tönt jetzt mächtig herauf.	
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wir haben die Ostsee verlassen und sind vertikal über der Küste von Schonen und zwar über der Stadt Trelleborg. Die Lichtmassen von Mal- mö, Lund, Kopenhagen u. s. w. nebst zahlreichen Leuchtfuern sichtbar.	
45	681.0	965	5.7	(2.2)	32)	10.5	☉ ¹	—	—	Mit grösster Mühe noch einmal die Instrumente abgelesen; am feuchten Thermometer konnte ich den Hg- Faden nicht mehr sehen.	
51	687.0	893	—	—	—	—	—	—	—		
56	681.0	965	4.9	1.15	18	—	—	—	—		
59	688.0	881	—	—	—	—	—	—	—		
4 4	697.0	775	—	—	—	—	☉	Unter- gang	—		
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
13	701.5	722	5.9	0.9	13	-0.4	—	—	—		
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
23	707.0	658	4.9	1.1	17	—	—	—	—		
32	708.5	641	2.9	1.3	23	—	—	—	—		
38	703.0	704	2.7	1.4	25	—	—	—	—		
45	704.5	687	—	—	—	—	—	—	—		
55	689.0	869	4.5	1.6	25	—	—	—	—		
5 22	567.0	2445	0.0	—	—	—	—	—	—		
6 16	533 ^{*)}	2935	Weitere Ablesungen der Instrumente wegen völliger (mondloser) Nacht unmöglich.							5-6	
7 5	605.0	1925	—	—	—	—	—	—	7-8		
33	530.0	2980	—	—	—	—	—	—	—		
8 12	596.0	2045	—	—	—	—	—	—	8-9		
9 11	599.0	2005	—	—	—	—	—	—	—		
21	520.0	3135	—	—	—	—	—	—	—	Erde verschwindet völlig unter Wolken. Zur Linken das Meer und Blinkfeuer sichtbar.	
35	545.0	2700	—	—	—	—	—	—	—		
10 3 ^p	—	ca. 200	Glatt gelandet in kleinem Busch (Waldlichtung) nahe Hof Svenshult bei Häga Hiltån, 21 1/2 km NNW von Markaryd in Småland.								

Mittlere Richtung: N 1° W. Dauer der Fahrt: 13 Stunden 46 Min. Länge: 476 km. Mittlere Geschwindigkeit 9.6 m p. s.

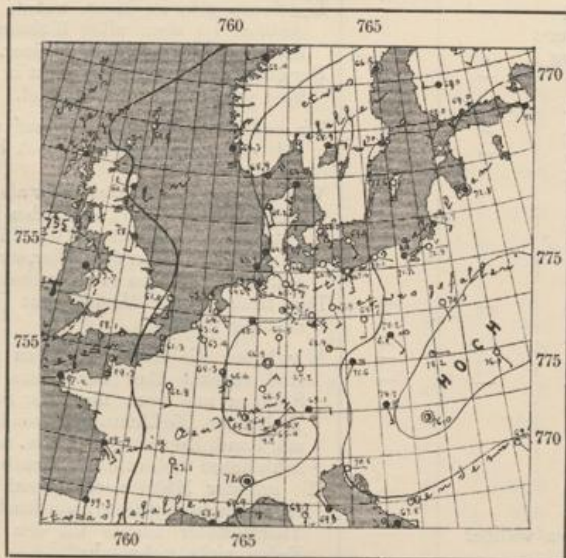
*) Von hier an sind die Drucke nach der Barographen-Kurve ermittelt.

Ausser dem mit dem Verfasser und Oberleutnant Hildebrandt von der Kgl. Luftschifferabtheilung bemannten Freiballon erstreckte sich diesmal die Betheiligung an der gemeinsamen Arbeit in Berlin noch auf zwei Registrirballons des Aëronautischen Observatoriums, und einen zweiten bemannten Ballon, der seitens der Luftschiffer-Abtheilung unter Führung des Hauptmanns v. Sigsfeld mit zwei anderen Offizieren emporgeschickt wurde. Da die mit dem ersten bemannten Ballon beabsichtigte Hochfahrt sich in eine Weitefahrt über die Ostsee änderte, so sind für den Gang der Temperatur in den grösseren Höhen, über etwa 2400 m, die Registrirungen der Ballons-sondes der Erörterung zu Grunde gelegt.

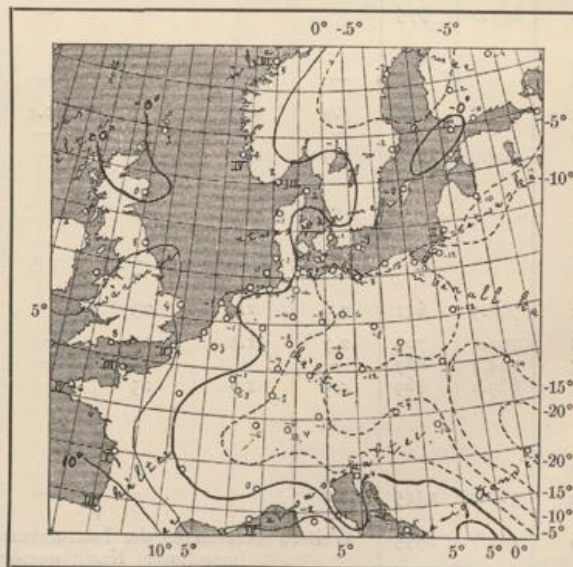
A. Beschreibung der bemannten Fahrt.

Der Aufstieg, über welchen bereits vielfach in Zeitungen und Revuen berichtet worden ist, da er durch das Ueberfliegen der See — zum ersten Male von Deutschland aus — einiges Aufsehen erregte, gestaltete sich eben durch diesen Umstand, wie auch durch die sich anschliessende Nachtfahrt über Schweden zu einem der interessantesten, die Verfasser erlebt hat.

Um 8 Uhr 17 Min. verliessen wir bei wolkenlosem Himmel und -5° das Tempelhofer Feld. Der unten wehende SSE- bis S-Wind änderte in der freien Atmosphäre seine Richtung nur sehr wenig, in reinen Süd übergehend; dagegen war die Geschwindigkeit bereits zwischen dem Erdboden und 300 m Höhe auf $12\frac{1}{2}$ m p. s. im Mittel angewachsen. Ich hatte schon seit zwei Tagen, besonders aber am Vorabend und Morgen vor der Fahrt, den Gedanken erwogen, da die gesammte Wetterlage und die Windrichtung günstig schienen¹⁾, endlich einmal den langersehnten, aëronautisch und wissenschaftlich interessanten Plan auszuführen, über die See nach Dänemark oder Schweden hinüberzugehen. In Anbetracht der oben angegebenen günstigen meteorologischen Lage beschloss ich demnach mit meinem Reisegefährten, die Fahrt danach einzurichten und nur im Falle eines ausgesprochenen Abweichens des Windes nach Nordost zu davon abzusehen, bezw. noch schleunig vor Annäherung an die Küste den ursprünglich geplanten Hoचाufstieg vorzunehmen. Dies wurde jedoch nicht nöthig. Ich hielt den Ballon möglichst niedrig, stundenlang keinen Ballast ausgebend und bei einem Fallen desselben möglichst lange ein Wiederansteigen unter Einwirkung günstiger Insolations-Verhältnisse und Aehnlichem abwartend. Trotzdem war es, hauptsächlich eben in Folge des letztgenannten Einflusses, nicht zu vermeiden, dass wir allmählich doch 1000 m erreichten und überschritten. Es war dies um 11 Uhr der Fall, wir befanden uns bei Neu-Strelitz; Rich-



10. Januar 1901. 8^a. Isobaren.

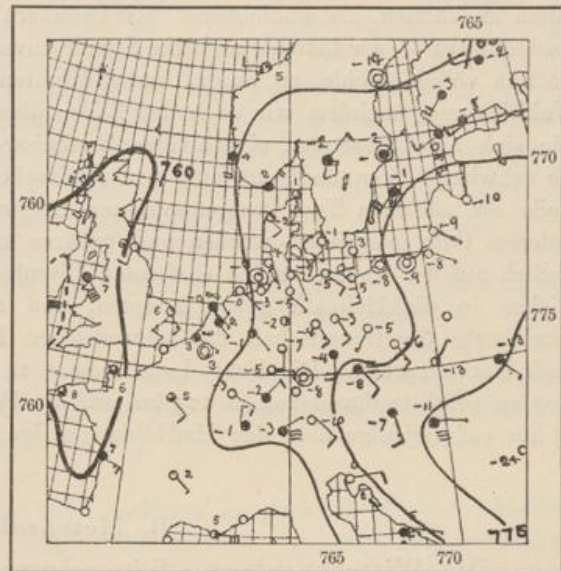


10. Januar 1901. 8^a. Isothermen.

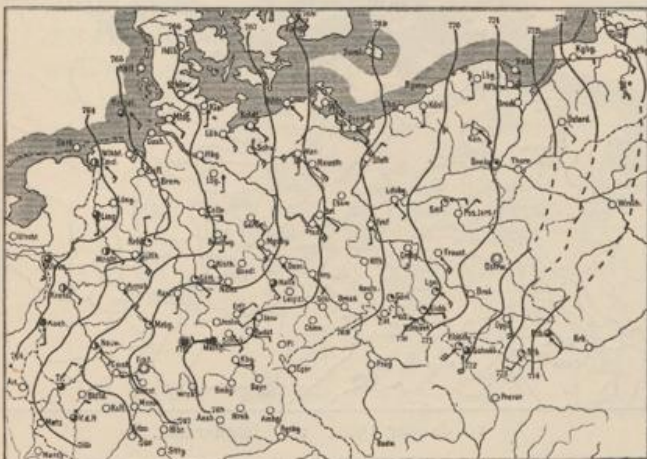
tung und Geschwindigkeit unseres Fluges hatten sich wiederum günstiger gestaltet, nachdem eine Zeit lang eine merkliche Rechtsdrehung der ersteren und Abnahme der letzteren die Aussichten auf ein Gelingen unseres Planes zu verschlechtern schienen. Gegen 12 Uhr Mittags, kurz vor Demmin, wurde aus 1200 m Höhe die Ostsee gut sichtbar; bald lag auch Rügen wie auf der Karte vor uns und wir flogen auf den von

¹⁾ Sie erinnerten völlig an die Fahrten vom 12. Januar 1894 und 14. November 1896, bei welchen das Ueberfliegen der Ostsee durch äussere Umstände vereitelt wurde.

Haffbildungen und Halbinseln zerrissenen Westrand der grossen Insel zu. Um 1 Uhr waren wir bei Stralsund und zogen von nun an abwechselnd über Landzungen und Meeresarme; die Geschwindigkeit hatte jetzt entschieden abgenommen, und zwar von ursprünglich $12\frac{1}{2}$ auf rund 10 m p. s., und ausserdem sahen wir, dass jedes Höhergehen den Ballon bedenklich nach Osten zu abtrieb. Als wir bald nach 2 Uhr in 1400 m Höhe das letzte Land verliessen und über der offenen See waren, schlug ich deswegen die Methode ein, das ganze Ueberfliegen derselben gewissermassen in einem Abstieg auszuführen, aber in einem durch anhaltenden, in sehr geringe Mengen vertheilten Ballastauswurf äusserst verlangsamten. Ich liess demnach, als wir noch in Sicht der Küste von Rügen 1600 m Höhe erreicht hatten, den Ballon bei der ersten Fallneigung, die er zeigte, auch wirklich langsam fallen und, statt wie man gewöhnlich thut, die Abwärtsbewegung gleich anfangs durch genügende Entlastung aufzuhalten, dauernd den Sand in einem feinen Strahl ausfliessen. So kamen wir äusserst langsam immer tiefer und gewannen bessere Richtung auf das Land zu, was wir längere Zeit auf offener See allerdings nur an dem Verhalten des herunterfallenden Sandes, später aber durch direkten Blick auf die aus dem Dunst auftauchende Küste von Schonen feststellen konnten. Dadurch wurde nicht nur das bei jedem Höhergehen drohende Abtreiben auf die lange Achse der Ostsee zu vermieden, sondern auch vermehrte Geschwindigkeit erzielt, da der Wind in geringen Höhen sichtlich stärker war als über 1500 m. Die Schönheiten dieser Fahrt über die See, des Sonnenunterganges auf derselben, des Blickes auf Schweden und Seeland mit den glänzend erleuchteten Städten Trelleborg, Malmö, Kopenhagen, Lund, der sich bald aufthat, zu beschreiben, ist hier nicht der Ort. Wir passirten bei hereinbrechender Dunkelheit um $\frac{3}{4}$ 5 Uhr, in kaum 600—700 m Höhe schwebend, die Küste senkrecht über Trelleborg, nachdem wir auf See nur zwei Dampfer in der Nähe der Küste getroffen hatten, sonst aber einzig von dem stark nach oben hinaufkommenden Brausen der See begleitet worden waren. Als wir wieder Land unter uns hatten, beschloss ich nicht gleich zu landen, sondern weiter zu fahren, den Ballon mit dem vielen verfügbaren Ballast die ganze Nacht durch zu halten, falls die Richtung günstig bliebe,



10. Januar 1901. 8^u.



10. Januar 1901. 7^u. Isobaren.



10. Januar 1901. 7^u. Isothermen.

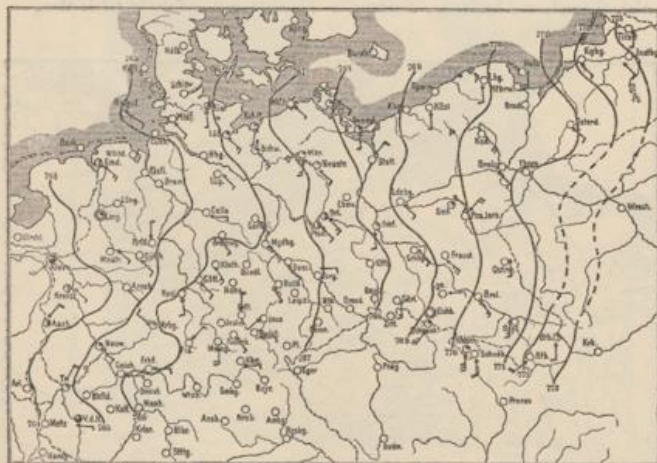
und am Morgen etwa über dem mittleren Schweden, zwischen Karlstad und Stockholm weilend, noch einen Aufstieg in grössere Höhen vorzunehmen, um auch diesem Theile der Aufgabe gerecht zu werden. Um 5 Uhr 22 Min. konnte ich noch mit grosser Anstrengung zum letzten Male den Faden des Thermometers unterscheiden und eine Temperaturablesung vornehmen; von da an wurde dies in der völlig dunklen Nacht unmöglich. Ueber Land fuhren wir in viel grösseren Höhen: denn da ich den Ballon, der die Küste in

nur 680 m Höhe erreichte, nothgedrungen von noch tieferem Fallen jäh abhalten musste, wenn wir nicht landen wollten, so wirkte nun all' der über See allmählich verausgabte Ballast nach.

Auf die Beschreibung der rund 5½ Stunden dauernden Nachtfahrt über Schweden kann aus räumlichen Rücksichten nicht eingegangen werden; das Ergebniss war, dass wir leider bald Wolken unter uns feststellten, die sich dann völlig zusammenschlossen und schlechteres Wetter ankündigten, anderseits aber an den immer wieder links aufblitzenden Leuchthürmen sahen, dass wir in steter Gefahr standen, auf die Küste und das Kattegat, später sogar auf den Skagerrak hinauszutreiben. Unter solchen Umständen, ausser Sicht der Erde, bei dunkler Nacht, die noch gegen 11 Stunden anzudauern hatte, wenn auch 6 bereits verflossen waren, und mit offenbar nach links auf das Meer abdreihendem Winde von unbekannter Geschwindigkeit, erschien das weitere Fahren als geradezu gefährlich, jede Aussicht aber, uns bis zum Morgen über Festland halten zu können, als aussichtslos. Mit Bedauern entschloss ich mich deshalb kurz vor 10 Uhr zur Landung; rasch ging es — wir hatten eine halbe Stunde zuvor 3000 m überschritten — hinunter, durch die Wolken durch, die nun völlig geschlossen waren, und 3 Minuten nach 10 landeten wir völlig glatt in einer tief verschneiten Waldlichtung, nachdem wir noch den Ballon über einen Wald und einen kleinen See hinüber gebracht hatten. Die sich anschliessenden eigenartigen Erlebnisse: das nächtliche Herumirren in dem wildfremden Lande, die schwierige Verständigung auf dem schliesslich gefundenen Gehöfte, und bei der theils noch Nachts, theils am nächsten Tage vorgenommenen Bergung des Ballons nebst Zubehör u. s. w. sind mehrfach an anderem Orte geschildert worden und gehören nicht hierher. Am folgenden Abend um 5 Uhr trafen wir endlich auf der 22 km südlich entfernten Eisenbahnstation Markaryd ein, von wo wir die ersten Lebenszeichen in die Heimath geben konnten, und reisten über Hesselholm, Lund, Malmö, wo wir die ausgezeichnete Gastfreundschaft des schwedischen Husarenregiments »Kronprinz« genossen, und Kopenhagen nach Hause zurück. Die Fahrt hatte nahezu 14 Stunden gedauert und 476 km von Berlin fast rein nach Norden geführt; davon kamen 125 km auf die Fahrt über Wasser, nämlich 80 km auf die offene See und 45 km auf diejenige über den Haffbildungen im westlichen Rügen.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Witterungslage. Seit mehreren Tagen schon hatte sich über Osteuropa ein intensives barometrisches Maximum ausgebildet, während eine flache Depression über dem Ocean im Westen lag. Am Tage der Ballonfahrt selber befand sich der Kern der Anticyklone, die sich ein wenig abgeflacht hatte, mit wenig über 775 mm über Nordungarn, Galizien und Westrussland; die Isobaren verliefen über Mitteleuropa



10. Januar 1901. 2P. Isobaren.



10. Januar 1901. 2P. Isothermen.

in ziemlich unregelmässigen Ausbuchtungen fast genau von Nord nach Süd, wobei die Gradienten nicht unbeträchtliche waren (zwischen Ostpreussen und der Ems 10 mm Druckdifferenz), sodass ein ziemlich frischer, in Richtung und Geschwindigkeit recht gleichmässiger Südost wehte. Der Himmel war in Deutschland fast durchweg wolkenlos, abgesehen von tiefliegenden Morgennebeln; über dem südlichen Skandinavien dagegen, wo eine auf der Karte kaum wahrnehmbare Ausbuchtung der Isobaren eine für den Verlauf unserer Fahrt bedeutungsvolle flache Theildepression über dem Skagerrak andeutete, herrschte in Verbindung damit wolkiges Wetter mit mehr östlichen und nordöstlichen Winden. Morgens war in Deutschland

kräftiger Frost gewesen, bis zu -16° in Thüringen, dessen Intensität nach Norden und Westen zu abnahm, sodass Dänemark und Schonen kaum -1° bis -2° , theils sogar Temperaturen über Null verzeichneten; Norwegens Westküste hatte 4 bis 5° Wärme.

Die im Laufe des Tages eingetretenen Aenderungen sind, abgesehen von der Tagesperiode der



10. Januar 1901. 9^p. Isobaren.



10. Januar 1901. 9^p. Isothermen.

Temperatur, so unerheblich, dass wir uns völlig mit dem Hinweise auf die beigegebenen Kärtchen begnügen können; mit Hinsicht auf die Erstreckung der Fahrt bis nach 10 Uhr Abends folgen diesmal drei Paare derselben für 7^a, 2^p und auch noch 9^p des Aufstiegstages.

Die Ergebnisse der Fahrt erscheinen auf den ersten Blick in Folge der geringen erreichten Maximalhöhe, bezw. der Unmöglichkeit von Ablesungen in den Höhen über 2450 m (vgl. die Fahrtbeschreibung) als nicht so reichhaltig, wie zu wünschen wäre. Aber andererseits ist die vertikale Vertheilung der meteorologischen Elemente eine so einfache, dass sich unter Zuziehung der Aufzeichnungen der zwei Registrirballons in wenigen Worten ein klares Bild davon geben lässt.

Wir schicken, wie gewöhnlich, eine tabellarische Darstellung der Temperaturvertheilung voraus; sie ist bei dieser Fahrt in Stufen von 100 m Höhe angeordnet und, wo dies in Frage kommt, nach den über Land und über See gemachten Beobachtungen getrennt. Statt der sonst berechneten Werthe für die vertikale Abnahme innerhalb der einzelnen Schichten, die bei der grossen Inversionserscheinung, welche für den Tag charakteristisch war, kein Interesse hätten, sind die Differenzen der beiden Reihen »Ueber Land« und »Ueber See« gegeben.

Schicht	Land		Zahl der Beobachtungen	See		Zahl der Beobachtungen	Differenz ¹⁾ der Temperatur »Land«-»See«
	Mittlere Höhe	Mittlere Temp.		Mittlere Höhe	Mittlere Temp.		
Erde	40	-5.3	—	—	—	—	—
3—400	357	-1.3	3	—	—	—	—
400—500	469	0.9	4	—	—	—	—
500—600	508	1.9	2	—	—	—	—
600—700	652	5.0	3	650	3.9	2	1.1
700—800	738	5.3	2	713	4.3	2	1.0
800—900	—	—	—	869	4.5	2	—
900—1000	974	6.7	2	965	5.3	2	1.5
1000—1100	1063	6.3	3	1073	5.0	1	1.25
1100—1200	1157	5.45	5	1160	4.95	2	0.5
1200—1300	1241	4.9	7	1231	4.1	1	0.8
1300—1400	1356	4.1	3	1347	3.65	2	0.45
1400—1500	—	—	—	1473	2.95	2	—
1500—1600	—	—	—	1578	2.1	1	—
1600—1700	—	—	—	1642	1.1	1	—
Ueber 2000	2445	0.0	1	—	—	—	—

¹⁾ Die Differenzen sind gebildet, indem die Temperaturen der beiden Reihen, wenn nöthig, durch eine kleine Interpolation auf genau gleiche Höhe gebracht wurden.

Das allgemeine Bild, bei dem wir zunächst bleiben, ist ein überaus einfaches.

Ueber der Erde, auf der in Folge von Ausstrahlung starkes Frostwetter herrscht, findet sich eine mächtige Inversionsschicht. Die höchste Temperatur liegt mit nahezu $+7^{\circ}$ bei knapp 1000 m Höhe und ist hier demnach um 10 bis 20° höher als unten, je nach der Intensität, welche dort der Frost lokal erreicht hat, in Eberswalde z. B., sehr nahe der Ballonbahn, $-11\frac{1}{2}^{\circ}$. Von 1000 m an beginnt regelmässige Temperatur-Abnahme, die bis zur Erreichung der 0° Isotherme in 2450 m Höhe 0.46° p. 100 m, zwischen hier und der grössten durch die Ballons-sondes erreichten Erhebung, bei 7840 m, hingegen nahezu 0.7 p. 100 m beträgt. Die isotherme Schicht, welche um das Temperatur-Maximum herum liegt, lässt das zunächst langsamere Gefälle erklärlich erscheinen; diese Thatsache sowohl als die rasche Abnahme in allen Schichten darüber hinaus sind aus ähnlichen Fahrten, z. B. No. 22 vom 12. Januar 1894, der »Wissenschaftl. Luftfahrten« wohlbekannt und wir verweisen deswegen, wie wegen der ganzen Umkehrerscheinung auf die Erörterungen im II. und III. Bande (a. a. O., bezw. Temperatur-Abhandlung) dieses Werkes. Als Illustration für den Betrag solcher Umkehrerscheinungen machen wir nur darauf aufmerksam, dass sich die Temperatur, die am Morgen auf der Erde z. B. in Eberswalde herrschte, in der freien Atmosphäre erst bei 4300—4600 m, diejenige von Koburg erst bei mehr als 5000 m Höhe wieder fand! Von Interesse ist auch, dass die obere und eigentliche Nullgrad-Isotherme über dem Festland von Schweden in genau derselben Höhe lag, wie in der Nähe von Berlin, trotz der darunter ziemlich verschiedenen Verhältnisse: wir fanden sie über Schonen in 2445 m, die beiden Registrirballons bei Berlin in 2360 und 2550, also im Mittel etwa 2450 m! Für sonstige Parallelen fehlen leider in Folge der Dunkelheit Beobachtungen aus dem nördlichen Theile unserer Fahrt.

Wie die kleine Tabelle zeigt, war es über der See in gleichen Höhen stets etwas kühler, als über dem Lande. Die Differenz erreicht den grössten Betrag beim Temperatur-Maximum, welches sich hier und dort in der gleichen Höhe findet, mit $1\frac{1}{2}^{\circ}$, und nimmt von hier an ab bis auf $\frac{1}{2}^{\circ}$ in der grössten Erhebung, für welche noch ein Vergleich möglich ist (1350 m). Es ist dies ein sehr interessantes Ergebniss der Ostseeüberfliegung und da beiderseits 15—25 Ablesungen vorliegen, als eine sichere Thatsache zu betrachten. Da es dagegen auf See unten erheblich milder war, als in Norddeutschland, so erreichte hier also der Betrag der Umkehr überhaupt eine viel geringere Höhe. Zum Theile ist diese Milderung der Verhältnisse, also eine Abstumpfung der Extreme, wohl sicher dem Einflusse der völlig eisfreien See zuzuschreiben. Andererseits darf nicht unbetont bleiben, dass der Hauptgrund wohl in der weiteren Entfernung vom Gebiete des höchsten Druckes gelegen hat, nicht in dem Einflusse des Meeres; denn die Inversion erreichte überhaupt ihren Höchstbetrag von mehr als 22° , wie die Beobachtungen des Ballons in Przemyśl ergaben im Kerne der Anticyklone, und nahm gegen die Peripherie derselben, wie zu erwarten, allgemein ab.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse waren sehr einfacher Art: es herrschte nur in der Nähe des Erdbodens Annäherung an Sättigung mit ca. 75 % am Morgen, wogegen sich der Lage entsprechend in der Höhe grosse Trockenheit vorfand. In der Zone der grössten Erwärmung ging die relative Feuchtigkeit auf 10—20 %, ja noch unter 10 % herab, doch erreichte die Trockenheit nicht den extremen Grad, wie bei mehreren ähnlichen Fahrten. Ein Einfluss der Meeresunterlage ist nicht wahrzunehmen, was ja bei der absteigenden Bewegung der Luftmassen von vornherein nicht wahrscheinlich ist.

Die Windrichtung zeigte mit zunehmender Höhe zunächst nur schwache Tendenz zur Rechtsdrehung. Ueber Deutschland war sie sogar im Allgemeinen äusserst konstant, wie dies in »Wissenschaftl. Luftfahrten« mehrfach als für die SSE-Winde am Westabhang einer Anticyklone bezeichnend hervorgehoben wurde, denn beide Ballons-sondes fielen trotz Erreichens von 7000—8000 m Höhe auch rein nördlich von Berlin. Stärker wurde die Drehungstendenz mit der Entfernung vom Maximum über der See und Skandinavien; doch scheint sich der Ballon im zweiten Theile der Fahrt auf der Scheidelinie bewegt zu haben zwischen den westlichen Winden an der Nordseite des Hauptmaximums, wie sie in Stockholm, über Finnland u. s. w. herrschten, und rein östlichen, ja nordöstlichen (Karlstad, Oxö am 10. I. 9^h), die zum System der flachen Theildepression über dem Skagerrak gehörten. Daraus erklärt sich das Abschwenken einmal nach rechts, einmal nach links, das uns der einen oder der anderen See näherbrachte und die Weiterfahrt über der geschlossenen Wolkendecke als unausführbar erscheinen liess, sowie das entschiedene Abflauen des Windes in grösserer Höhe über Schweden. Die Geschwindigkeit desselben, die über Norddeutschland bei kaum 300—500 m Höhe 12—13 m p. s. betragen hatte, erreichte dort in 2000—3000 m nur noch wenig über 8 m.

¹⁾ Die beiden Registrirballons geben, wie es scheint in Folge instrumentellen »Nachhinkens«, die Höhe des Temperaturmaximums grösser, nämlich auf 1400—1500 m, seinen Betrag geringer, auf $+4\frac{1}{2}$ bis 5° an, und zwar unabhängig von der Zeit, da der zweite gleichzeitig mit dem bemannten Ballon stieg; der Militärballon fand fast identische Werthe wie unser Freiballon.

Die Strahlung erreichte der Jahreszeit entsprechend nur geringe Beträge. Da versehentlich leider ein Maximum-Thermometer mit geschwärzter Kugel zu deren Messung mitgenommen worden war, so sind die einzelnen Beträge der Tabelle nicht ganz sicher. Der Höchstbetrag der aktinometrischen Differenz erreichte 23—24⁰ gegen Mittag; die Zahlen für die Stunden von 12—2 Uhr sind wahrscheinlich zu hoch und schon damals ist wohl eine Abnahme eingetreten. Um 4¹/₄ Uhr, kurz nach Sonnenuntergang, zeigt sich bereits eine negative Differenz von 1/2⁰, also Ausstrahlung.

No. 49—50.

7. Februar 1901. 13. Internationale Fahrt.

No. 49. Aufstieg des Registrierballons I.

Papierballon (50 m³) mit 30 m³ H, 10 kg ausfließender Alkoholballast.

Barothermographen T. de Bort No. 54 und Assmann No. II in gemeinsamem, mit Nickelpapier bespanntem Korbe.

Auf 5^h 36^m a. m. Himmel bewölkt, str. cu 10², ● tropfen; Wind NNW—WNW 2—3.

Barothermograph Teisserenc de Bort No. 54.

Barothermograph Assmann No. II.

Zeit-Diff.	Luft-druck	Tempe-ratur	See-höhe	Zeit-Diff.	Luft-druck	Tempe-ratur	See-höhe	Temperatur		See-höhe	Luft-druck	Temperatur		See-höhe	
								Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg		
Min.	mm	C°	m	Min.	mm	C°	m	C°	C°	m	mm	C°	C°	m	
0	762	- 1.5	40	15	350	-35.5	5791	762	- 1.5	- 5.5	40	500	-19.9	-24.4	3189
1	720	- 3.0	386	16	340	-38.0	5994	740	- 2.5	- 7.0	168	480	-21.3	-26.3	3493
2	665	- 5.8	1013	17	330	-41.0	6198	730	- 3.3	- 7.7	276	460	-24.0	-28.8	3807
3	635	- 7.5	1374	18	315	-43.0	6515	720	- 4.4	- 8.5	385	440	-26.5	-32.0	4131
4	600	-11.0	1814	19	305	-44.7	6733	710	- 5.3	- 9.2	495	420	-29.0	-34.8	4467
5	570	-11.5	2209	20	295	-46.0	6956	700	- 5.5	- 9.5	606	400	-32.5	-38.0	4814
6	545	-13.5	2553	21	280	-47.0	7303	680	- 6.8	- 9.6	835	380	-36.6	-42.2	5175
7	520	-16.5	2910	22	270	-49.0	7546	660	- 7.8	-10.3	1068	360	-40.0	-46.2	5548
8	500	-19.7	3203	23	260	-51.0	7794	640	- 8.0	-12.7	1309	340	-43.6	-50.0	5940
9	475	-21.5	3584	24	250	-52.5	8047	620	-10.0	-14.6	1555	320	-47.6	-53.2	6345
10	435	-23.0	4232	25	235	-53.0	8449	600	-11.6	-15.3	1808	300	-50.4	-54.5	6771
11	425	-26.0	4403	25 ¹ / ₂	230	-53.5	8590	580	-12.4	-16.5	2068	280	-52.6	-56.3	7219
12	400	-27.8	4842	Uhr stehen geblieben.				560	-13.9	-18.2	2336	260	-55.0	?	7701
13	380	-30.5	5211	Mini-				540	-16.0	-20.4	2621	240	-56.5	?	8215
14	370	-33.0	5401	mum	200	-55.0	9490	520	-18.4	-22.6	2897				

Weitere Registrierung durch Anstossen der Feder an die Halteschiene behindert. Minimum ca. 200 mm = ca. 9380 m

Landung 7^h 45^m a. m. bei Mittenwalde, 37 km nach S 21° E; Dauer 2 Std. 9 Min., mittlere Geschwindigkeit 4.8 m p. s.

No. 50. Aufstieg des Registrierballons II.

Gummierter Seidenballon »Continental« (56 m³) mit 30 m³ H. Barothermograph Assmann No. I. Auf 7^h 31^m a. m. Himmel bewölkt, Regentropfen. Ballon geht nach ESE—SE. Landung 10^h bei Rudow, 19 km nach S 33° E. Apparat so stark zertrümmert, dass die Kurve fast völlig verwischt wurde. 5000 m Höhe scheinen nicht überschritten zu sein.

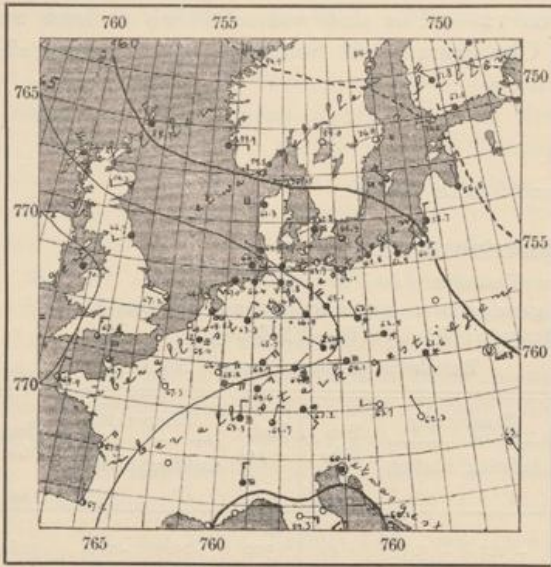
Nach einer Periode mässigen Frostes, während welcher in Centraleuropa vielfach Schnee gefallen war, bildete sich im Rücken einer von Frankreich her langsam in nordöstlicher Richtung durch Deutschland wandernden Depression ein Gebiet hohen Luftdrucks über England aus, das, wie das Kärtchen erkennen lässt, am Morgen des 7. Februar keilförmig bis nach Mitteldeutschland hineinreichte. Das Wetter war fast überall trübe, der Wind nordwestlich und meist schwach; vielfach war in der Nacht Schnee gefallen; in Chemnitz war am Abend vorher Wetterleuchten beobachtet worden. Die hier nicht wiedergegebene Wetterkarte vom vorhergehenden Abend lässt erkennen, dass die Wetterlage während der Nacht noch mehr der Rückseite einer schnell abziehenden Depression als einem Hochdruckgebiete angehörte; die Temperatur lag überall nur wenige Grad unter dem Gefrierpunkte.

Wie üblich, wurden am Vorabend und in der Nacht Versuche angestellt, um Drachen in die Höhe zu bringen, die aber wegen der geringen Luftbewegung misslangen; andererseits war aber der Wind doch zu stark, um einen kugelförmigen Fesselballon aufzulassen, da ein Drachenballon nicht zur Verfügung stand.

Gegen Morgen war der Himmel mit dicken Wolken bedeckt, hin und wieder fielen einzelne Graupelkörner, der Wind schwankte zwischen NNW und WNW von der Stärke 2—3; die relative Feuchtigkeit betrug 80⁰/₀.

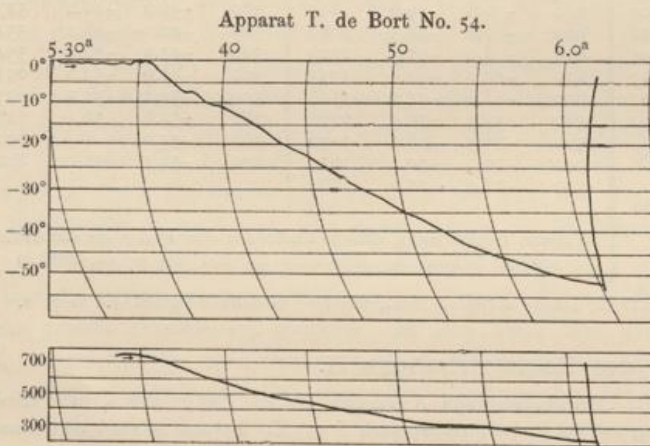
Um 5 Uhr 36 Min. a. m. stieg ein Papierballon, der, aus leichterem und festerem Papier sehr gut hergestellt, von Herrn Teisserenc de Bort geschickt, aber leider etwas zu kurze Zeit vor dem Aufstiege

eingetroffen war, sodass er erst zwei Tage vorher gefirnisst werden konnte und am 7. noch nicht ganz trocken war. Er wurde mit 30 cbm H gefüllt und erhielt 10 kg ausfliessenden Alkohol-Ballast (zu gleichen Theilen mit Wasser); bei dem Aufstiege wurde die Papierhülle vom Winde stark gezerzt, scheint aber nicht zerrissen zu sein. Der Seidenballon »Continental«, der nicht mehr recht dicht war, stieg um 7.31^a auf und wandte sich nach ESE bis SE, trat 7.33^{1/2} in die Wolken und verschwand in ihnen um 7.34. Er landete um 10^a bei Rudow, 19-km S 33^o E vom Auffahrtsorte; dort muss er in einem Baume oder an Telegraphendrähten hängen geblieben und aus seinem Schnurnetz entschlüpft sein, da er, stark zerrissen und fast leer, ohne Netz gefunden wurde. Das Körbchen mit den Netzleinen fand man am Nachmittag ohne Registrirapparat, der durch Zerschneiden des Korbkästchens herausgefallen war. Erst am nächsten Tage wurde er, arg zertrümmert und verbogen, aufgefunden; von den Registrirungen sind kaum einige Spuren zu entdecken, doch scheint es, als ob er 5000 m Höhe nicht überschritten hätte.

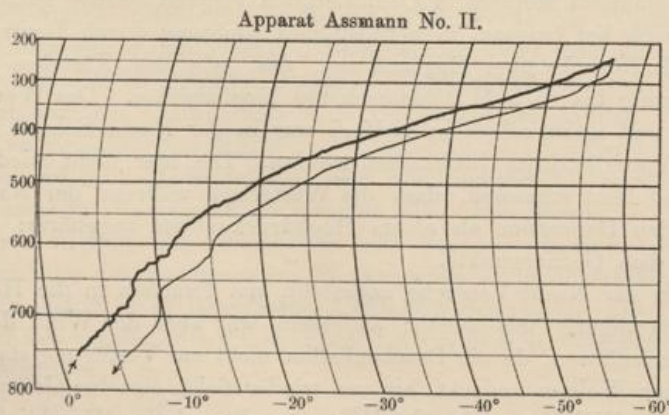


7. Februar 1901. 8^a. Isobaren.

Die Registrirungen der beiden mit dem Papierballon aufgelassenen Apparate, die beistehend wiedergegeben sind, lieferten die in den obenstehenden Tabellen zusammengestellten Ergebnisse.



7. Februar 1901.



7. Februar 1901.

untersten Schicht recht schnelle Temperaturabnahme zuerst in der Höhe von 600—800 m eine plötzliche Verminderung zeigt, die einer Isothermie sehr nahe kommt, und dass sich dieselbe Erscheinung, wenn

Der Registrirungen der beiden mit dem Papierballon aufgelassenen Apparate, die beistehend wiedergegeben sind, lieferten die in den obenstehenden Tabellen zusammengestellten Ergebnisse.

Der Apparat Teisserenc de Bort's versagte insofern, als die Uhr nach 25^{1/2} Min., kurz vor Erreichung der grössten Höhe, stehen blieb; ausserdem musste der Schreibhebel des Barographen durch einen Stoss bei dem Aufstiege auf seiner Axe verschoben sein, da der Ausgangspunkt der Kurve verschoben war. Der niedrigste Druck wurde mit 200 mm, die tiefste Temperatur mit -55^o registriert. Der Ballon ist mit einer Geschwindigkeit von 5.8 m in der 1. Min., 8.2 in der 2. und 3., 7.3 in der 4., 5.7 in der 5. und 7.0 in den ersten 10 Min. gestiegen. Trotzdem erreichte er nur eine Höhe von 9490 m; ein Grund hierfür ist nicht zu erkennen.

Der Barothermograph Assmann No. II hat eine ausserordentlich klare und schöne Kurve gezeichnet; leider erlitt dieselbe in ihrem obersten Theile eine Störung dadurch, dass die Schreibfeder in Folge der Trommelumdrehung an die Halteschiene des Papiers ansties und so an einer weiteren Bewegung gehindert wurde. Die Druckkurve reicht in Folge dessen nur bis 238 mm und die der Temperatur bis -56.5^o. An dem Russüberzuge der Schiene ist indess eine offenbar von der Schreibfeder herrührende Spur zu bemerken, die bis zu 200 mm Druck führt.

Bei der Betrachtung der Kurven beider Apparate fällt zunächst auf, dass die in der untersten Schicht recht schnelle Temperaturabnahme zuerst in der Höhe von 600—800 m eine plötzliche Verminderung zeigt, die einer Isothermie sehr nahe kommt, und dass sich dieselbe Erscheinung, wenn

auch weniger ausgeprägt, nochmals bei 1800—2000 m Höhe wiederholt. Für die Thatsächlichkeit dieser Unterbrechung in der vertikalen Temperatur-Vertheilung spricht die Abstiegs-Kurve des Assmann'schen Apparates mit voller Bestimmtheit insofern, als diese in den gleichen Schichten einen äusserst ähnlichen Verlauf zeigt.

Nach Schichten von einem Kilometer Höhe zusammengezogen, stellen sich die Temperaturen und deren vertikale Aenderungen folgendermaassen dar:

	40 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9 km
Apparat T. de Bort's No. 54 .	-1.5	-5.5	-11.3	-17.5	-22.5	-29.0	-38.2	-46.3	-52.3	(-54.6)
Aenderung p. 1 km		-4.2	-5.8	-6.2	-5.0	-6.5	-9.2	-8.1	-6.0	
Apparat Assmann No. 2 . . .	-1.5	-7.3	-12.0	-18.7	-25.2	-34.6	-44.4	-51.6	-56.0	(-58.0)
Aenderung p. 1 km		-6.0	-4.7	-6.7	-6.5	-9.4	-9.8	-7.2	-4.4	

Wie man sieht, giebt der Apparat Assmann in allen Schichten niedrigere Werthe an als der Teisserenc de Bort's, obwohl man wegen des viel kleineren Gefässes des letzteren eher bei diesem eine geringere Trägheit und deshalb das Umgekehrte erwarten sollte. Der Unterschied wird zwischen dem 5. und 7. Höhenkilometer am beträchtlichsten (5—6°) und vermindert sich in der grössten Erhebung wieder bis auf 3.5°. Aus beiden Aufzeichnungen geht aber mit voller Deutlichkeit hervor, dass der Temperaturgradient in den Schichten zwischen 4000—7000 m ein sehr grosser, dem adiabatischen Verhalten sehr nahe liegender gewesen ist. Hieraus könnte man folgern, dass der cyclonale Zustand in der Höhe noch vorherrschend war, obwohl die Morgen-Wetterkarte ein in schneller Ausbreitung begriffenes Hochdruckgebiet aufweist. Hierfür spricht auch die bis zu der grossen Höhe von 9500 m reichende Luftströmung aus NNW, die den Ballon nach Mittenwalde, 37 km nach S 21° E gelegen, trug, wo er, aus N treibend, noch in der Luft ergriffen wurde. In einem Hochdruckgebiete pflegt der Wind in derartigen Höhen schon einzuströmen. Vielleicht machte sich auch die vom Adriatischen Meere heraufkommende, am nächsten Tage sich vertiefende Depression in der Höhe bemerkbar. Dagegen erscheint es auffallend, dass trotz dieser mit zunehmender Höhe nur wenig abgelenkten Luftströmung zwei nicht zu verkennende Störungsschichten vorhanden waren, die gewöhnlich einer Diskontinuität ihre Entstehung verdanken. Die unterste isotherme Schicht dürfte der sichtbaren tiefen Wolkendecke entsprochen haben, die obere vielleicht einer höher liegenden zweiten; die Isothermie könnte vielleicht in der Weise erklärt werden, dass die schnell von West her vordringende Anticyklone zunächst in den tieferen Schichten auftrat, während sie in der Höhe nur einzelne keilförmig niedersinkende, dem noch fernen Kerne entstammende Strömungen in die Rückseite des Cyklonenkörpers eintrieb.

Da sich der ganze Aufstieg von 5.36—7.45^a, also vor Sonnenaufgang abspielte, ist ein Strahlungseinfluss ausgeschlossen. Die recht erheblichen Unterschiede zwischen den Temperatur-Angaben des Aufstiegs und Abstiegs sind von einer bemerkenswerthen Gleichförmigkeit, wie schon der fast streng parallele Verlauf der entsprechenden Kurven erkennen lässt. Betrachtet man das bei dem Abstieg mit Reif bedeckte Thermometergefäss als eine Art »feuchten« Thermometers und die Differenz zwischen seinen Angaben und denen des kurz vorher als »trockenes« aufgestiegenen als ein Analogon zu einer »psychrometrischen Differenz«, so könnte man vielleicht hieraus einen Schluss auf die Wasserdampfverhältnisse der durchfallenen Schichten zu ziehen versuchen.

Wenige Proben zeigen aber schon, dass bei dieser Differenz noch andere Gründe mitwirken, und als einen solchen werden wir zunächst die »Trägheit« des Thermometers selbst anzusehen haben. Die Differenz zwischen den registrierten Aufstiegs- und Abstiegstemperaturen am Erdboden (—1.5° und —5.5°) würde, als thatsächliche »psychrometrische Differenz« betrachtet, eine relative Feuchtigkeit von 23% ergeben, während sie zur Zeit der Landung (7^{1/2}^a) mit 73% gemessen wurde. Die Isothermenkarte für 8^a giebt auch keinen Grund zu der Annahme, dass Temperatur und Feuchtigkeit am Landungsort (Mittenwalde) wesentlich von der bei Berlin beobachteten verschieden gewesen sei. In 600 m Höhe, entsprechend der unteren Störungsschicht, würde die relative Feuchtigkeit nur 8%, bei 1000 m aber, zwischen den beiden Störungsschichten, 36%, in der Höhe der oberen aber 0% betragen haben. Wenn auch aus diesen Proben deutlich genug hervorgeht, dass diese Werthe keine reellen sind, so lässt sich doch wohl aus der grossen Schwankung in und zwischen den Störungsschichten vermuthen, dass thatsächliche Unterschiede im Wasserdampfgehalte

vorhanden gewesen sind, die auf die Herkunft der trockeneren Störungsschichten aus dem Kerne der Anticyklone hinweisen.

Würde es einmal gelingen, für jedes Instrument den »Trägheits-Koeffizienten« sicher zu bestimmen, wie es Hergesell versucht hat, so könnte man offenbar aus der Differenz der Aufzeichnungen zwischen Auf- und Abstieg weitere Schlüsse ziehen, zumal wenn beide zeitlich und örtlich nahe zusammenfallen. Uebrigens könnte man leicht an den Ballon-sonde-Apparaten ein einfaches Haarhygrometer anbringen und registriren lassen.

Assmann.

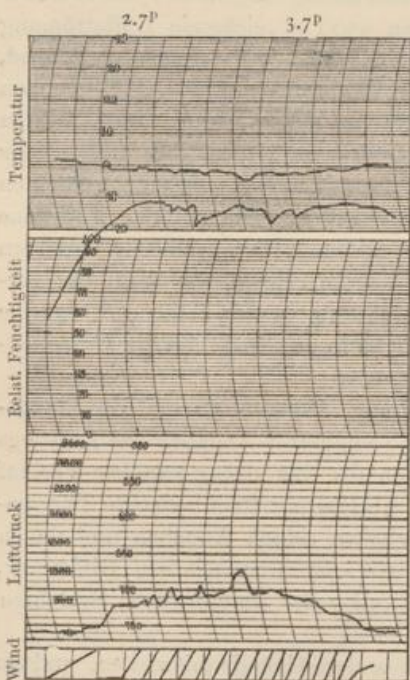
No. 51.

9. Februar 1901.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (7.7 m²). 1500 m Kabel.
Bewölkung 10², ≡; Wind WSW 5-6.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰
1 46 ^p	761.8	40	Apparat auf			1.0	93	3 2 ^p	703	684	-2.0		16.5	—	—
2 1	724	448	-1.1	Feuchtigkeiten nahe d. Sättigung, in grösster Höhe etwas trockener	12.0	1.2	93	25	735	329	-1.0	Feuchtigkeiten nahe d. Sättigung, in grösster Höhe etwas trockener	19.0	1.7	90
17	711	593	-1.5		12.0	—	—	15.0	—	—					
32	712	582	-1.6		12.0	1.4	90	20.0	—	—					
45	701	706	-2.0		13.5	—	—	7.0	1.8	88					
51	674	1018	-4.2		15.0	1.5	90	Apparat unten							



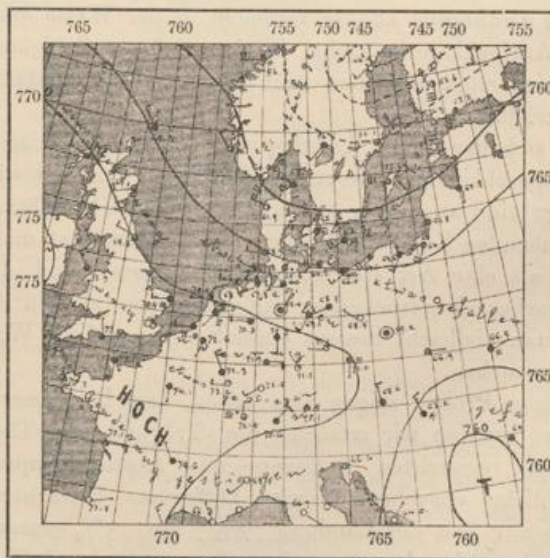
9. Februar 1901.

Die Drachen verschwanden bereits bei 300—400 m Höhe in den Wolken. Die Temperatur - Abnahme nach oben zeigt folgenden Gang (Mittelwerthe aus Auf- und Abstieg):

Erde—390 m	390—695 m	695—1018 m	
0.70°	0.31°	0.68°	p. 100 m.

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 1020 m: 0.58° p. 100 m.

Wetterlage: Uebergangsgebiet zwischen einem tiefen Minimum im Nordosten und einer Anticyklone im Westen der britischen Inseln; doch befindet sich Norddeutschland nach Krümmung der Isobaren und dem ganzen Charakter der Witterung noch entschieden im cyclonischen Regime, an der Rückseite der Depression. Dieselbe rückt im Laufe des Tages näher, da das Minimum sich in südlicher Richtung von Lappland nach den russischen Ostseeprovinzen verlegt. Am Aufstiegsorte zur Zeit des Aufstieges (2^p): WSW 3—5, in Böen bis 6, bedeckt, ≡⁰⁻¹, Temp. 1 bis 2°.



9. Februar 1901. 8°. Isobaren.

Es ist hiernach ziemlich sicher, dass die rapide Abschwächung des vertikalen Gradienten den Eintritt in die Wolkenmassen bezeichnet. In Analogie mit einer Reihe von Feststellungen bei unseren bemanneten Fahrten war das thermische Gefälle in dem untersten Theile der Wolken, wo diese noch nicht als kompakte Masse auftreten, ein schwaches und erreichte erst in der völlig geschlossenen Schicht ziemlich den adiabatischen Werth. Aus den Wolken sind die Drachen jedenfalls nicht getreten; es hätte sich dieses in einer plötzlichen Abnahme der Feuchtigkeit, welche im Gegentheil anhaltend Sättigung aufweist¹⁾, verrathen müssen, aber auch in einer Störung der Temperatur-Kurve. Diese zeigt jedoch im höchsten Theile des Aufstieges ununterbrochenes Gefälle von derselben Art wie in der ganzen Schicht über 700 m. Der Wind, dessen Geschwindigkeit auf der Erde 5—6 m p. s. betrug, nahm rasch auf 12—15, in der grössten Höhe auf 15—19 m zu; beim Abstiege frischte er weiter auf, sodass hier noch bei 300 m Höhe 15—20 m gemessen wurden.

Da die Wolkenschicht nicht durchbrochen wurde, so lässt sich über das etwaige Auftreten von Störungsschichten darüber, in Verbindung mit der anrückenden Anticyklone, nichts sagen. Doch erhielt sich der Uebergangscharakter der Witterung jedenfalls noch mehrere Tage hindurch (vgl. No. 52).

No. 52.

11. Februar 1901.

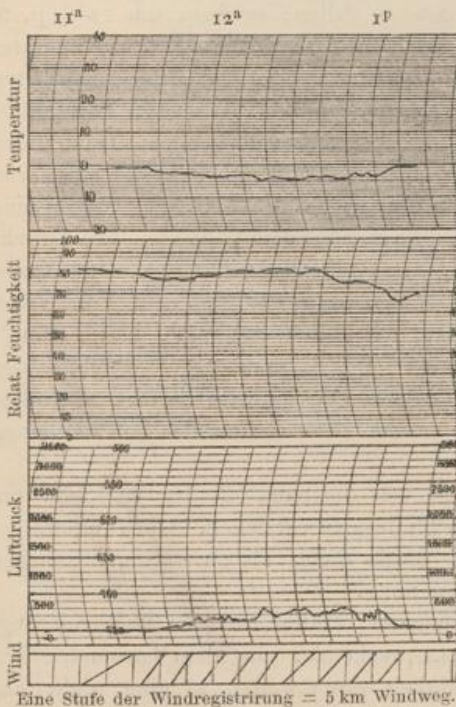
Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (7.7 m²). 700 m Kabel.

Bewölkung 3-4, aufklarend bis 0, Wind WNW 3.

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		
			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.	
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	
11 31 ^a	759	40	Apparat auf			5.0	-1.4	66	12 38 ^p	737	272	-4.3	69	6.0	—	—
48	749	145	-2.7	67	7.4	—	—	1 1	732	326	-4.1	60	8.3	—	—	
12 18 ^p	728	370	-5.4	68	9.0	-2.0	61	10	759	40	Apparat unten		6.5	-1.0	53	

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 370 m: 1.1 bis 1.3° p. 100 m.



11. Februar 1901.



11. Februar 1901. 8^a. Isobaren.

Bei der sehr geringen, an diesem Tage erreichten Höhe (nur 370 m über N.N., also 330 über dem Gelände), soll von einer Besprechung der Einzelheiten Abstand genommen werden. Es sei nur erwähnt, dass der Aufstieg auch noch in dem Uebergangsbiete zwischen der östlichen Depression und der Anti-

¹⁾ Wie mehrfach sonst, zeichnete auch hier der Hygrograph Werthe von weit über 100^o,₀ auf; jedenfalls hatte die rel. Feuchtigkeit den Sättigungspunkt erreicht.

cyklone im Westen stattfand, welches bei No. 51 zur Besprechung gelangte, doch bereits mehr innerhalb der Herrschaft des hohen Druckes. Die Anticyklone brachte sehr kaltes Wetter aus dem Norden und dies mag die obige, für heitere Witterung im Winter enorme vertikale Temperatur-Abnahme erklären, indem unten noch wärmerer W bis WNW-Wind herrschte, jedoch schon in geringen Höhen unter Aspiration durch die östliche Depression offenbar der kalte Nordstrom die Oberhand hatte. Demgemäss zeigten auch die Drachen eine sehr erhebliche Rechtsdrehung. Charakteristisch für das Nahen des Maximums ist gleichfalls das im Laufe des Aufstieges eingetretene starke Abflauen des Windes in den Höhen von 300 m und darüber, welches zu einem Abbrechen des Experimentes zwang.

No. 53.

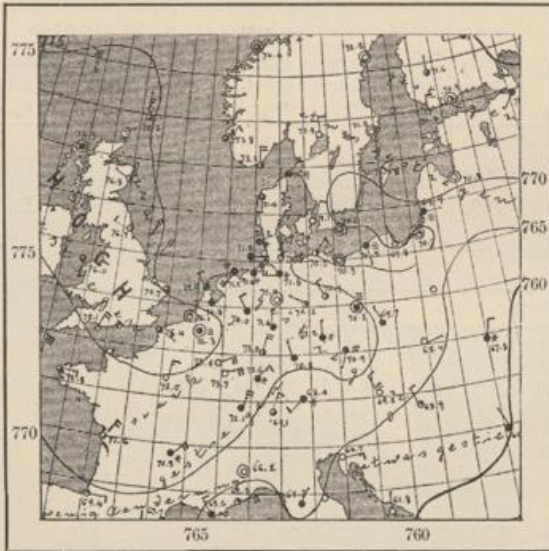
14. Februar 1901.

Aufstieg eines Registrierballons.

(Erster Versuch mit einem Gummiballon).

Wie im ersten Theile dieser Publikation auf S. 29 auseinandergesetzt, war eine Reihe von Versuchen zur Ausführung gebracht worden, die den Zweck verfolgten, das aus einem elastischen Gummiballon unter dem Drucke seiner Wandung ausströmende Gas zur Ventilation eines Thermographen-Gefässes zu verwenden. Hierbei hatte sich ergeben, dass in Folge der starken Reibung an der Austritts-Oeffnung die erforderliche Geschwindigkeit des Gasstromes nicht erreicht wurde. Um ein praktisches Experiment unter den natürlichen Bedingungen der Volum-Vergrößerung eines aufsteigenden Ballons vorzunehmen, wurde ein Gummi-

ballon von 1200 mm Durchmesser und 724 g Gewicht durch Einfüllen von etwa 3 m³ Wasserstoffgas auf einen Durchmesser von 1800 mm ausgedehnt und mit einem Netz von 180 g, einem Fallschirm von 335 g und dem Barothermographen Assmann No. II von 780 g Gewicht, im ganzen also 2.019 kg mittags 11^h 59^m a. m. in der Weise aufgelassen, dass der Füllansatz von 12 mm Durchmesser gänzlich offen blieb. Der Ballon stieg ziemlich schnell, begann aber nach 11 Minuten rasch, und nach Entfaltung des Fallschirmes langsamer zu fallen; er kam um 12^{1/2} p. m. in Alt Moabit 84 ohne Beschädigung des Apparates zur Erde. Die Registrierung ergab einen niedrigsten Luftdruck von 690 mm, während unten ein Barometerstand von 767 mm herrschte; bei einer Temperatur von -5.6° in 40 m Höhe und einer registrierten von -11.0° , also einer mittleren von -8.3° , dies ergibt eine Höhe von gegen 860 m über dem Gelände. Ein Druckunterschied von 77 mm entspricht fast genau $\frac{1}{10}$ Atmosphärendruck; hiernach hatte das Gas sein Volum von



14. Februar 1901. 8a. Isobaren.

3 cbm auf 3.3 cbm vergrößert. Um 2.020 kg zu tragen, sind, wenn man, wie üblich, annimmt, dass 1 cbm H 1.1 kg trägt, 1.83 cbm erforderlich; hiernach mussten, als der Ballon zu fallen begann, 3.3—1.83 cbm, also 1.47 cbm, ausgeströmt sein. Der Querschnitt des Füllschlauches von 12 mm Durchmesser beträgt 113 qmm, den das Gas in 11 Minuten = 660 Sekunden durchflossen hat; es müsste hiernach mit der beträchtlichen mittleren Geschwindigkeit von 20 m p. s. ausgeströmt sein.

Die mittlere Aufstiegs-Geschwindigkeit betrug 1.3 m p. s., sie war demnach offenbar zu klein, um das Thermometer trotz seiner Nickelpapier-Umhüllung dem Insulations-Einfluss zu entziehen. Die Temperatur-Abnahme von 0.63° p. 100 m, die sich aus der Registrierung ergab, dürfte daher als zu gering anzusehen sein, weshalb auf eine weitere Diskussion derselben verzichtet werden muss.

Der Vollständigkeit halber sei nur an der Hand der beistehenden Wetterkarte die Fahrtrichtung, die nach SSE führte, als eine der Druckvertheilung am Erdboden entsprechende, aus dem barometrischen Maximum hinausführende, erwähnt, während die mittlere Geschwindigkeit von 6.5 m p. s. eine nicht unbeträchtliche Zunahme gegenüber den unteren, fast unbewegten Schichten aufweist.

Assmann.

No. 54.

26. Februar 1901.

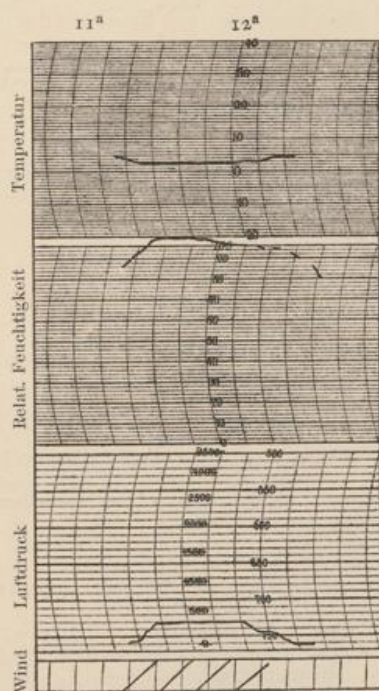
Aufstieg des Drachenballons „C“.

Drachenballon von 68 m³. 500 m Kabel.

Bewölkung 10², S 1.

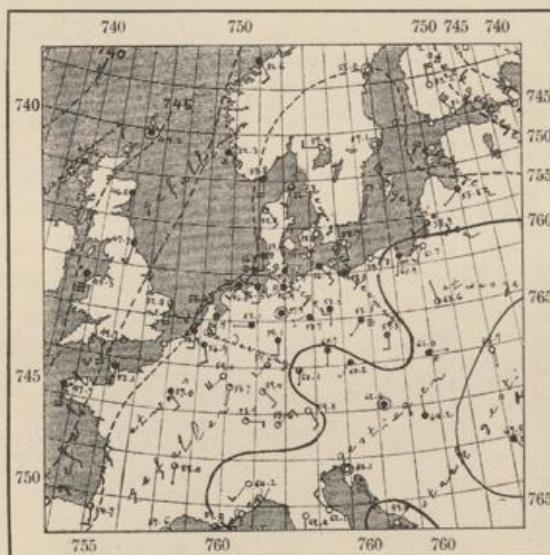
Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten			Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Zeit				Luft- druck	See- höhe	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰	h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰	
11 14 ^a	756	40	Apparat auf			—	3.0	89	12 0 ^a	726	367	1.1	100	5.8	3.1	89
24	738	236	1.6	100	6.0	—	—	7 ^b	740 ^{1/2}	209	1.7	?	—	3.1	91	
40	727 ^{1/2}	351	1.0	100	5.8	—	—	25	—	40	Apparat unten			—	3.2	90

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 370 m: 0.61⁰ p. m.



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

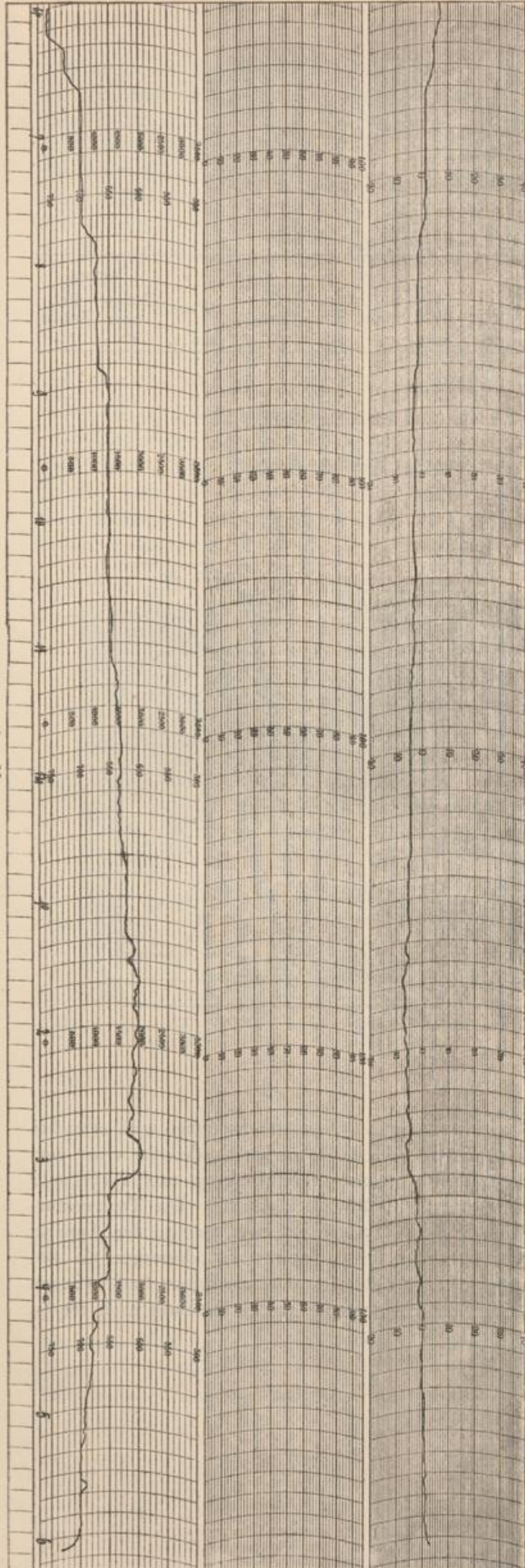
26. Februar 1901.



26. Februar 1901. 8^a. Isobaren.

Auch dieser Aufstieg, der eigentlich nur zur Prüfung eines neuen Ballons unternommen war, erreichte zu geringe Höhen, um Material zu einer Besprechung zu liefern. Er fand an der Vorderseite einer vom Westen anrückenden Depression statt; der Ballon verschwand unter grosser Abschwenkung nach rechts sehr bald in den tiefliegenden Wolken im Osten, während unten reiner Südwind herrschte. Die Temperatur-Abnahme ist bis 220 m rasch: 0.82⁰ p. 100 m (Mittel aus Auf- und Abstieg); hier tauchte der Apparat offenbar in die Wolken und der vertikale Gradient sinkt nun auf 0.37⁰ p. 100 m; vgl. deswegen die Besprechung bei No. 51. Die für Wind und Feuchtigkeit angegebenen Zahlen fordern zu keinen Bemerkungen heraus; auffällig ist immerhin die bereits in so niedrigen Schichten eintretende rasche Drehung nach rechts.

Wind Luftdruck Relat. Feuchtigkeit Temperatur



6. 7. März 1901.

6. März 6^p

7

8

9

10

11

12^p

1ⁿ

2

3

4

5

7. März 6^a

No. 55-58.

6./7. März 1901.

14. Internationale Fahrt.

No. 55. 6./7. März 1901. Drachen-Aufstieg.

3 Drachen (13 m²). 4200 m Kabel.

Wind S 3-4. Bewölkung 10: hohe, geschlossene Wolkendecke.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
6. März							
6 0 ^p	750.4	40	5.3	—	5-8	5.3	72
10	—	—	Apparat auf	—	—	—	—
25	720	370	4.6	—	10-12	5.3	70
50	693	684	1.3	—	—	5.1	71
7 20	693	679	1.3	—	—	4.9	74
35	Bewölkung bricht auf: Sterne sichtbar; Wind S 5 1/2 m p. s.						
39	692	687	1.2	—	—	5.0	69
8 0	665	1001	-1.3	—	15.0, aus SSW	5.1	67
40	665	998	-1.3	—	—	4.7	70
9 10	647	1213	-3.0	—	—	5.2	60
30	Bew. 6 ⁰⁻¹ , ci-str, str-cu						
42	646	1222	-3.1	—	—	4.4	67
50	Wieder mehr bewölkt, 9 ⁰⁻¹ ; Andeutung von Wogenwolken						
10 5	Bew. 9 ⁰ , ci-str,						
8	643	1252	-3.1	—	—	3.6	73
35	Bew. 9 ⁰ , ci-str, ci-cu						
40	643	1246	-3.1	—	—	3.6	73
58	Bew. 7 ⁰ , ci-str						
11 0	643	1242	-3.0	—	—	3.4	73
20	631	1388	-4.0	—	—	3.1	74
50	624	1467	-4.8	—	an-	2.8	75
7. März							
Bew. 9, a-str, fr-en, Decke dünner; Farben um Mond							
12 38 ^a	625	1446	-4.6	—	wachsend	3.3	71
48	615	1572	-5.2	—	—	3.3	71
1 15	617	1544	-5.0	—	auf	3.4	70
38	594	1837	-7.6	—	—	3.4	70
56	596	1808	-7.3	—	18-20 m	3.4	70
2 15	Bew. 10 ¹⁻² , str-cu						
36	613	1589	-5.2	—	p. s.:	—	—
47	Bew. 10 ¹⁻² , 9 ⁰						
51	Jetzt kräftiger Regen						
3 0	592	1865	-6.0	—	Einzel-	3.9	69
7	596	1811	-5.5	—	nen	4.0	69
13	635	1290	-2.7	—	—	4.0	69
18	Wind unten stark abflauend						
22	648	1148	-2.0	—	wegen	—	—
38	660	998	-0.9	—	über-	3.2	79
35	Bew. 10 ¹ , str-cu						
52	646	1168	-2.1	—	einander-	—	—
Wind auf der Erde ganz schwach laufender							
4 9	655	1056	-1.5	—	—	3.5	75
34	Bew. 10 ¹ , str-cu; wieder mehr						
40	Wind						
40	675	816	-0.1	—	registri-	—	—
5 0	687	675	0.8	—	rung	3.4	81
30	696	568	1.1	—	nicht	3.7	83
30	● aufgehört, fast still						
30	696	568	1.1	—	aus-	3.4	78
30	● tropfen						
50	695	579	1.0	—	wertli-	3.4	79
6 0	700	522	1.8	—	bar!	3.5	—
Aufstieg abgebrochen							

No. 56.

7. März 1901.

Registrierballon I.

Gummirter Seidenballon »Continental« (56 m³), 45 m³ alter H, mit Barothermograph T. de Bort No. 54, aufgestiegen 5 26^a, schlechter Auftrieb.

Zeit		Minuten	Seehöhe	Luftdruck	Temperatur	Minuten	Seehöhe	Luftdruck	Temperatur
h	m		m	mm	C°		m	mm	C°
5	26 ^a	0	745	40	3.4	30	550	2460	-8.0
		5	648	1167	0.0	35	600	1775	-5.0
		10	580	2045	-5.5	40	650	1138	-2.0
		15	520	2898	-9.8	45	720	315	1.5
		20	498	3230	-12.5	47	—	—	3.0
		25	520	2895	-11.0				

Gefunden am 14. April (5 Wochen später) bei Schöpfung (37 km N 37° E) auf den Bäumen. Mittl. Geschwind.: 13.1 m p. s.

No. 57.

7. März 1901.

Registrierballon II.

Gummiballon mit Apparat II, unten offen, Gas strömt zu stark aus.

6^h 15^m auf, nach N; unversehrt bei Buch (17.5 km N 59° E) gefunden, nichts registriert.

No. 58.

7. März 1901.

Registrierballon III.

Gummiballon von 1260 mm Durchmesser, gefüllt mit 2.8 m³ Wasserstoffgas, Durchmesser des Ballons 1.75 m; Ausströmungs-Oeffnung 5 mm. Barothermograph Assmann I mit Lackmuspapier und Russ-Ueberzug, Schwefelsäure-Registrierung (mit Platinfeder).

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	Temperatur		Luftdruck	Seehöhe	Temperatur	
			Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg
h m	mm	m	C°	C°	mm	m	C°	C°
6 41 ^{1/2} ^a	743	40	3.6	—	610	1622	-4.7	-8.0
	740	73	3.5	1.7	600	1752	-5.6	-8.7
	730	183	3.5	1.0	590	1884	-6.2	-9.3
	720	295	2.9	0.0	580	2017	-7.0	-10.3
	710	409	2.5	-0.8	570	2153	-7.8	-11.1
	700	523	2.0	-1.3	560	2291	-8.6	-11.7
	690	640	1.4	-1.7	550	2431	-9.4	-12.4
	680	758	0.7	-2.4	540	2573	-10.2	-13.4
	670	877	0.0	-3.5	530	2717	-11.0	-14.4
	660	997	-1.0	-4.3	520	2864	-12.0	-15.0
	650	1118	-1.7	-4.7	510	3013	-13.0	-15.4
	640	1242	-2.4	-5.5	500	3164	-14.0	-15.3
	630	1367	-3.3	-6.3	494	3256	-14.8	—
	620	1494	-4.2	-7.1				

Gefunden gegen 2 p in einer niedrigen Schonung bei Trampe (Eberswalde), 45 km N 55° E von Tegel.

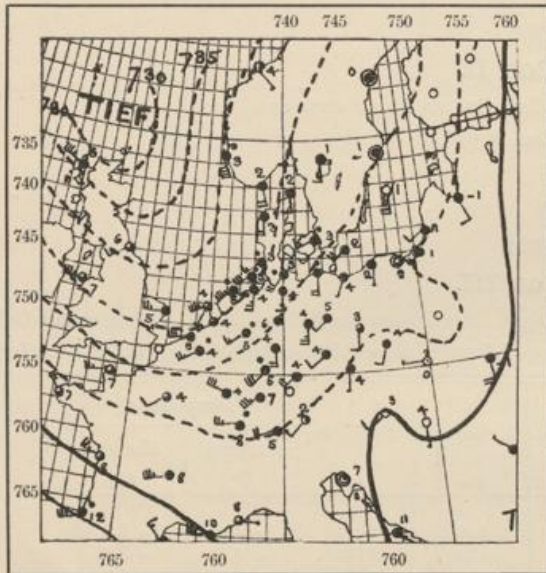
An der 14. internationalen Fahrt konnte sich das Observatorium, ebenso wie im Februar, nicht mit einem bemannten Aufstiege beteiligen. Dagegen wurde ein längerer Drachen-Aufstieg bereits am Vorabend unternommen, der leider nach 12stündiger Dauer und Erreichung von fast 2000 m Höhe am Morgen des 7. durch Defektwerden eines Drachens in der Luft und dadurch bewirktes Herunterschlagen des anderen unterbrochen wurde. Ausserdem stiegen an demselben Morgen drei Ballons-sondes; zwei aus Gummi und der alte Seidenballon »Continental«, die ersteren mit Barothermographen Assmann, der letztere mit einem Teisserenc de Bort'schen. Sie erreichten nur geringe Höhen, wenig über 3000 m: wie es scheint in Folge von Belastung durch Schneemassen, d. h. zwei derselben, da einer der Gummiballons keine Registrierung mitbrachte. Da er jedoch trotz des starken Windes nur 17^{1/2} km weit flog, so muss auch er bereits nach sehr kurzer Zeit, ohne grössere Höhen erreicht haben zu können, gefallen sein.

Mittlere Temperatur-Abnahme:

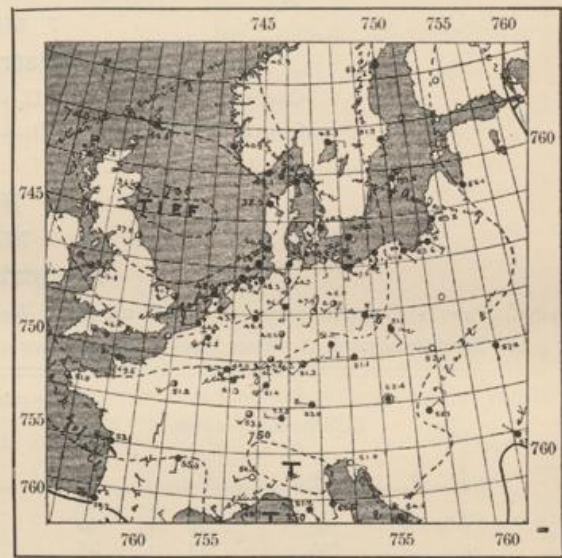
1. Erde —1850 m (Drachen-Aufstieg): a) 0.67° p. 100 m (abends)
b) 0.57° » 100 » (nachts, bezw. am frühen Morgen)
2. » —3260 » (Ballon-sonde mit Apparat »Assmann«): 0.57° » 100 » (früh)
3. » —3230 » (Ballon-sonde mit Apparat »Teisserenc de Bort«): 0.50° » 100 » (früh).

Wetterlage: Vorderseite einer tiefen, seit Tagen sich kaum verlagernden Depression, Minimum am 6. abends unter 730 mm nördlich von Schottland. Zur Zeit des Drachen-Aufstieges näherte sich das Centrum derselben, südlich fortschreitend, Berlin beträchtlich; der am Morgen des 6. aus W bis WNW blasende Wind drehte dabei nach S zurück und in der Nacht zum 7. setzte der in Westdeutschland schon am Vortage und -Abend fallende Regen auch bei uns ein. Gegen Morgen brach die Wolkendecke wieder auf; die Depression zog vom 7. zum 8., nunmehr eine rein südliche Bahn einschlagend, rasch über Frankreich hin ab, gefolgt von einem grossen, westlich von Irland auftauchenden barometrischen Maximum. Bei rasch steigendem Barometer nahm die Witterung in Norddeutschland Rückseitencharakter an mit Abkühlung, Abflauen des Windes und theilweisem Aufklaren.

Vergleicht man zunächst die Aufzeichnungen untereinander, welche die Drachen und zwei der Ballons-sondes herunterbrachten, so findet man, dass der eine der letzteren (mit dem Apparat »Assmann«) vorzügliche Uebereinstimmung mit den Drachenaufzeichnungen aufweist, der Ballon-sonde mit dem Teisserenc



6. März 1901. 8^p.



7. März 1901. 8^a. Isobaren.

de Bort'schen Instrument hingegen nicht unerheblich höhere Temperaturen registriert hat. Man wird schon an und für sich eher die niedrigeren Temperaturen als die reellen betrachten müssen, aus Gründen, die wohlbekannt und öfter erörtert worden sind, umso mehr aber in Anbetracht der Thatsache, dass dieselben durch zwei von einander unabhängige, mit gänzlich verschiedenartigen Instrumenten ausgeführte Aufstiege nachgewiesen wurden. Wie weit die Uebereinstimmung geht, zeigen nachstehende Zahlen, wobei der Kurve des Drachen-Apparates die im Abstiege aufgezeichneten Werthe entnommen sind, da dieser zeitlich mit dem Registrirballon-Aufstiege nahezu zusammenfiel.

Höhe	522	816	1118	1290	1865 m (Maximalhöhe des Drachenapparates)
Drachen	1.80	—0.10	—1.80	—2.70	—6.00
Ballon-sonde, Aufstieg ¹⁾	2.0	0.3	—1.7	—2.7	—6.1
d	0.2	0.4	0.1	0.0	—0.1

Wenn man die Genauigkeitsgrenze solcher Registrirungen, der betreffenden Höhenausrechnungen u. s. w., sowie die immerhin vorhandene Zeitdifferenz beachtet, so muss man die beiden Reihen als geradezu

¹⁾ Die Abstiegstemperaturen des »Ballon-sonde« liegen bis zu 3½° niedriger und sind jedenfalls zu tief, wie fast bei sämtlichen Aufzeichnungen dieser Ballons. Es ist dies bekanntlich sowohl eine Folge des »Apparat-Nachhinkens«, als auch, und zwar in erster Linie, von Kondensationserscheinungen.

identische bezeichnen. Der andere Registrierballon zeigt hingegen Differenzen um 1^o bis mehr als 2^o, die nach oben zunehmen; der Grund ist wohl in einem Nachbleiben bzw. auf rein instrumentellem Gebiete zu suchen — Strahlung kommt nicht in Frage, da der Aufstieg von 5^h 26 bis 6^h 13 a. m., also vor Sonnenaufgang stattfand, ganz abgesehen davon, dass der Ballon-sonde kaum aus den schweren Wolkenmassen hinausgekommen sein kann.

Wir können demnach die sich gegenseitig so ausgezeichnet stützenden Angaben der Aufstiege No. 55 und 58 als reell unserer Besprechung zu Grunde legen. Auf den ersten Blick fällt dann schon auf, dass die mittlere Temperatur-Abnahme am Morgen des 7., wo uns die Verhältnisse durch den Registrierballon-Aufstieg bis über 3000 m Höhe bekannt sind, eine sehr gleichmässige gewesen sein muss: denn für die ganze Luftsäule bis 3260 m finden wir den identischen Werth, wie für den unteren Theil bis 1860 m (vgl. oben »Mittlere Temperatur-Abnahme«) von 0.57^o p. 100 m. Wenn man diese untere, aus dem Drachen-Aufstieg bekannte Schicht in drei weitere Theile zerlegt, so ergibt sich eine anhaltende mässige Steigerung des Gefälles nach oben, von 0.42 auf 0.56 und 0.63^o. Dieser letzte Werth von über 0.60 p. 100 m erhält sich im Durchschnitt bis zur Maximalhöhe des Registrierballons und entspricht ziemlich dem adiabatischen Gange des Schneestadiums bei den gegebenen Bedingungen. Derartiges Fehlen einer jeden Störung im Gange kennzeichnet, in Verbindung mit der starken Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben — von 5 bis auf etwa 20 m p. s. — bei fast konstanter Richtung¹⁾, ein reines Depressionsregime, wie denn der folgende 7. März den Zeitpunkt des Vorüberganges und der grössten Nähe des Minimums bezeichnet.

Etwas anders ist das Bild, wenn man die Aufzeichnungen vom Abend des 6. und aus der ersten Hälfte der Nacht betrachtet. Bei 1000 m Höhe findet sich um 8 abends dieselbe Temperatur wie um 4—5 Uhr früh, aber in dem untersten Höhenkilometer ist es abends um 1¹/₂ bis 2^o wärmer als am Morgen. In Anbetracht der Witterungslage steht man zunächst an, auch nur die Abkühlung in der Nähe des Erdbodens auf Ausstrahlung zurückzuführen; doch dürfte dieser Einfluss dennoch den Unterschied zum Theile erklären und als das gewöhnliche periodische Phänomen erscheinen lassen, denn gegen 9 Uhr abends finden wir nur noch Bewölkung 6 vermerkt, und ganz bedeckter Himmel wurde erst wieder von 2 Uhr morgens an beobachtet. Da es aber auch in der Höhe von 500 m am Morgen kälter war als abends, so dürfte es sich noch um andere, in dem Witterungsgange selber begründete Einflüsse handeln. Die Werthe für den vertikalen Temperatur-Gradienten am Abend sind: Erde—500 m 0.47^o, 500—1000 m 0.91^o, gegen 0.42^o bzw. 0.56^o am Morgen; es entspricht also das Gefälle von mehr als 0.9^o zwischen 500 und 1000 m nahezu dem adiabatischen Gange im Trockenstadium. Der Zeitpunkt, in dem die Drachen aufsteigend die Schicht von 500—1000 m durcheilten, war eben derjenige des theilweisen Aufklarens (vgl. Tabelle), während die abweichenden Werthe des Abstieges in den Frühstunden bei Regen und geschlossener Bewölkung gefunden wurden. Hiermit ist die Differenz auf die wahre Ursache zurückgeführt, und nur sekundär dürfte das partielle Aufklaren am Abende, durch zeitweise Beförderung der Ausstrahlung, auf die Aenderung des durchschnittlichen vertikalen Temperatur-Gradienten vom Abend zum Morgen zurückgewirkt haben.

No. 59.

12. März 1901.

Aufstieg eines Registrierballons.

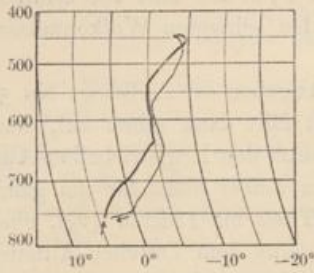
Erster Versuch mit einem Gummiballon von 1200 mm Durchmesser, Füllöffnung 4 mm. Apparat Assmann I. Himmel bewölkt, W 1—4.

Zeit	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe
		Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg	
h m	mm	C°	C°	m	mm	C°	C°	m
12 50 ^p	752	4.0	3.1	40	560	-4.8	-5.7	2386
	740	3.4	-0.4	171	540	-4.8	-7.0	2673
	720	1.9	-2.2	393	520	-5.9	-8.2	2970
	700	0.2	-3.5	620	500	-7.0	-8.7	3278
	680	-1.6	-4.7	853	480	-8.0	-9.3	3598
	660	-3.1	-5.9	1091	460	-9.5	-9.2	3929
	640	-4.4	-6.2	1335	455	-9.7	-8.9	4013
	620	-5.0	-6.0	1585	450	-9.6	-8.4	4100
	600	-5.0	-5.3	1843	446	-9.5	-8.2	4170
	580	-5.0	-5.1	2109				

Landung im Stadtwalde bei Spandau, E vom Auffahrtsorte.

¹⁾ Die sehr schlechte und deswegen nicht wiedergegebene Feuchtigkeitsaufzeichnung scheint, wie zu erwarten, fast anhaltender Sättigung zu entsprechen.

Der Versuch vom 14. Februar (No. 53) mit einem Gummiballon von 1200 mm Durchmesser, dessen Füllschlauch von 12 mm Durchmesser offen gelassen war, hatte gezeigt, dass das Ausströmen des Gases erheblich schneller erfolgte als dessen Volumzunahme beim Aufsteigen, in Folge dessen der Ballon nur eine Höhe von 860 m erreichte. Weitere Versuche in dieser Richtung hatten den Zweck, praktische Resultate zu gewinnen für die Beurtheilung der damals diskutirten Möglichkeit, das ausströmende Gas zur Ventilation eines Thermometers zu benutzen.



12. März 1901. Apparat 1.

Bei dem Aufstiege am 12. März wurde ein Gummiballon gleicher Grösse, der bis zu einem Durchmesser von 1750 mm mit Wasserstoff gefüllt war (2.8 m³), am Füllansatz bis zu einer Oeffnung von 4 mm Durchmesser (12.6 qmm Querschnitt) verschlossen und mit dem Barothermographen Assmann No. 1, einem Netz und Fallschirm, d. h. einem Gesamtgewicht von 1900 g aufgelassen. Bei bewölktem Himmel und schwachem Westwinde stieg er schnell, ohne sich viel nach Ost zu entfernen; nach 4 Minuten trat er in die Wolken ein, deren untere Grenze auf 7—800 m geschätzt wurde. Oberhalb derselben aber muss eine entgegengesetzt bewegte Luftströmung geherrscht haben, da der Ballon rein westlich vom Auffahrtsorte, im Stadtwalde bei Spandau, leider erst nach 2 Tagen, gefunden wurde; eine Bestimmung der Fahrtdauer ist so ebenso wenig möglich, wie die der Geschwindigkeit der Gasausströmung.

Aus beistehender Kurve und deren Auswerthung ergibt sich Folgendes:
Die Temperatur nahm zuerst langsam (0.5° p. 100 m), von 300 m Höhe an schneller (0.75°), von 900 m an aber wieder etwas langsamer ab (0.54°), woran sich bei 1350 m eine vollständige bis zu 2700 m reichende Isothermie schloss. Darüber beginnt zuerst langsame, bei 4000 m etwas schnellere Abnahme, die von da bis zur grössten Höhe von 4170 m in eine Zunahme um 1.5° übergeht. Die Abstiegskurve kreuzt zunächst die des Aufstieges bei 3800 m, läuft, um einige Grad tiefer, ihr dann im wesentlichen parallel, nähert sich derselben in der isothermen Schicht bis auf 0.1° und entfernt sich wieder, bis zum Erdboden herab parallel laufend, um 3° von ihr. Fasst man Schichten von je 500 m Mächtigkeit zusammen, so ergeben sich folgende Temperaturwerthe:

Aus beistehender Kurve und deren Auswerthung ergibt sich Folgendes:

Die Temperatur nahm zuerst langsam (0.5° p. 100 m), von 300 m Höhe an schneller (0.75°), von 900 m an aber wieder etwas langsamer ab (0.54°), woran sich bei 1350 m eine vollständige bis zu 2700 m reichende Isothermie schloss. Darüber beginnt zuerst langsame, bei 4000 m etwas schnellere Abnahme, die von da bis zur grössten Höhe von 4170 m in eine Zunahme um 1.5° übergeht. Die Abstiegskurve kreuzt zunächst die des Aufstieges bei 3800 m, läuft, um einige Grad tiefer, ihr dann im wesentlichen parallel, nähert sich derselben in der isothermen Schicht bis auf 0.1° und entfernt sich wieder, bis zum Erdboden herab parallel laufend, um 3° von ihr. Fasst man Schichten von je 500 m Mächtigkeit zusammen, so ergeben sich folgende Temperaturwerthe:

In Höhen von	40 m	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Temperatur	4.0°	1.2	-2.5	-5.0	-5.0	-4.8	-6.0	-7.7	-9.6
Aenderung pro 100 m . . .		-0.61	-0.74	-0.50	0.0	0.0	-0.24	-0.34	-0.38

Man dürfte wohl nicht fehl gehen, wenn man die gradezu plötzliche Aenderung in der vertikalen Temperaturabnahme in ursächlichen Zusammenhang mit der Winddrehung und der oberen Wolkengrenze bringt. Da schon vormittags gegen 9¹/₂ Uhr, als die Bewölkung vorübergehend aufgebrochen war, das Vorhandensein von ausgeprägten Wogenwolken festgestellt worden war, kann man offenbar eine Diskontinuitätsschicht annehmen.



12. März 1901. 8^h. Isobaren.

Wie nebenstehende Wetterkarte erkennen lässt, lag Berlin am Morgen des 12. März am Südrande einer flachen Depression, die am Vortage von der Adria heraufgekommen war und sich im Stadium der Auflösung befand. Das Barometer war im schnellen Steigen begriffen, und ein von West her vordringendes Hochdruckgebiet nahm im Laufe des Tages die Stelle der Depression ein.

Unter diesen Umständen ist anzunehmen, dass das im Verschwinden begriffene barometrische Minimum nur noch in den untersten Schichten vorhanden, in den höheren aber von dem Regime der Anticyklone überlagert war. An der Grenze beider bildete sich eine in Wogen angeordnete Wolkendecke und die aus höheren Schichten niedergesunkene ostwestliche Luftströmung mischte sich

mit dem oberen Theile der in der Cyklone aufsteigenden Luft so vollständig, dass auf eine Mächtigkeit von 1200 m volle Isothermie herrschte. Zwar giebt das Kärtchen keinen direkten Anhalt über die Herkunft der oberen ostwestlichen Strömung, da man nicht annehmen kann, dass dieselbe schon der oberen Einstömung zur

Anticyklone angehörte; die nächste Morgenkarte aber zeigt die ganz unerwartet schnell erfolgte Ausbreitung einer Anticyklone über ganz Nord-Centraleuropa mit allgemeinen östlichen Winden an ihrer Süd- und Westseite. Es ist zu beklagen, dass in diesem Falle die Sondirung der Atmosphäre nicht in höhere Schichten vorgedrungen ist, da man hier offenbar den höchst wichtigen Vorgang des Entstehens einer Anticyklone hätte verfolgen können. Immerhin erweckt schon das vorliegende Material den Eindruck, als sei das Hochdruckgebiet in den oberen Atmosphärenschichten schon vorhanden gewesen und habe sich gewissermassen von der Höhe herab auf den Erdboden niedergelassen. Den modernen Anschauungen, welche die Geburtsstätte der Cyclonen und Anticyklonen in das Gebiet der oberen Cirkulationsströme verlegen wollen, dürfte dieser Eindruck nicht widerstreben.

Nehmen wir an, dass die vom Ballon nach 4 Minuten erreichte untere Wolkgrenze bei 850 m Höhe, entsprechend der Schätzung, gelegen habe, so würde sie zusammenfallen mit der oben erwähnten plötzlichen Verminderung der Temperaturabnahme von 0.75° auf 0.54° p. 100 m; die Aufstiegs geschwindigkeit des Ballons würde demnach 3.8 m p. s., d. h. einen sehr wahrscheinlichen Werth, betragen haben. Von hier bis zum Eintritt der Isothermie bei 1460 m Höhe dürfte dann die Wolgendecke gereicht, d. h. sie müsste eine Dicke von 600 m gehabt haben. Wenn an ihrer unteren Grenze eine Temperatur von -1.6° , an ihrer oberen von -5.0° gefunden wurde, so entspräche das einer Abnahme von 0.57° auf 100 m, während der theoretische Werth für das Schneestadium einer in der Kondensation begriffenen Wolke 0.62° auf 100 m beträgt; man sieht, dass die Uebereinstimmung eine recht gute ist.

Zu der Registrirkurve, die an Klarheit nichts zu wünschen übrig lässt, sei noch bemerkt, dass ihr oberster Theil offenbar durch Sonnenstrahlung beeinflusst ist, da der Ballon in Folge des wohl nicht allzu schnell ausströmenden Gases eine kurzdauernde Gleichgewichtslage gefunden haben dürfte, in der er keine nennenswerthen Vertikalbewegungen ausführte, die eine Ventilation des Thermometers hätten bewirken können. Bis zu 3900 m Höhe zeigt aber die Aufstiegs kurve keine Andeutung eines Strahlungseinflusses. Bei dem Beginn des Absteigens, der in Folge des weiter ausströmenden Gases ziemlich schnell erfolgt sein dürfte, verschwindet auch sofort der Strahlungseinfluss vollständig, wogegen der der Kondensation am Apparate beginnt und die Abstiegs werthe erniedrigt. In der isothermen Schicht, die beim Abstiege um 150 m tiefer angetroffen wurde, und die, von einer direkten Umkehrung im Betrage von 1° unterbrochen, die gleiche untere vertikale Grenze hatte, dürfte der Reifbeschlag des Thermometers verdunstet und der vorhandene Trägheitsfehler ausgeglichen sein. Unterhalb derselben treten bei schneller Temperaturzunahme die Bedingungen für Kondensation abermals ein, um sich in der untersten Schicht schnell zu verlieren.

Der vorstehende Aufstieg lässt erkennen, dass gelegentlich selbst kleinere Experimente, die nur bis in mässige Höhe reichen, wichtige Einblicke in die atmosphärischen Vorgänge zu vermitteln vermögen.

Assmann.

No. 60.

10. April 1901.

Aufstieg eines Registrir-Ballons.

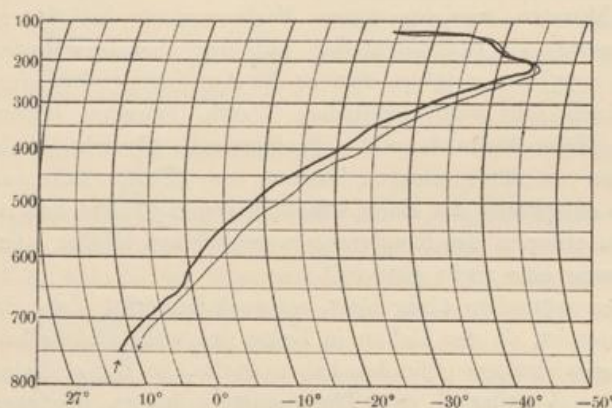
Gummiballon von 1200 mm Durchmesser, 3 m³ H, Füllöffnung verschlossen, Barothermograph Assmann No. 1. Himmel bewölkt, str-cu-Decke bei 800—1000 m, darüber a-str, über denen ci-str.

Zeit	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe
		Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg	
h m	mm	C ^o	C ^o	m	mm	C ^o	C ^o	m
11 22 ^a	750	12.0	—	40	360	-23.7	-27.0	5769
	740	11.3	—	152	340	-25.7	-29.1	6188
	720	9.4	7.6	380	320	-28.6	-31.7	6627
	700	7.6	5.5	615	300	-31.3	-34.0	7089
	680	4.8	3.0	854	280	-34.0	-37.0	7576
	660	2.7	1.0	1096	260	-37.0	-40.2	8094
	640	0.9	-1.0	1345	240	-39.3	-43.3	8648
	620	0.2	-2.5	1600	220	-44.0	-46.0	9235
	600	-1.3	-4.3	1863	210	-44.5	-45.5	9550
	580	-2.5	-5.5	2133	200	-44.0	-44.0	9878
	560	-3.9	-6.7	2411	190	-42.0	-42.0	10226
	540	-5.5	-8.1	2698	180	-40.0	-40.8	10595
	520	-7.3	-10.0	2993	170	-39.0	-40.3	10988
	500	-9.0	-12.3	3298	160	-38.0	-39.0	11405
	480	-10.5	-14.0	3615	150	-37.0	-38.0	11852
	460	-12.0	-15.7	3942	140	-36.0	-36.0	12333
	440	-15.0	-17.6	4280	130	-35.0	-35.0	12843
	420	-17.9	-21.0	4630	weiteres durch Strahlung gefälscht			—
	400	-20.4	-23.8	4993	125	-34.5	bis -24.0!	(13125)
	380	-22.3	-25.6	5373				

Gelandet um 2^h 30^m p. m. bei Berent in Pommern, 360 km N 59^o E vom Aufstiegsorte; Dauer 3 Stunden 8 Minuten; mittlere Geschwindigkeit 31.9 m p. s.

Nach den beiden Aufstiegen von Gummiballons, deren Gas durch eine Oeffnung von bestimmter Grösse ausströmte (No. 53 vom 14. Februar und No. 59 vom 12. März), lag es mir daran, ein ferneres Experiment mit einem Ballon gleicher Grösse (1200 mm Durchmesser) anzustellen, der völlig verschlossen war. Zugleich bot die Anwesenheit des Herrn de Quervain, der früher Assistent bei Herrn Teisserenc de Bort gewesen war und soeben von Moskau zurückkehrte, wo er eine Reihe von Papierballons nach der in Trappes üblichen Methode aufgelassen hatte, Gelegenheit, das neue Verfahren mit Gummiballons einem Fachmanne vorzuführen.

Der Ballon No. 3 wog 700 g, sein Fallschirmnetz 465, der Apparat Assmann No. 1 mit Korb und



10. April 1901. Apparat 1.

Nickelpapier-Umhüllung 780 g; das Gesamtgewicht betrug demnach 1945 g. Durch Einfüllen von 3 m³ Wasserstoffgas wurde sein Durchmesser auf 1800 mm vergrössert, sodass er mit einem freien Auftrieb von 1.3 kg um 11^h 22^m a. m. bei bewölktem Himmel sehr schnell aufstieg und sich dabei nur langsam nach NE entfernte. Nach 4 Minuten trat er in die unteren Wolken ein, deren Höhe auf 800—1000 m geschätzt wurde; durch einige Lücken derselben konnten höher liegende altostrati und über diesen noch höhere cirrostrati festgestellt werden, deren Zug aber nicht zu erkennen war. Der Wind war südwestlich, von etwa 3—4 m p. s. Geschwindigkeit.

Nach den auf S. 30 und den folgenden gegebenen Erörterungen musste angenommen werden, dass

der fest verschlossene Gummiballon so lange steigen würde, bis er in Folge der Volumzunahme des Gases zerplatzte. Bei einem natürlichen Durchmesser von 1200 mm, der vor dem Aufsteigen auf 1800 mm ausgedehnt war, hätte er unter der Annahme, dass eine Verdoppelung des ersteren die Grenze seiner Haltbarkeit darstellt, diese schon bei einem Drucke von 320 mm, entsprechend 6500 m erreichen und dort platzen müssen. Thatsächlich hat er aber einen Druck von 125 mm, d. h. genau $\frac{1}{6}$ des zur Zeit herrschenden Druckes von 750 mm, und 13000 m Höhe erreicht, ohne zu platzen: sein Durchmesser musste deshalb auf 3060 mm, d. h. auf das 2.55fache gestiegen und die ursprünglich eingefüllten 3 m³ Gas mussten zu 18 m³ geworden sein. Der Grund für die vorzeitige Beendigung des Aufstiegens vor dem Zerplatzen könnte kaum in etwas anderem gesucht werden, als in einem allmählichen Gasverluste, zumal eine Schneebelastung in dieser grossen Höhe kaum mehr zu erwarten ist; derselbe aber dürfte theils durch die auf das äusserste verdünnte Gummiwandung, besonders aber durch die, wie oben ausgeführt, bisher noch nicht zu beseitigenden kleinen Löcher erfolgt sein. In einem solchen Falle kann natürlich ein Gummiballon denjenigen Theil seiner Aufgabe nicht erfüllen, der darin besteht, dass er mit unvermindertem Auftrieb seiner grössten Höhe zustrebt, dort platzt und mit entsprechend grosser Geschwindigkeit wieder abwärts fällt, wodurch er eine ununterbrochene natürliche Ventilation am Thermometer erzeugt, die jeden Strahlungseinfluss fernhält. Vielmehr muss er sich dann, ähnlich einem absichtlich offen gelassenen Ballon, unter steter Abnahme seines Auftriebes langsam einer Gleichgewichtslage nähern und zunächst ebenso allmählich in das Fallen gerathen. Schliessen sich dann bei der Volumverminderung viele der kleinen, nur durch die starke Ausdehnung des Stoffes entstandenen Löcher wieder, so kann der Abstieg ein äusserst langsamer werden. Mangels einer genügenden Ventilation werden dann auch hierbei Strahlungsfehler in erheblichem Maasse auftreten. Dass nun derartige Verhältnisse bei dem Aufstiege vom 10. April in der That stattgehabt haben, geht nicht nur daraus hervor, dass der Ballon in der unerwartet grossen Entfernung von 360 km völlig unversehrt wieder gefunden worden ist, sondern vornehmlich auch aus dem Verlaufe der registrierten Kurven selbst, deren Besprechung wir uns nun zuzuwenden haben.

Schon bei dem ersten Blick bemerkt man, dass dieselbe einerseits in tadelloser Schärfe und Klarheit vom Apparat gezeichnet worden ist, andererseits in den höchsten erreichten Schichten ein ganz ungewöhnliches Bild darbietet. Unter Herbeiziehung der nebenstehenden Auswerthung finden wir folgenden Temperaturgang.

Die Temperatur nimmt bis zur Höhe von etwa 1350 m ungewöhnlich stark ab (0.88° auf 100 m Erhebung), macht aber dann plötzlich einer fast vollkommenen Isothermie Platz, die bis zu 1600 m reicht und hier in eine verhältnissmässig geringe Abnahme (0.56° auf 100 m) bis zur Höhe von 4000 m übergeht.

Nun folgt wieder eine Schicht stärkerer Abnahme (0.72°) bis 5400 m und darüber abermals eine geringere (0.54°) bis zur Höhe von 8700 m. Hier scheint aufs neue ein intensives Temperatur-Gefälle einzusetzen, das bis zu 9250 m 0.80° auf 100 m beträgt, aber es bricht kurz ab, um, wie die Kurve zeigt und die Tabelle angiebt, nach einer kurzen Isothermie in eine schnelle Temperaturzunahme überzugehen, die, bei 10000 m beginnend, trotz fortgesetzten Steigens des Ballons bis zur Höhe von 12850 m andauert, wo sie den Werth von -35.0° erreicht. Hier aber war der Auftrieb des Ballons durch allmählichen Gasverlust erschöpft, sodass er bei einem Minimaldrucke von 130—125 mm, entsprechend einer Höhe von 13100 m verblieb, wo nun die Sonnenstrahlung mangels jeder Ventilation einen solchen Einfluss auf das Thermometer gewann, dass dessen Stand bis auf -24° , d. h. um 11° erhöht wurde.

Bei dem Fehlen einer Zeitregistrirung lässt sich natürlich nicht ermitteln, wie lange der Ballon in seiner Gleichgewichtslage geblieben ist; in Anbetracht der kurzen Dauer der Fahrt jedoch und bei der Wahrscheinlichkeit eines langsamen Abstieges kann dieselbe kaum länger als eine Viertelstunde gewährt haben. Nimmt man 4 m p. s. als Aufstiegs-, und, wie wahrscheinlich, 2 m p. s. als Abstiegs geschwindigkeit an, so würde ersterer 58 Minuten, letzterer 116 Minuten, beide zusammen also 2 Stunden 54 Minuten beansprucht haben; von der ganzen Fahrtdauer, 3 Stunden 8 Minuten, können daher nur 14 Minuten auf den Aufenthalt in der Gleichgewichtslage entfallen.

Sobald der Ballon zu sinken beginnt, geht, wie die Kurve lehrt, die Registrirfeder schnell von -24° auf -35° und, da wohl hier die Reifbildung einsetzt, unter die des Aufstieges zurück. Der weitere Verlauf der Abstiegskurve schliesst sich eng der des Aufstieges an: die Temperatur sinkt zunächst weiter bei fallendem Ballon, die isotherme Schicht wird in derselben Höhe angetroffen und die nun beginnende Temperaturzunahme erfolgt durchaus analog der des Aufstieges; selbst kleinere Wellen sind in der entsprechenden Kurve, die im Mittel um 3° tiefer liegt, zu erkennen. Bildet man aus ihren Werthen die gleichen Gruppen, wie aus denen der Aufstiegskurve, so finden sich die gleichen Schichtungen wieder, nur die untere Isothermie zwischen 1600 und 1350 m Höhe ist verschwunden.

Betrachten wir noch, ehe wir uns der Diskussion der Einzelheiten zuwenden, die vertikale Temperaturvertheilung nach Kilometerschichten, so finden wir folgendes:

In Höhe von	40 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 km
herrschte eine Temperatur von	12.0°	3.0	-2.0	-7.3	-13.2	-20.4	-25.0	-31.0	-36.8	-42.5	-43.2	-39.5	-36.6	-34.5
Aenderung auf 1 km		-9.4°	-5.0	-5.3	-5.9	-7.2	-4.6	-6.0	-5.8	-5.7	-0.7	$+3.7$	$+2.9$	$+2.1$

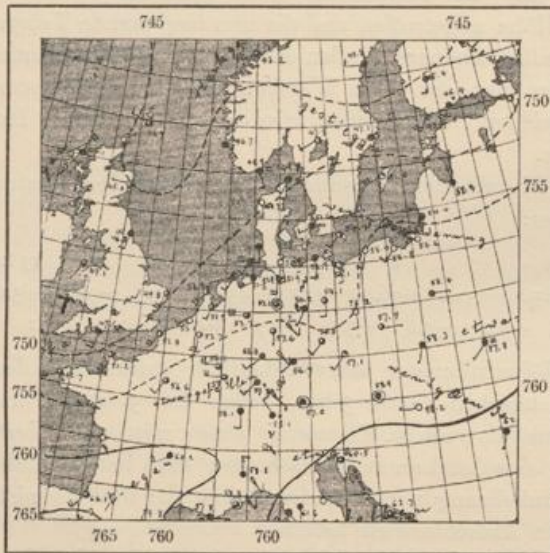
Hiernach war die Temperaturabnahme im ersten Höhenkilometer ausserordentlich stark, fast dem adiabatischen Verhalten entsprechend, erheblich schwächer zwischen 1 und 3 km, nahm im 3. etwas und im 4. stark zu, sank im 5. wieder ganz beträchtlich, um nun bis zum 9. Kilometer einen mittleren Werth beizubehalten; oberhalb desselben aber fand sich zunächst eine Isothermie, danach aber eine beträchtliche, mit zunehmender Höhe schwächer werdende Temperatur-Umkehrung vor. Leider drang der Ballon nicht weiter vor, um über die obere Grenze dieser Umkehrschicht Aufschluss zu liefern.

Im Eingange unserer Darstellung wurde erwähnt, dass bei der Auffahrt eine etwas durchbrochene Wolkendecke in 800—1000 m Höhe, darüber altostrati und in grösserer Höhe cirrostrati beobachtet wurden. Versuchen wir, diese Wahrnehmungen mit den Temperatur-Registrirungen in Beziehung zu bringen, so bemerken wir sofort, dass die starke untere Temperatur-Abnahme bis zur unteren Grenze der Wolken, vielleicht auch noch in diese hinein gereicht hat. Die bei 1350 m Höhe beginnende Umkehrung und Isothermie entspricht wohl der oberen Wolkengrenze, an welche sich zunächst eine Schicht langsamer Temperatur-Abnahme schliesst, die bis zur Höhe von 5000 m nicht unbeträchtlich wächst, dann aber plötzlich in der darüber befindlichen Schicht von 700 m Mächtigkeit erheblich abnimmt: hier könnte man vielleicht die Oberfläche der zweiten Wolkendecke, die aus altostrati bestand, annehmen. Darüber wird die Abnahme wieder eine etwas schnellere, zwischen 8600 und 9200 m Höhe aber eine sehr starke. An der Stelle, wo die Registrirkurve ganz kurz nach oben umbiegt, während der Ballon noch im kaum unterbrochenen Ansteigen begriffen ist, wird die Aehnlichkeit des Kurvenstückes zwischen 220 und 200 mm Druck, d. h. etwa zwischen 9300 und 9900 m Höhe, mit dem bei 650 bis 625 mm (1200—1500 m Höhe) gezeichneten zu augenfällig, um nicht die Vermuthung nahezu legen, dass die Registrirung thatsächliche Verhältnisse zum Ausdruck bringt, die in einer neuen thermischen Schichtung bestehen, welche mit der Oberfläche der Cirrostratus-Decke zusammenfällt.

Aber nicht nur die erste Umkehrung der Kurve, sondern auch deren anschliessendes Stück kann noch als reell betrachtet werden, wenn man bedenkt, dass der Ballon noch eine Höhe von 2800 m durchgemessen hat, nachdem er die Cirrusdecke durchbrochen hatte. Nimmt man die gewöhnliche Aufstiegs geschwindigkeit eines mit 1.3 kg Auftrieb aufgelassenen Gummiballons auf 4 m p. s. an — in der That hatte unser

Ballon eine solche, da er die untere Wolkgrenze bei 800 m in 4 Minuten erreichte — so würde er zur Durchmessung der obersten 2800 m fast 12 Minuten gebraucht haben; für diese Annahme spricht die Thatsache, dass sich der Auftrieb eines elastischen Ballons mit zunehmender Höhe nicht nur nicht verringert, sondern sogar vermehrt, da sich die Dichte der Luft schneller vermindert als seine Oberfläche wächst, der Luftwiderstand also ein kleinerer wird. Solange also der Ballon in einem derartig kräftigen Steigen begriffen war, konnte die Strahlungswirkung, die bis dahin offenbar gänzlich gefehlt hatte, nicht plötzlich einsetzen und die Registrierung fälschen. Man wird also denjenigen Theil der Kurve, der eine stärkere Druckabnahme erkennen lässt, noch als korrekt ansehen müssen, und hieraus den interessanten Schluss ziehen, dass in einer Höhe von 10—13000 m oberhalb einer Cirrostratusdecke eine intensive Temperatur-Umkehrung vorhanden gewesen ist, bei welcher die Temperatur von -44° auf -35° gestiegen ist. Erst von hier an, wo eine Höhenzunahme nicht mehr erfolgt ist, darf die Kurve als gefälscht durch die Sonnenstrahlung angesehen werden und muss die Temperaturzunahme von -35° auf -24° als deren Effekt gelten.

Wie die beistehende Wetterkarte vom 10. April 8^a zeigt, war ganz Europa von barometrischen Depressionen überdeckt, die, ohne scharf definirte Minima zu bilden, vom Mittelmeere bis zum Polarkreise und von Irland bis zum Ladogasee reichten. Nur über der iberischen und der Balkan-Halbinsel lagen getrennte Hochdruckgebiete, zwischen denen sich im Laufe des Tages eine intensive Depression entwickelte, die am Morgen des 11. April über den Alpen lag, während gleichzeitig bei den Scilly-Inseln ein fast kreisrundes Minimum erschienen war. Die Temperaturen, die sich am Vortage mehrfach über 20° erhoben hatten, blieben am 10. April etwas niedriger; trotzdem gingen im westlichen Deutschland und an der Küste mehrfach Gewitter nieder; die Bahn unseres Ballons dürfte einen Gewitterzug gekreuzt haben, der um $1\frac{1}{2}^{\text{p}}$ in Hamburg mit Hagel, nachmittags in Neufahrwasser beobachtet wurde. Der Landungsort, Berent, liegt nicht allzu weit (gegen 50 km) von Neufahrwasser entfernt, und die Landungszeit, $2\frac{1}{2}$ p. m., nicht weit von der des Gewitter-Ausbruches.



10. April 1901. 8^a. Isobaren.

Die ganze vorangegangene und auch die nachfolgende Woche war in einem aussergewöhnlichen Maasse reich an Depressionen gewesen, die Tag für Tag meist im Westen oder im Südwesten auftauchten und über die Nord- und Ostsee nach Nordost wanderten. So kam es wohl, dass ein weit ausgedehntes, ganz Nordwest- und Nordeuropa überlagerndes Gebiet niederen Druckes zur Ausbildung gekommen war, das bis in grosse Höhen hinaut ein nach Nord gerichtetes Druckgefälle zur Folge hatte. Der Internationale Dekadenbericht der Deutschen Seewarte vom 1.—10. April zeigt diese Druckvertheilung in ganz ausgeprägtem Maasse: ein tiefes und weit ausge dehntes Tiefdruckgebiet über dem Nordmeere und ein von den Azoren bis Sibirien reichendes barometrisches Maximum; zwischen den beiden Centren herrschen ungewöhnlich grosse mittlere Gradienten.

In den tieferen Schichten verursachte der stete Wechsel neuer und die gleichzeitige Anwesenheit mehrerer Druckcentren ein häufiges Schwanken des Windes in seiner Geschwindigkeit und Richtung, in grösseren Höhen aber, die von den flacheren Bildungen nicht erreicht wurden, bestand der grosse Druckgradient ungestört fort, der die zum Ersatz des dauernden, kaum unterbrochenen Luftverlustes in dem grossen Depressionsgebiete erforderlichen Luftmassen herbeiförderte, vielleicht sogar aus grosser Entfernung heranholte. So ist es denn zu erklären, dass, während die Windgeschwindigkeit in den unteren Schichten nur 3—4 m p. s., bis zur unteren Wolkgrenze auch kaum über 6—7 m p. s. betrug, sie in grösserer Höhe die Geschwindigkeit eines Orkanes von wenigstens 35 m p. s. besass. Dieser Werth ergibt sich aus der bei dem Aufstiege ermittelten durchschnittlichen Geschwindigkeit von 31.9 m p. s., in welcher noch die beträchtlich geringeren Werthe bei dem Auf- und Abstiege enthalten sind; aus Berent wurde ausdrücklich zur Zeit der Landung des Ballons »sehr schwacher« Wind gemeldet. Die Flugrichtung des noch mit Gas gefüllten Ballons in 10 m Höhe über dem Boden wurde von dem Finder als »aus Südost« angegeben, sodass man wohl annehmen dürfte, dass seine Richtung in grösserer Höhe eine mehr östliche gewesen ist; hiernach würde sein Luftweg noch länger und die Windgeschwindigkeit noch grösser gewesen sein.

Die ganze vorangegangene und auch die nachfolgende Woche war in einem aussergewöhnlichen Maasse reich an Depressionen gewesen, die Tag für Tag meist im Westen oder im Südwesten auftauchten und über die Nord- und Ostsee nach Nordost wanderten. So kam es wohl, dass ein weit ausgedehntes, ganz Nordwest- und Nordeuropa überlagerndes Gebiet niederen Druckes zur Ausbildung gekommen war, das bis in grosse Höhen hinaut ein nach Nord gerichtetes Druckgefälle zur Folge hatte. Der Internationale Dekadenbericht der Deutschen Seewarte vom 1.—10. April zeigt diese Druckvertheilung in ganz ausgeprägtem Maasse: ein tiefes und weit ausge dehntes Tiefdruckgebiet über dem Nordmeere und ein von den Azoren bis Sibirien reichendes barometrisches Maximum; zwischen den beiden Centren herrschen ungewöhnlich grosse mittlere Gradienten.

In den tieferen Schichten verursachte der stete Wechsel neuer und die gleichzeitige Anwesenheit mehrerer Druckcentren ein häufiges Schwanken des Windes in seiner Geschwindigkeit und Richtung, in grösseren Höhen aber, die von den flacheren Bildungen nicht erreicht wurden, bestand der grosse Druckgradient ungestört fort, der die zum Ersatz des dauernden, kaum unterbrochenen Luftverlustes in dem grossen Depressionsgebiete erforderlichen Luftmassen herbeiförderte, vielleicht sogar aus grosser Entfernung heranholte. So ist es denn zu erklären, dass, während die Windgeschwindigkeit in den unteren Schichten nur 3—4 m p. s., bis zur unteren Wolkgrenze auch kaum über 6—7 m p. s. betrug, sie in grösserer Höhe die Geschwindigkeit eines Orkanes von wenigstens 35 m p. s. besass. Dieser Werth ergibt sich aus der bei dem Aufstiege ermittelten durchschnittlichen Geschwindigkeit von 31.9 m p. s., in welcher noch die beträchtlich geringeren Werthe bei dem Auf- und Abstiege enthalten sind; aus Berent wurde ausdrücklich zur Zeit der Landung des Ballons »sehr schwacher« Wind gemeldet. Die Flugrichtung des noch mit Gas gefüllten Ballons in 10 m Höhe über dem Boden wurde von dem Finder als »aus Südost« angegeben, sodass man wohl annehmen dürfte, dass seine Richtung in grösserer Höhe eine mehr östliche gewesen ist; hiernach würde sein Luftweg noch länger und die Windgeschwindigkeit noch grösser gewesen sein.

Wenn nun auch die Erklärung der unerwartet grossen Windgeschwindigkeit in den höheren Atmosphärenschichten keine Schwierigkeit macht, so lässt sich doch mangels bezüglicher Beobachtungen nicht feststellen, ob dieselbe nur in den höchsten, oder auch noch in den mittleren Schichten, oder in einer von diesen allein stattgefunden hat.

Die, wie ich glaube aussprechen zu dürfen, durchaus glaubwürdige und korrekte Registrirung einer beträchtlichen, in solcher Höhe wohl noch niemals beobachteten Temperatur-Umkehrung im Betrage von 9° und einer vertikalen Erstreckung von wahrscheinlich 6—7 km, ist natürlich das für die Dynamik der höheren Luftschichten wichtigste, aber auch räthselhafteste Ergebniss. Ermittelt man die Beträge der Temperaturänderungen in dieser Schicht in Stufen von 10 zu 10 mm Druckabnahme, so findet man folgendes:

Höhen in m	8648	9235	9550	9878	10226	10595	10988	11405	11852	12333	12853
Temperatur-Änderung auf 100 m	-0.80°	-0.16	+0.16	+0.57	+0.54	+0.25	+0.24	+0.22	+0.21	+0.19	

Man erkennt hieraus, dass nach einer recht starken Abnahme, die vielleicht dem oberen Theile der aussergewöhnlich hohen und dichten Cirrusdecke entsprochen hat, eine isotherme Schicht von 360 m Höhe und auf diese eine solche mit beträchtlicher Zunahme folgte, die 720 m mächtig und von einer höheren begrenzt war, in der zwar noch weitere, aber erheblich langsamere und Schritt für Schritt kleiner werdende Zunahme herrschte. Die höchste vom Ballon erreichte Schicht zeigte schon eine deutliche Annäherung an Isothermie, die vermuthlich bei 15 km Höhe in eine Abnahme übergegangen sein würde; die Temperatur der Cirrusoberfläche aber, -44.5°, dürfte bei 16—17 km Höhe wieder erreicht worden sein. Die untere Isothermie zwischen 9200 und 9800 m ist als »Mischungszone« aufzufassen, wie dies von Berson wiederholt in Berichtswerke »Wissenschaftliche Luftfahrten« und in der vorliegenden Publikation nachgewiesen worden ist. Hiernach war ein Strom abnorm warmer Luft von gegen 7 km Mächtigkeit vorhanden, der seine höchsten Temperaturen, soweit dies aus der Kurve erkennbar ist, bei etwa 13 km hatte. Selbstverständlich lässt sich die Möglichkeit einer noch weiter aufwärts reichenden Temperatur-Zunahme durchaus nicht in Abrede stellen; die hier einsetzende Strahlungswirkung und das Ende des Aufsteigens des Ballons begrenzt leider das Experiment allzu früh.

In Anbetracht der auch so schon wahrscheinlichen grossen Mächtigkeit der Umkehrschicht ist es wohl nicht unstatthaft, den gefundenen Strom wärmerer Luft als einen Zweig der grossen Luftcirculation zwischen dem Aequator und den höheren Breiten anzusehen, der die über den tropischen Meeren unter steter Kondensation aufgestiegenen und deshalb verhältnissmässig hoch temperirten Luftmassen auf abwärts geneigter Bahn polwärts führt und infolge der hierbei eintretenden Verengerung des Strombettes zur Bildung von Wirbeln in den tieferen Schichten Veranlassung giebt.

Vielleicht steht überhaupt die Entstehung der Cirruswolken in einem ursächlichen Zusammenhange mit derartigen in grossen Höhen auftretenden Diskontinuitätsflächen; die häufig bei ihnen beobachtete wogenartige Anordnung dürfte ebenfalls hierfür sprechen, ebenso die grossen Parallelzüge der »Polarbanden«, welche etwa als Wogenkämme aufzufassen wären.

Es bedarf kaum einer besonderen Erwähnung, dass vorstehender Erklärungsversuch keine zwingende Beweiskraft besitzt, vielmehr nur den Zweck hat, die bei diesem Aufstiege gefundenen auffallenden, aber als thatsächlich zu betrachtenden Verhältnisse der höchsten Atmosphärenschichten in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen. Dieser Versuch lehrt aber ferner, wie nothwendig es ist, den bei Ballonsonde-Aufstiegen gewonnenen Registrirungen eine Zuverlässigkeit zu geben, die alle Zweifel ausschliesst. So lange dieses Ziel nicht erreicht ist, wird man manches ähnliche Resultat ungenutzt lassen müssen, da man nicht zu entscheiden vermag, ob thatsächliche Verhältnisse oder Fälschungen durch die Sonnenstrahlung vorgelegen haben. Ich zweifle übrigens nicht, dass bei vielen der bisherigen Aufstiege durch ähnliche Uebersetzungen einiges Licht über die Korrektheit der Aufzeichnungen gewonnen werden dürfte.

Ob die beiden anderen, bei etwa 5000 m und bei 800—1300 m Höhe gefundenen Wolkendecken mit den durch die Wetterkarte angegebenen Depressionen im Zusammenhange standen, lässt sich kaum beweisen. Die schon angeführte Thatsache, dass in Westdeutschland und an der Küste vielfach Gewitter aufgetreten sind, die von Hagel begleitet waren, würde mit dem ungewöhnlich starken, fast die Adiabate erreichenden Temperatur-Gradienten bis zur Grenze der unteren Wolken nicht im Widerspruch stehen. Die ausgesprochene Schichtung der Atmosphäre in vier durch zwischengelagerte Wolkendecken geschiedene Zonen ist jedenfalls ein merkwürdiges Ergebniss dieses Ballon-Aufstieges, das auf mehrere über einander liegende abwärts verlaufende Strömungen schliessen lässt.

Assmann.

No. 61/62.

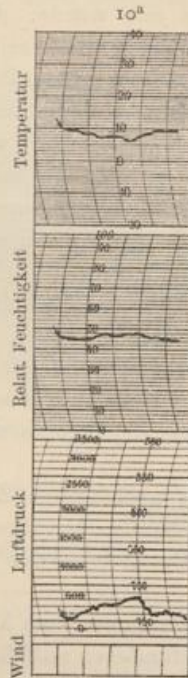
Die Drachen - Aufstiege vom 12./13. April 1901.

No. 61. 12. April 1901. Drachen - Aufstieg.

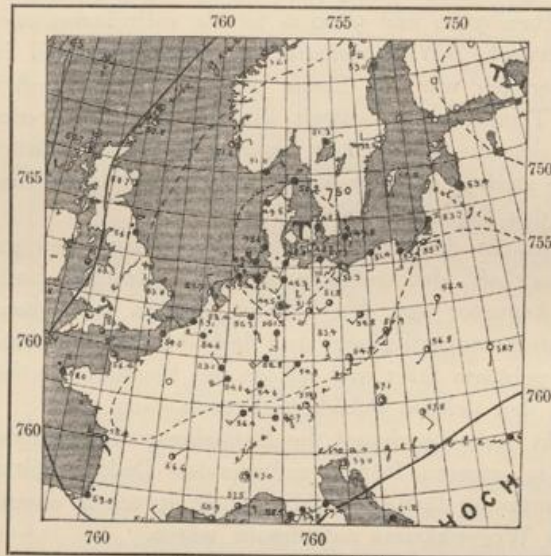
2 Drachen (10 m²). 500 m Kabel.

Wind SW 3, Bewölk. 7 cu, ci-cu, ci, Wogenwolken.

Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰
9	40 ^a	748	40	Apparat auf			10.5	46	10	6 ^a	715	413	6.2	48	nicht		
	47	736	175	9.0	45	nicht	—	—		11	740	130	9.5	46	registriert		
	56	728	265	7.8	48	registriert	—	—					Aufstieg abgebrochen			—	—



12. April 1901.



12. April 1901. 8°. Isobaren.

No. 62.

13. April 1901.

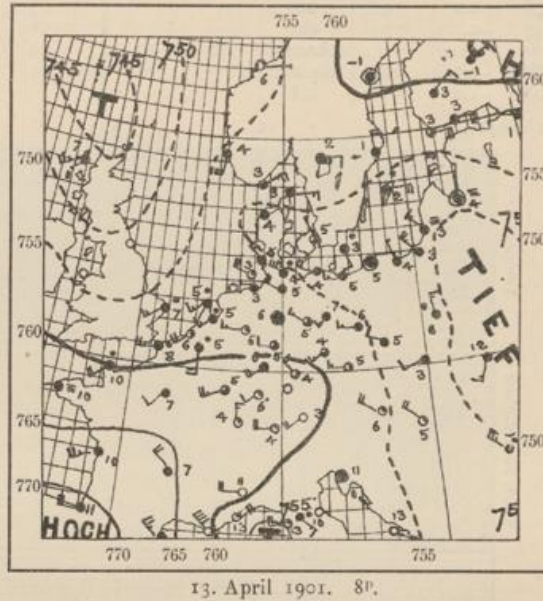
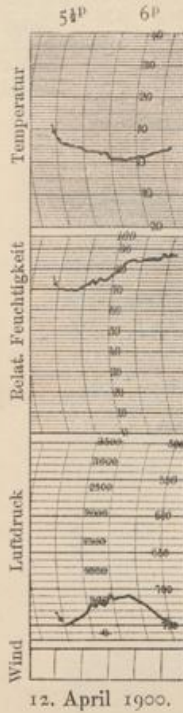
Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (9 m²). 800 m Kabel.

Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰
5	34 ^p	751	40	Apparat auf			7.4	77	6	0 ^p	710	498	2.3	90	nicht		
	49	721	374	4.3	81	nicht	6.5	75		23	751	40	Apparat unten			5.9	74
	54	705	566	2.5	85	registriert	—	—								4.9	73

Mittlere Temperatur-Abnahme: a) 12. April Vormittags, Erde — 400 m: 1.15° p. 100 m; b) 13. April Nachmittags, Erde — 560 m: 0.95° , rasch sinkend bis auf 0.45° p. 100 m.

Wetterlage: Norddeutschland gehört zum Gebiete einer umfangreichen, ziemlich flachen Depression. Ein Kern derselben liegt am 12. früh über Dänemark, so dass Berlin sich an der Vorderseite befindet, während bis zum 13. Nachmittags das Minimum bereits über die Ostsee nach dem westlichen Russland fortgezogen ist und Brandenburg schon Rückseitenwetter hat. Dem entsprechen auch die meteorologischen Elemente zur Zeit der beiden Aufstiege: am 12. Vormittags Südwestwind, wolkig (mit Wogenbildung), 11° ; am 13. vorabends WNW-Wind, kühl, um $6\frac{1}{2}$ p. Temperatur unter 5° sinkend.



Die vertikale Temperatur-Vertheilung zeigt auf der Vorderseite des Minimums am 12. normaler Weise äusserst starkes Gefälle von über 1° per 100 m, auf der Rückseite am 13. viel schwächeres. Prognostisch von Wichtigkeit scheint die relativ grosse Trockenheit der gesamten Luftschicht am ersten Tage zu sein, mit einer Zunahme um kaum 2% auf rund 400 m Erhebung, die also den Eintritt von Niederschlag trotz des enormen vertikalen Temperatur-Gefälles noch nicht als unmittelbar bevorstehend vermuthen lässt. Man erkennt aber hier wieder einmal wie ausschlaggebend dieser letztere Faktor ist; bereits am Nachmittag des 12. trat in Berlin Regenwetter ein! Ebenso wird man bald bemerken, dass die Temperatur-Abnahme beim zweiten Aufstiege erst infolge der periodischen Abkühlung zum Abend hin eine schwache wurde (0.45° p. 100 m); noch kurz vorher, als es unten um $2\frac{1}{2}^{\circ}$ wärmer war, erreichte sie auch an diesem Tage 0.95° p. 100 m. Dies würde darauf hindeuten, dass bei dieser »Rückseite« nur eine sehr vorübergehende, wenn überhaupt eine Besserung des Wetters zu erwarten und ein neuer Depressionskern im Anzuge war, womit auch die gerade jetzt sehr hohe und rasch nach oben zunehmende Feuchtigkeit, von 77 auf 90% zwischen Erde und 560 m Erhebung, gut übereinstimmt. Allein die sehr geringen bei beiden Aufstiegen erreichten Höhen und deren kurze Dauer lassen es rathsam erscheinen, keine weitgehenden Schlüsse zu ziehen.

No. 63—67.

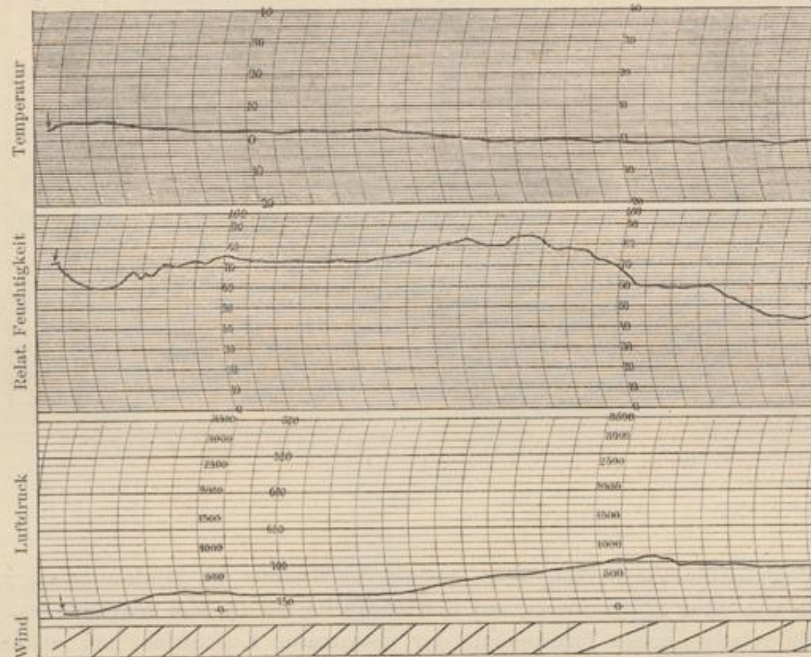
18./19. April 1901. 15. Internationale Fahrt.

No. 63. 18./19. April 1901. Aufstieg des Drachen-Ballons „C“.

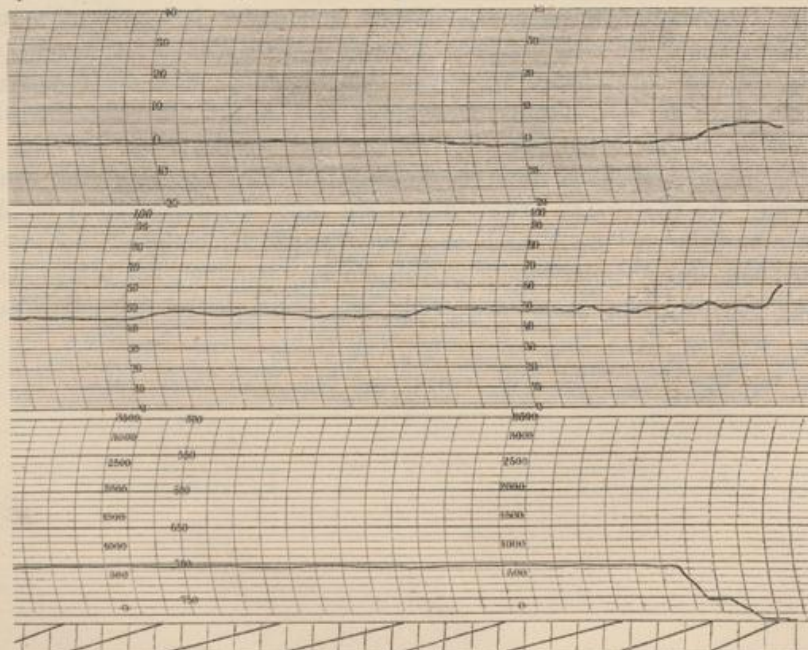
Ballon von 68 m³. 1350 m Kabel.

Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten		Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten	
h	m			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %	h	m			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %
8	52 ^p	765	40	Ballon auf	—	3.8	—	2	02 ^a	682	967	-1.3	44	wie oben;	0.8	—	
9	00	—	—	—	7.1	3.4	87	3	05	683	957	-1.6	47	Einzel-	—	—	
10	02	730	420	2.8	72	—	1.4	—	4	05	685	934	-1.6	49	heiten	-0.8	—
11	10	698	778	0.2	79	6.3	—	—	5	05	685	935	-1.6	47	nicht	—	—
	52 ^p	692	849	-0.7	77	ab-	—	—	36	686	924	-1.5	46	feststell-	—	—	
12	16 ^a	—	—	—	—	nehmend	1.1	92	52	729	440	2.3	49	bar	0.4	—	
	19	671	1095	-1.7	60	bis auf	—	—	6	44	766	40	Ballon unten	—	2.8	91	
1	02	687	908	-1.0	51	1.8	—	—									

18. April 9^p 10 11 12^p 19. April 1^a



19. April 2^a 3 4 5 6^a



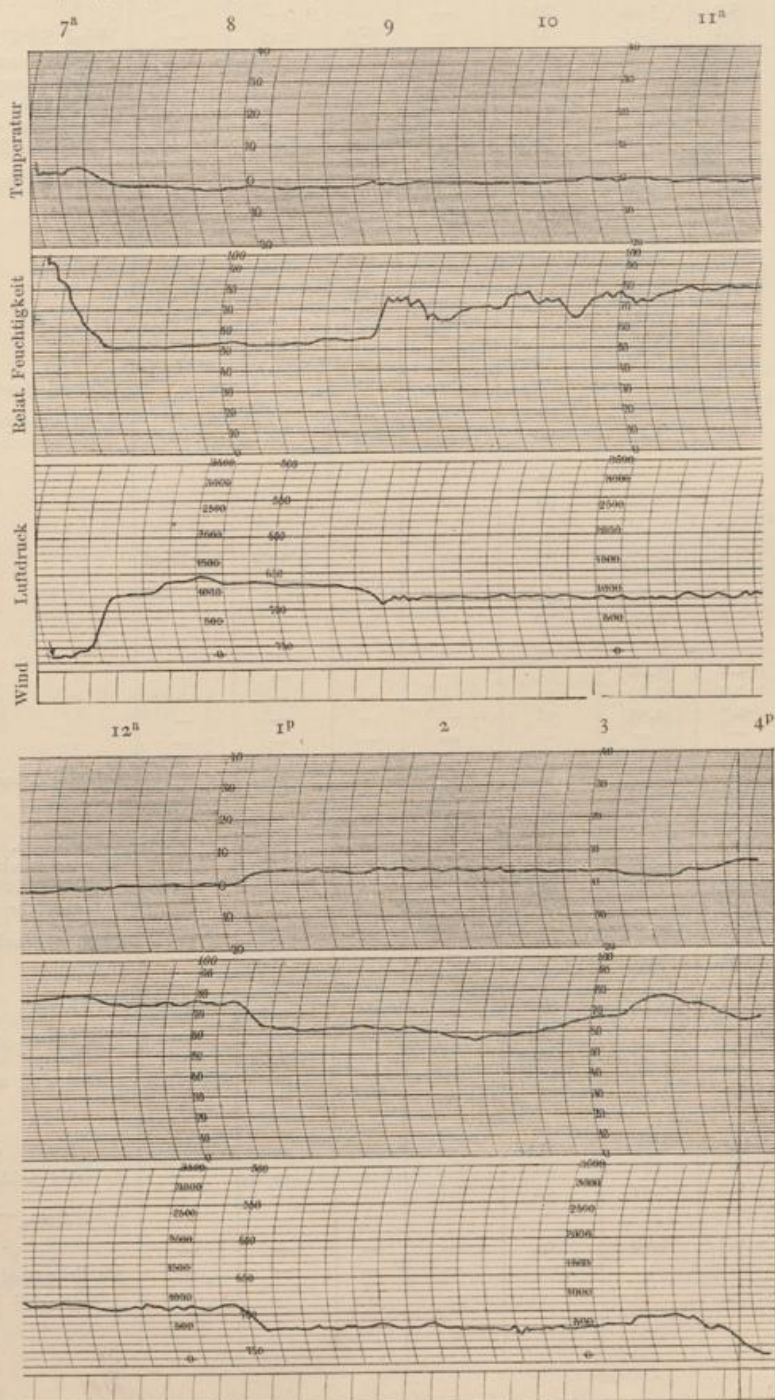
Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.

No. 64.

19. April 1901.

Zweiter Aufstieg des Drachenballons.

Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten		Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten		
				Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %					Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %	
6	55 ^a	766	40	Ballon auf			3.9	83	11	10 ^a	681	995	-1.2	79	nicht registriert	—	—	
7	05	754	170	3.9	70	nicht registriert	3.9	—	12	05 ^p	692	865	0.1	74		9.4	—	
	30	678	1027	-1.2	52		—	—	—	1	05	721	532	3.9		62	—	—
	55	657	1279	-2.9	53		6.1	—	—	2	05	721 ^{1/2}	525	4.1		59	9.7	—
8	40	665	1150	-2.9	53		—	—	—	3	11	721	529	3.0		66	—	—
9	40	684	959	-1.0	71		—	—	—	28		707	688	1.9		78	—	—
	45	—	—	—	—		9.0	—	—	43		721	529	3.6		74	—	—
10	40	689	901	-0.1	73		—	—	—	4	05	765	40	Ballon unten		10.0	46	



19. April 1901.

No. 65.

19. April 1901.

Fahrt des bemannten Ballons.

Vereinsballon von 1300 m³; Leuchtgas-Füllung.

Beobachter: Berson, Süring.

Zeit	Luftdruck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	C°	mm	%	C°				
7 48 ^a	—	45	5.0	5.66	87	—	—	—	—	Wind SSW r. Abfahrt vom Platz der Luftschiffer- abteilung; sehr ruhig, mit geringem Auftrieb.
53	765.2	45	5.6	5.55	83	—	☉ ²	r ci	—	
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8 0	751.4	194	5.0	4.57	71	—	—	r ci	∞ ²	Dunst über der Stadt, wir sehen den Drachen-Ballon nicht.
8	736.6	356	4.5	4.55	72	—	—	—	—	
10	735.2	372	—	—	—	—	—	—	—	Landwehrkanal; 4.45 m p. s.
11	734.9	375	4.4	4.27	67	—	—	—	—	
14	733.2	394	—	—	—	—	—	—	—	Nordring.
16	728.6	446	4.2	4.47	72	—	—	—	—	
24	722.4	515	3.6	4.25	72	21.7	☉ ²	r ci	—	
36	713.9	612	2.8	3.49	62	25.2	☉ ²	r ci	—	Hönow; 5.0 m p. s.
44	711.7	637	2.5	3.63	65	26.5	☉ ²	—	—	
46	722.1	520	—	—	—	—	—	—	—	A-cu nehmen stark zu; die Wolken ziehen erheblich mehr nach rechts.
54	701.6	753	1.5	3.87	76	—	—	5 ci-cu, a-cu	∞ fr-cu	
9 1	689.2	897	—	—	—	—	—	—	—	
7	690.8	879	—	—	—	—	—	—	—	Oder sichtbar.
10	693.7	845	0.4	3.11	66	—	☉ ^{1.2}	8 ¹	—	
12	699.1	783	—	—	—	—	—	—	—	Bei Prötzel. Wir schwenken nach rechts; zunächst geht es in der neuen Richtung noch langsamer als bisher.
18	692.0	865	—	—	—	—	—	—	—	
21	686.8	926	0.1	3.33	72	—	—	—	—	Noch 21 Sack Ballast vorhanden.
26	687.6	917	—	—	—	—	—	—	—	
30	675.1	1064	-0.5	3.08	69	—	—	9 a-cu	1 ∞ fr-cu	
35	685.5	942	—	—	—	—	—	—	—	Wir fahren jetzt völlig nach SSE, um volle 90° nach rechts gegen die alte Richtung und erheblich schneller.
36	689.6	894	-0.4	2.89	65	—	—	—	—	
44	678.0	1030	-0.7	3.04	70	—	—	—	—	
50	677.0	1042	—	—	—	—	—	—	—	Es wird neblig.
54	667.8	1152	-1.2	3.06	73	—	—	—	—	
10 0	659.2	1255	-2.2	2.80	71	—	—	—	—	In Wolken.
7 ^{1/2}	660.6	1238	-2.7	2.95	78	—	—	—	—	
9 ^{1/2}	674.5	1072	—	—	—	—	—	—	—	Alt Rosenthal; wir schneiden die Ost- bahn zum zweiten Male.
11	686.1	936	—	—	—	—	—	—	—	
19	653.1	1330	-2.4	2.68	69	—	—	—	—	
23	638.4	1511	-4.1	2.70	79	—	—	—	—	
29	633.7	1570	—	—	—	—	—	—	—	
30	633.7	1570	—	—	—	—	—	—	—	
33	627.6	1647	-4.5	2.23	67	—	—	—	—	
37	651.0	1356	—	—	—	—	—	—	—	
42	637.5	1523	-3.5	2.70	75	—	—	—	—	
53	615.4	1804	-5.8	2.09	69	—	—	—	—	
57	617.4	1779	—	—	—	—	—	—	—	
11 3	613.5	1829	-5.2	1.91	61	—	—	10 a-cu	cu	Wir schwenken nach rechts; zunächst geht es in der neuen Richtung noch langsamer als bisher.
5	613.8	1825	—	—	—	—	—	—	—	
10	605.7	1930	-6.0	1.58	53	—	—	10 a-cu	2 cu	Es wird neblig.
15	608.0	1900	—	—	—	—	—	—	*flocken	
25	601.1	1992	-5.9	1.54	52	—	—	—	—	In Wolken.
30	598.6	2026	—	—	—	—	—	—	—	
34	593.8	2089	-6.4	2.46	85	—	—	—	*flocken	
43	594.4	2082	—	—	—	—	—	—	—	Es wird neblig.
47	587.1	2180	-6.0	2.91	98	—	—	—	—	
50	586.1	2194	—	—	—	—	—	—	—	In Wolken.
54	579.6	2282	-6.5	2.86	100	—	—	—	—	
55	577.7	2310	—	—	—	—	—	—	—	Alt Rosenthal; wir schneiden die Ost- bahn zum zweiten Male.

Zeit		Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen	
									oben	unten		
h	m	mm	m	C°	mm	o/o	C°					
11	58 ^a	572.5	2380	—	—	—	—	—	—	—	Erde ganz verschwunden.	
	59	575.6	2338	—	—	—	—	—	10 a-cu	10 a-cu		
12	0 ^a	572.5	2381	- 6.5	2.81	99	—	—	—	—	Oberer Wolkenrand; darüber noch eine Schicht a-cu. *flocken.	
	1 ^p	564.1	2497	- 7.2	2.72	100	—	—	—	—		
	3	562.0	2527	—	—	—	—	—	—	—		
	4	561.2	2538	- 8.0	2.46	100	36.2	☉ ⁰	5 a-cu	10 a-cu		
	9	555.5	2618	- 7.8	2.60	100	—	—	—	—		
	10	553.0	2653	—	—	—	—	—	—	—		
	14	547.5	2732	- 7.8	2.60	100	37.1	—	—	—		
	29	538.2	2867	- 8.4	2.37	95	—	☉ ¹	—	—		
	37	539.8	2844	- 9.4	2.30	100	—	—	*flocken	—		
	44	544.4	2779	- 8.5	2.46	100	—	—	—	—		
	49 ^{1,2}	557.3	2596	—	—	—	—	—	—	—	Wieder durch die Wolken hindurchgefallen.	
	58	545.8	2760	- 8.2	2.52	100	—	—	—	—	Im oberen Wolkenrande.	
1	0	541.7	2820	- 8.6	2.44	100	—	☉ ⁰	9 ¹ a-cu	8	Noch im oberen Wolkenrande.	
	6	528.8	3008	- 9.2	2.28	96	—	☉ ¹	—	—	*fall von oben; über uns noch zwei Wolkenschichten.	
		530.8	2978	—	—	—	—	—	—	—		
	13	526.7	3039	—	—	—	—	—	—	—		
	16	522.0	3108	- 9.7	2.25	100	—	☉ ²	4	—		
	18	520.5	3131	—	—	—	—	—	—	—		
	21	522.5	3101	—	—	—	—	—	—	—		
	31	525.7	3054	- 9.6	2.21	95	—	—	—	—		
	46	498.5	3465	-11.6	1.42	73	—	☉ ²	4	9		Unter dem Ballon kleine Wolkenslücken.
		495.1	3518	—	—	—	—	—	—	—		
	55	495.1	3518	-12.0	1.51	80	41.2	☉ ²	2	9		
2	4	495.6	3510	—	—	—	—	—	—	—	Immer noch *flocken. Wieder in Wolken.	
	5	490.6	3588	-11.3	1.42	72	—	—	—	—		
	11	492.3	3561	—	—	—	—	—	—	—		
	15	482.5	3716	-11.6	1.11	57	—	☉ ⁰	10	9		
	18	470.1	3916	—	—	—	—	☉ ²	—	—		
	24	472.9	3870	—	—	—	—	—	—	—		
	27	465.9	3984	-14.3	1.23	78	39.5	—	0	9		
	36	458.6	4104	-15.4	1.32	86	40.9	—	0	10		Aureole schwach entwickelt.
	53	439.8	4420	-17.7	0.56	46	—	—	0	9		Noch 9 Sack Ballast.
	58	469.8	3921	—	—	—	—	—	—	—		
3	10	440.6	4406	-17.4	0.89	72	—	—	—	—	Wir behalten wegen der Wolkenschichten 5 Sack zum Abstieg.	
	15	431.8	4557	-18.7	0.56	50	—	☉ ²	0	9		
	18	435.7	4489	—	—	—	—	—	—	—		
	20	430.6	4578	—	—	—	—	—	—	—		
	28	424.9	4678	-19.0	0.65	60	—	—	—	—		
	39	411.0	4925	-21.0	0.70	76	—	—	—	—		
	43	406.4	5008	—	—	—	—	—	—	—		
	47	414.1	4870	—	—	—	—	—	—	—		
	55	392.9	5258	-23.9	0.68	90	—	☉ ²	0	9		
	59	396.3	5195	—	—	—	—	—	—	—		
4	3	382.9	5447	-24.7	0.79	100	—	—	—	—	*flocken. Erde wird wieder sichtbar, wir sind über gebirgigem Lande; nach Anruf über Georgenthal.	
	9	380.1	5502	-25.5	0.63	93	36.1	—	—	—		
	26	420.0	4765	-20.8	0.69	73	—	—	—	—		
	35	481.0	3745	—	—	—	—	—	—	—		
4	37	490.0	3605	-13.7	1.57	95	—	—	—	—		
5	20	Landung am Tannenberg bei Kreibitz-Teichstadt, Bez. Rumburg, Böhmen, sehr glatt auf Waldblöße. Wir lassen uns am Tau auf die Lichtung hinausziehen.										
6	11	—	ca. 550	5.8	6.11	89	—	—	7 a-cu (Wogenwolken)	—		

Mittlere Richtung: SSE (sehr starke Drehung im Verlaufe der Fahrt). Dauer der Fahrt: 9 St. 23 Min. Länge: 270 km.
Mittlere Geschwindigkeit: 8.0 m p. s.

No. 66.

19. April 1901.

Registrierballon I.¹⁾

Gummiballon No. 3 (1200 mm Durchmesser) mit Barothermograph Assmann II.

Bewölkung 9—10¹⁻² str-cu, auch a-str in Wogen angeordnet, Wogenrichtung NW—SE. Wind W—SW 2—3.

Zeit	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe
		Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg	
h m	mm	C°	C°	m	mm	C°	C°	m
9 41 ^{1/2} ^a	766	7.7	5.2	40	660	-0.9	-3.4	1253
	740	7.2	4.6	324	640	-2.5	-4.7	1498
	720	5.0	4.0	549	620	—	-5.0	1750
	700	3.0	1.4	778	600	—	-5.5	2010
	680	0.9	-1.6	1013	590	—	-5.8	2142

Weitere Registrierung versagte.

Gelandet 1 p. m. bei Schilda, 105 km nach S 10° E. — Er war zugebunden und ist geplatzt. Der Ballon hatte schon zu dem hohen Aufstieg auf 13000 m am 10. April gedient, ohne zu platzen.

No. 67.

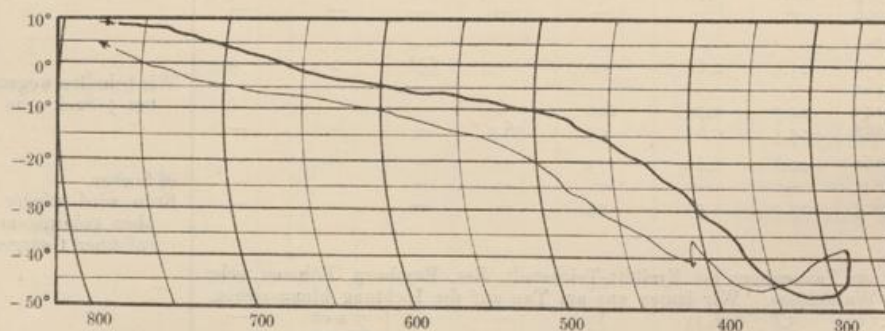
19. April 1901.

Registrierballon II.

Gummiballon No. 4 (1200 mm Durchmesser). Neuer Barothermograph mit Aspiration durch das ausströmende Ballongas; Düsenöffnung 1 mm.

Zeit	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe
		Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg	
h m	mm	C°	C°	m	mm	C°	C°	m
9 45 ^a	766	8.9	2.5	40	500	-9.3	-20.5	3440
	740	7.7	-1.0	325	480	-10.8	-26.3	3756
	720	6.0	-3.0	551	460	-15.0	-31.5	4081
	700	3.3	-5.0	780	440	-19.0	-35.0	4416
	680	2.0	-6.0	1015	420	-23.5	-40.0	4760
	660	-0.7	-7.3	1255	402	-27.5	-39.0	5079
	640	-2.5	-7.6	1500	400	-30.0	-40.5	5115
	620	-3.1	-8.2	1752	380	-33.0	-46.3	5480
	600	-4.4	-10.0	2012	360	-42.0	-47.0	5854
	580	-5.2	-11.5	2278	340	-46.5	-45.3	6240
	560	-5.8	-13.3	2555	330	-48.0	-44.3	6436
	540	-7.2	-15.0	2840	300	-47.8	-39.3	7060
	520	-8.2	-17.0	3135	277	-38.0	—	7578

Landete 12^h 55^p bei Wülknitz in Sachsen, 130 km nach S 2° E, hatte 3 kleine Löcher, wohl bei der Landung erhalten.



Neuer Barothermograph mit Gas-Aspiration.

19. April 1901.

Die 15. internationale Fahrt fand mit Rücksicht auf die in die erste Aprilhälfte fallenden Osterfeiertage um 14 Tage später statt, als dies nach der 1900 zu Paris getroffenen Uebereinkunft (»erster Donnerstag in einem jeden Monat«) hätte der Fall sein sollen. Berlin beteiligte sich seitens des Meteorologischen Observatoriums mit dem Aufstieg eines bemannten und zweier Registrierballons, sowie eines Drachen-Ballons, seitens der Luftschiffer-Abtheilung mit einer bemannten Freifahrt. Wie gewöhnlich soll im nachstehenden vor allem die bemannte Fahrt des Aëronautischen Observatoriums erörtert werden;

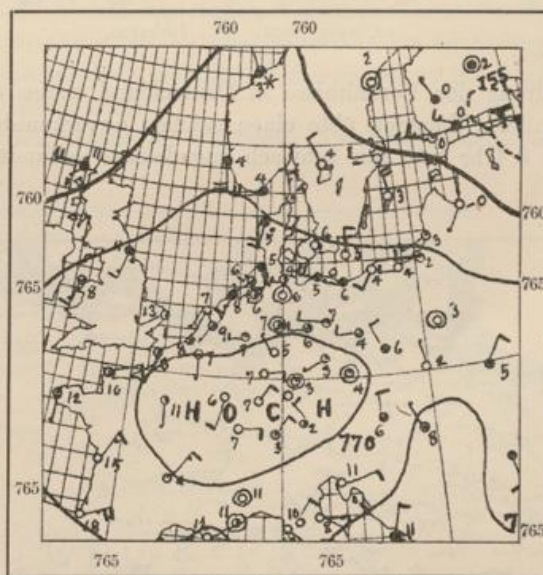
¹⁾ Die Registrierkurve wurde wegen undeutlicher Zeichnung nicht wiedergegeben.

die Ergebnisse der Registrierballons, welche auch dieses Mal in erster Linie der Erprobung einer neuen Methode (Gummiballons) und neuer aspirirter Instrumente dienten, sollen jedoch für die grösseren Höhen, die Aufzeichnungen des Drachenballons, der sich nahezu 20 Stunden oben befand, für die interessante Frage der täglichen Periode mit herangezogen werden. Aus den im Militärballon angestellten Beobachtungen, welche nur bis 1650 m Höhe reichen, kann naturgemäss nicht viel wesentlich Neues entnommen werden.

A. Beschreibung der bemannten Fahrt.

Bei nahezu wolkenlosem Wetter und leichtem Südsüdwestwinde auf der Erde erhob sich der Ballon mit Dr. Süring und dem Verfasser an Bord 3 Minuten vor 8 Uhr früh vom Platze der Luftschiffer-Abtheilung. Trotzdem wir bei diesem Aufstiege nur Leuchtgas ohne jede Beimischung von Wasserstoff zur Füllung hatten, trug der ausserordentlich leichte Aërostat nicht weniger als 29 Sack Ballast an Bord. Wir stiegen zunächst, wie wir beabsichtigt hatten, nur sehr langsam empor und überflogen mit einer Geschwindigkeit von kaum $4\frac{1}{2}$ m p. s. in Höhen von 200—400 m in nordöstlicher Richtung die Stadt. Während der ersten zweieinhalb Stunden änderten sich bis zur Erreichung von 1500 m Höhe Richtung und Geschwindigkeit nur sehr wenig. Schon eine Stunde nach der Abfahrt hatte jedoch die obere Bewölkung rasch und erheblich zugenommen; die nunmehr den grössten Theil des Himmels bedeckenden Alto-Cumulus-Wolken zeigten uns, dass die Windrichtung in grösseren Höhen sehr stark nach rechts abschwenkte. Bald nach 10 Uhr kam die Oder in Sicht; zugleich jedoch verlangsamte sich unsere bisher schon recht geringe Bewegung noch weiter und es begann eine ausgesprochene Rechtsdrehung. Der Ballon hatte sich, abgesehen von der ersten Fahrtstunde, dauernd ziemlich unruhig verhalten und wir brauchten viel Ballast; hierin trat naturgemäss noch keine Besserung ein, als wir uns nun den Wolken näherten. Wir erreichten den unteren Rand der ziemlich geschlossenen, tiefen a-cu(?) - Schicht bei ca. 2100 m Höhe; indessen hatte unter uns auch eine anfänglich ziemlich schwache Bildung eigentlicher Cumuli eingesetzt und vor dem Eintauchen in die a-cu-Schicht begann leichter Schneefall auf den Ballon. Von etwa 1800 m Höhe an hatten wir um einen ganzen rechten Winkel gedreht und fuhren, nun nicht unerheblich schneller, nach SSE. Kurz vor 12 wurde noch ein Punkt an der Ostbahn zwischen Berlin und Cüstrin gesichtet, die wir nun zurück überflogen, und dann kam die Erde auf mehrere Stunden ganz ausser Sicht. Bei 2500 m erreichten wir den oberen Wolkenrand, doch lag noch eine Schicht höherer, eigentlicher a-cu darüber und die Trennungszone zwischen beiden Wolkenmassen war nur sehr schlecht defnirt, so dass sie mehrfach ineinander flossen, dann wieder sich in zwei, ja drei getrennte Schichten theilten. So kam es, dass wir, immer wieder zeitweise von schwachem Schneefall begrüsst, in 2800 m Höhe wieder einen »oberen Wolkenrand« fanden und trotzdem noch zwei Wolkenschichten über uns gewahrten — bei 3600 m aber nochmals in Wolken eintauchten. Von $2\frac{3}{4}$ Uhr an begannen wir energisch in die Höhe zu gehen; wir befanden uns jetzt 4000 m hoch, und bald nach 4 Uhr erreichten wir, 5 Sack zum Abstieg behaltend, die für eine reine Leuchtgasfüllung sehr beachtenswerthe Höhe von 5500 m,

wo sich nun die Kälte von -26° sehr fühlbar zu machen begann. Noch bei einer Erhebung von mehr als 3000 m bekamen wir im Abstiege die Erde durch die sich immer mehr auflösenden Wolken wieder in Sicht: wir waren über gebirgigem Lande, in welchem wir das Grenzgebiet zwischen Sachsen und Schlesien vermutheten. Die Gegend wurde sehr malerisch; wir flogen über einen Kamm und ein breites, wohlbebautes, von einer Eisenbahn durchzogenes Thal — auf Zuruf tönte uns »Georgenthal« als Name der nächsten grösseren Stadt herauf. Eine Landung in dem erwähnten Thale liess sich nicht mehr ausführen; auf bewaldete Kuppen langsam losziehend, stiegen wir bis auf das Schlepptau hinab und liessen an diesem den Ballon zuerst durch den schwachen Wind ganz langsam hinauftreiben, im geeigneten Momente aber von Leuten auf eine Waldlichtung hinausziehen, wo eine sehr leichte Landung ausgeführt wurde. Es war 20 Minuten nach 5 Uhr; wir befanden uns in 550 m Seehöhe an den Abhängen des Tannenberges bei



18. April 1901. 8P.

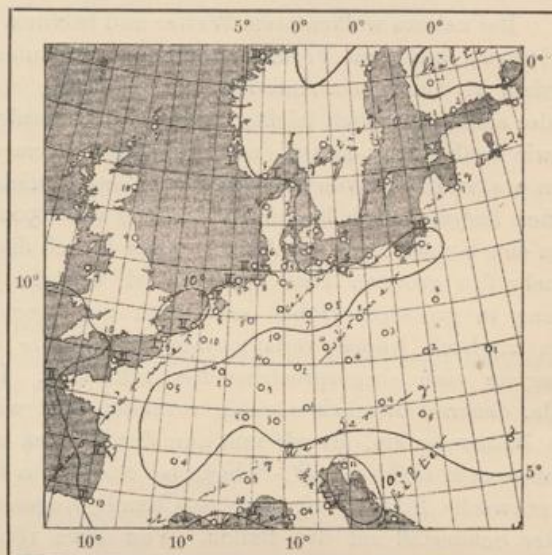
Kreibitz, Bezirk Rumburg, im nördlichsten Böhmen. Die freundliche Bevölkerung ging uns bei Bergung und Verladung des Ballons äusserst entgegenkommend an die Hand, und noch am selben Abend konnte die Rückreise nach Berlin angetreten werden.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Wetterlage. Ein weit ausgedehntes Gebiet hohen Druckes bedeckte seit dem Vortage ganz Centraleuropa, während im Nordwesten, Nordosten und Südosten Depressionen lagerten. Auf die Ge-



19. April 1901. 8^h. Isobaren.



19. April 1901. 8^h. Isothermen.

staltung der Verhältnisse in Deutschland waren diese Minima jedoch in Folge zu grosser Entfernung ohne Einfluss; dagegen übte einen solchen unverkennbar aus eine ganz flache, in der allgemeinen Wetterkarte für 8 Uhr früh nur schwach angedeutete sekundäre Depression, welche gewissermassen als letzter Rest des



19. April 1901. 7^h. Isobaren.



19. April 1901. 7^h. Isothermen.

seit zwei Tagen nach Osten verzogenen Minimums sich von der unteren Elbe über Dänemark nach dem Kattegat zu erstreckte. Sie rief, trotz der Nähe des Hochdruckkernes, über dem mittleren Norddeutschland zwischen Rhein und Oder vielfach bewölkten Himmel, in Schleswig-Holstein sogar Regen hervor, bei allgemein südwestlicher bis westlicher Luftströmung. Die Morgentemperaturen lagen dabei überall recht niedrig, meist zwischen 2 und 4°; nur am Niederrhein und im Küstengebiete war es ein wenig wärmer, wogegen die thüringischen Thalstationen sogar Morgenfrost hatten. Die Aenderung im Laufe des Tages war nur sehr geringfügig, abgesehen von der in dieser Jahreszeit natürlichen erheblichen Temperatur-

steigerung. Nur hatte sich die Luftdruckvertheilung etwas unregelmässiger gestaltet (vgl. die Karte für 2^p) und das erwähnte sekundäre Minimum schien einen Vorstoss nach dem Süden, in das Elbegebiet hin zu machen. Die Bewölkung wurde über Norddeutschland stärker, beschränkte sich jedoch mit Ausnahme des dem Minimum nächstgelegenen Gebietes auf Cumulusbildung; die Nachmittagstemperaturen erreichten im Rheinlande 15—17°, im Osten meist nur 9—11°, während es im Küstenlande der Nord- und Ostsee noch kühler war.

Auch die allgemeine Lage über Europa änderte sich zunächst noch nicht erheblich; doch entwickelte



19. April 1901. 2^p. Isobaren.



19. April 1901. 2^p. Isothermen.

sich jene schwache Depression zu einem flachen, aber abgeschlossenen und wohlumschriebenen Minimum, welches am Abend des 19. und am nächsten Morgen über der Ostsee lag und in Verbindung mit der Anticyclone im Westen eine Drehung der Isobaren aus der westöstlichen in die Meridianrichtung bedingte. Hiermit wurden in Norddeutschland die Winde vorherrschend nördlich und die Witterung hier, im Gegensatz zu dem heiteren Himmel in Süddeutschland, ausgesprochen trübe.

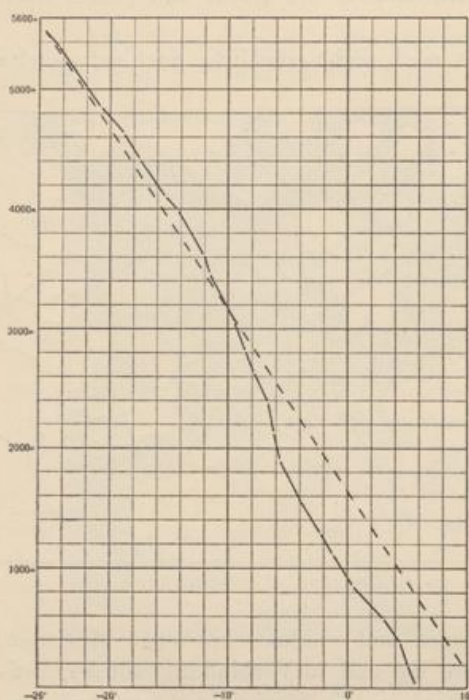
Die tabellarische und graphische Darstellung der vorgefundenen vertikalen Temperaturvertheilung (s. auch folgende Seite) ergibt das nachstehende Bild:

Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittlere Temperatur	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
Erde	45		5.6			—				
0—250	194	149	5.0	-0.6	-0.40	1	Erde—855	810	-5.2	-0.64
250—500	392	198	4.4	-0.6	-0.30	3				
500—750	588	196	3.0	-1.4	-0.71	3				
750—1000	855	267	0.4	-2.6	-0.97	4				
1000—1250	1121	266	0.4	-1.7	-0.64	4				
1250—1500	1292	171	-1.3	-1.0	-0.59	2	855—1889	1034	-6.1	-0.59
1500—1750	1560	268	-2.3	-1.7	-0.63	3				
1750—2000	1889	329	-4.0	-1.7	-0.52	3				
2000—2250	2135	246	-5.7	-0.5	-0.20	4				
2250—2500	2387	252	-6.2	-0.5	-0.20	2				
2500—2750	2629	242	-6.7	-1.2	-0.50	3	1889—2814	925	-2.9	-0.31
2750—3000	2814	185	-7.9	-0.7	-0.38	3				
3000—3250	3057	243	-8.6	-0.9	-0.37	5				
3250—3500	3465	408	-9.5	-2.1	-0.51	3				
3500—3750	3608	143	-11.6	-0.5	-0.35	1				
3750—4000	3984	346	-12.1	-0.5	-0.35	4	2814—3984	1170	-5.7	-0.49
4000—4250	4104	120	-14.3	-2.2	-0.64	1				
4250—4500	4413	309	-15.4	-1.1	-0.92	1				
4500—4750	4617	204	-17.55	-2.15	-0.70	2				
4750—5000	4845	228	-18.85	-1.3	-0.64	2				
5000—5250	—	508	-20.9	-2.05	-0.90	2	3984—4845	861	-6.6	-0.77
5250—5500	5353	—	—	-3.4	-0.60	—				
über 5500	5502	149	-24.3	-1.2	-0.81	2				
			-25.5			1	4845—5502	657	-4.6	-0.70

Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 5500 m um 4^p: 0.67° p. 100 m.

Es lassen sich drei Zonen unterscheiden. Die unterste ist die des südwestlichen Windes, bis zur unteren Wolkengrenze in etwa 1800 m Höhe: sie wird gekennzeichnet durch im allgemeinen ziem-

lich rasche vertikale Temperatur-Abnahme, die freilich in den bodennächsten Schichten bis 3—400 m Höhe am Morgen durch die tageszeitliche Abkühlung des Erdbodens sehr verringert erscheint, während sie mit dem fortschreitenden Tage bis ca. 1000 m durchweg bedeutend wird. Im obersten Theile dieser Zone tritt eine Verlangsamung des Gefälles ein, die jedenfalls mit der hier zwischen 1000 und 1500 m beginnenden, ziemlich



19. April 1901.

schwachen cu-Bildung zusammenhängt. Aber erst von 1800 bis 1900 m an tritt zugleich mit der sehr starken Drehung des Windes und Beginn der wohl nicht ganz richtig als a-cu angesprochenen geschlossenen Wolkenmassen eine sehr ausgeprägte Abnahme des Temperatur-Gradienten ein: während derselbe bis 1900 m $0.6-0.7^{\circ}$ p. 100 m (um Mittag sogar 0.8°) betragen hatte, sinkt er jetzt jäh auf 0.2° und erreicht im Durchschnitt der gesamten Wolkenzone zwischen 1900 und 3600 m nur 0.3 bis 0.45° p. 100 m. Und über dieser mittleren Schicht liegt die dritte, ganz wolkenfreie, mit anhaltend starkem thermischem Gefälle, welches in den Grenzen von 0.6 und 0.9° schwankt und im Mittel $0.7-0.8^{\circ}$ p. 100 m erreicht. Hier scheint auch eine weitere, aus dem schliesslichen Wege des Ballons nach Böhmen sich ergebende Drehung des Windes eingetreten zu sein, der nun rein nördlich, ja NNE-lich geworden sein muss.

Das Zusammenfallen der drei Zonen verschiedenartiger vertikaler Temperatur-Vertheilung mit den Wolkenzonen (unter den Wolken, in und über denselben) und den Windsystemen (SW, NW, N—NNE) ist bei dieser Fahrt sehr charakteristisch. Die Registrierung des einen Ballon-sonde zeigt (die des anderen versagte bei 2100 m), dass das bei 3600 beginnende starke Temperaturgefälle bis 6500 m unvermindert anhält, ja es erreicht darnach über 5000 m ganz enorme Beträge, 1.5° p. 100 m im Mittel von 1100 m, stellenweise angeblich 2.4° p. 100 m (!). In den grössten Höhen dagegen zeigt die Temperatur-Registrierung

eine Umkehr im Betrage von 10° . Der Apparat war aspirirt (vergl. Tab. S. 178), Fälschung durch Inso-lation ist also nicht ohne Weiteres anzunehmen. Ob die Aspiration dennoch ungenügend war, wie wahrscheinlich, oder beide auffällige Erscheinungen: die weit mehr als adiabatische Abnahme bei 3800—6440 m, besonders aber über 5000 m und die Inversion, thatsächlich und im Zusammenhange mit unbekanntem Diskontinuitätsschichten waren, kann hier nicht entschieden werden (vergl. auch die Besprechung der Aufstiege vom 31. 7. und 1. 8. 1901).

Die rel. Feuchtigkeit zeigte bis 1800 m Höhe geringfügige Schwankungen und hielt sich dauernd auf $65-75\%$; zwischen 1800 und 2000 m tritt Abnahme auf ca. 50% ein, die dicht unterhalb der Wolkenbildungsgrenze überraschend erscheint. Sie fällt mit der Wind-Drehungsschicht zusammen und deutet auf eine hier ausgebildete »Störungszone« hin. Innerhalb der gesamten Wolkenbildungsregion tritt naturgemäss Sättigung oder grosse Annäherung an dieselbe ein; genau mit dem Wiederbeginn rascher Temperatur-Abnahme im vierten Höhenkilometer fällt eine rapide Abnahme der Feuchtigkeit auf 45% (33 nach »Eisdampf-formel«) zusammen. Ob das Wiederanwachsen in den grössten Höhen als reell angesehen werden darf, mag bei der geringen Brauchbarkeit der Psychrometrie in Temperaturen unter -20° dahingestellt bleiben.

Die Verhältnisse der wechselnden Windströmungen sind im obigen mitbesprochen. Betreffs der Geschwindigkeit kann für die Schichten über 2300 m, umfassend den NW- und NNE-Wind, nur ein Gesamtmittel angegeben werden, da die Erde erst bei Schluss der Fahrt wieder sichtbar wurde: es beträgt ca. 11 m p. s. gegen $4\frac{1}{2}-5$ m im Bereiche des unteren WSW-Windes.

Die Beziehungen zwischen den oben geschilderten Verhältnissen und der Luftdruckvertheilung auf der Erde sind keine einfachen; der Ballon scheint bereits in den relativ geringen Höhen von 3000—5000 m in das Maximum zurückgeflogen zu sein! Wir enthalten uns deshalb aller Deutungen auf Grund des vorstehenden einseitigen Materials und überlassen die Feststellung des wahren Zusammenhanges einer Erörterung der gesamten, über Europa an jenem »internationalen« Tage gleichzeitig gemachten Beobachtungen.

Aus den Registrierungen des Drachenballons heben wir hervor den Gegensatz zwischen der starken Wärmeschwankung unten und der völligen Konstanz bei 1000 m Höhe. Die Temperatur war:

Zeit	unten	in 1000 m Höhe	
um 12 Nachts	1.1	-1.2) Während also unten die Temperatur von 4 Uhr bis 10 Uhr früh um 10° stieg, blieb sie oben völlig unverändert; die registrierte Gesamtschwankung erreicht 0.1°!
» 2 a. m.	0.8	-1.2	
» 4 » »	-0.8	-1.2	
» 8 » »	6.4	-1.2	
» 10 » »	9.0	-1.3	

Sehr charakteristisch ausgesprochen ist auch in diesen Aufzeichnungen das schon vorher erwähnte Abflauen des Windes nach oben bis zur Höhe der Drehungszone, wobei allerdings noch die Verhältnisse des Vorabends mit hineinspielen. Die Geschwindigkeit nahm ab von rund 7 m p. s. in 300 m Höhe um 9^p (des Vorabends) auf weniger als 2 m bei rund 1000 m und sechs Stunden später.

Die Feuchtigkeit zeigte, wie bei solcher Witterung normal, in der Höhe den umgekehrten Gang wie unten, nämlich ein Trockenerwerden in der Nacht und beträchtliche Zunahme der relativen Feuchtigkeit am Tage, als Vorläufer der cu-Bildung.

Die Beobachtungen der Sonnenstrahlung, die in Folge irrtümlicher Lieferung eines Maximum-Schwarzkugelthermometers durch den Mechaniker nur spärlich erfolgen konnten, bieten nichts Auffälliges. Der Höchstbetrag der aktinometrischen Differenz wurde mit 41⁰ — also, wie gewöhnlich im Frühjahr, recht hoch — bereits bei 3500—4100 m gemessen, offenbar da in den grössten erreichten Höhen die schon vorgedruckte Tageszeit einen entgegengesetzten Einfluss ausübte.

No 68—70.

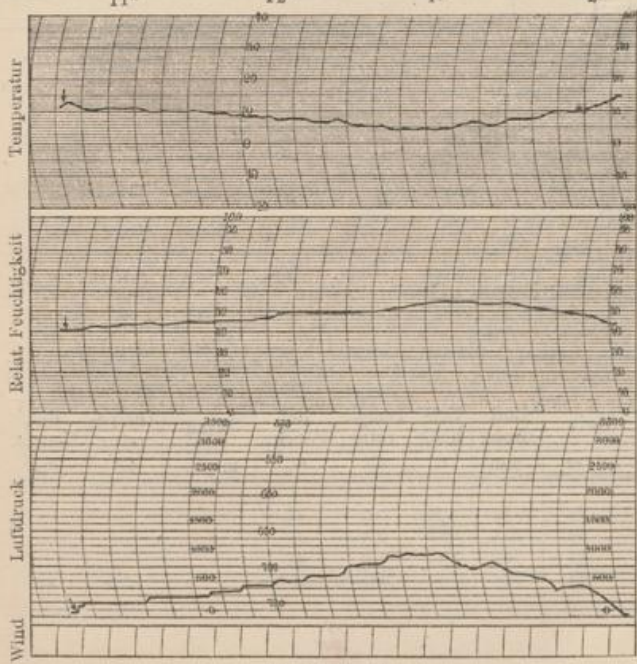
Die Drachenballon-Aufstiege vom 22. bis 24. April 1901.

No. 68. 22. April 1901. Aufstieg des Drachen-Ballons „C“.

Ballon von 68 m³. 1050 m Kabel.

Wind ESE 1, wolkenlos.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0	h m	mm	m	C°	0/0	m p. s.	C°	0/0
10 18 ^a	764 ^{1/2}	40	—	—	Nicht registriert.	13.0	—	12 23 ^p	709	670	7.1	50	Nicht registriert.	15.2	38
42	—	—	Ballon auf			—	—	33	692 ^{1/2}	865	5.6	50		15.2	38
45	755	145	12.5	40		13.9	40	51	678	1040	4.4	52		14.6	35
11 3	750	200	10.8	43	Nicht registriert.	13.5	40	1 3	679	1028	4.4	54	14.8	35	
23	742	290	9.9	44		14.3	42	22	692	872	5.8	53	—	—	
43	733	392	9.3	45		14.1	39	33	709	672	7.9	54	15.6	38	
53 ^a	725	483	8.5	46		15.1	42	53	725	485	9.8	49	16.2	39	
12 3 ^p	716	588	7.4	47		14.2	38	2 11	—	40	Ballon unten		14.7	32	



22. April 1901.



22. April 1901. 8^a. Isobaren.

No. 69.

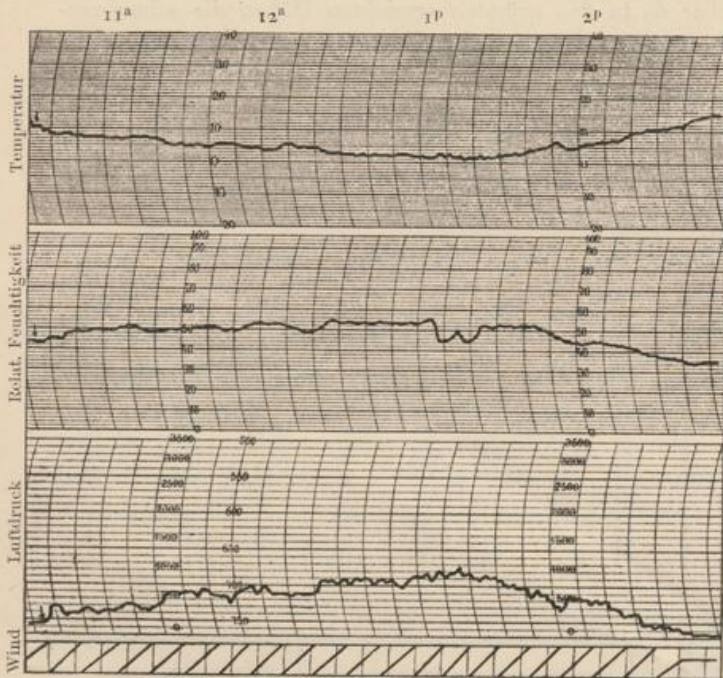
23. April 1901.

Aufstieg des Drachen-Ballons „C“.

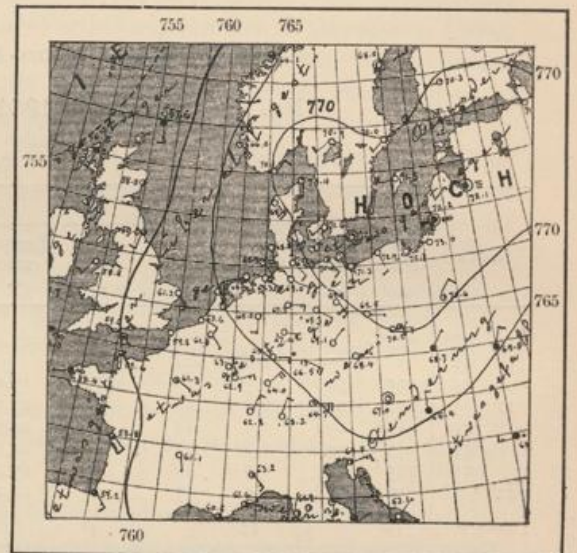
Ballon von 68 m². 1000 m Kabel.

Wind E 3, wolkenlos.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
10 21 ^a	766	40	12.8	45	6.0	12.8	45	12 50 ^p	—	—	—	—	—	14.4	36
32	—	—	Ballon auf	—	—	—	—	1 15	675	1079	1.0	45	8.0	15.4	35
45	741	316	8.3	—	—	13.1	45	40	702	757	4.0	55	8.0	—	—
11 0	732	417	7.5	52	6.0	—	—	50	730	434	7.0	50	7.0	—	—
23	711	658	5.0	51	7.0	—	—	2 8	724	502	6.8	46	7.0	15.0	35
43 ^a	718	574	5.8	53	7.0	—	—	28	757	130	10.7	40	8.0	—	—
12 5 ^p	711	657	5.0	51	7.5	—	—	47	765	40	Ballon unten	—	—	15.0	36
45	691	887	2.5	56	6.5	—	—								



23. April 1901.



23. April 1901. 8^a. Isobaren.

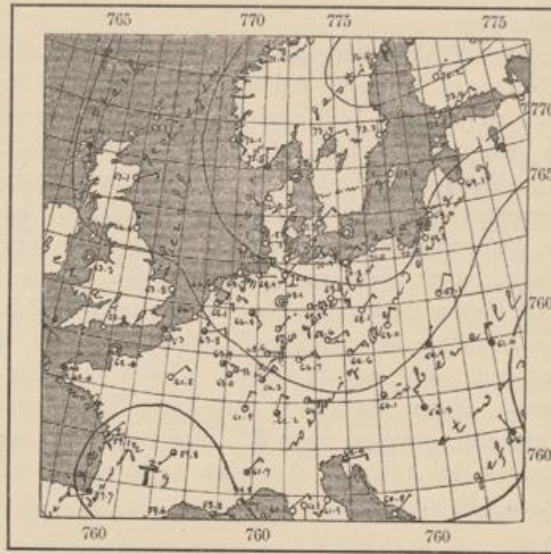
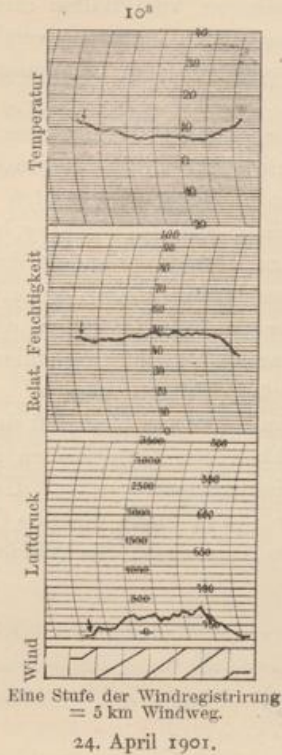
No. 70.

24. April 1901.

Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m²; 560 m Kabel.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
9 40 ^a	765.5	40	—	—	4.8	12.0	46	10 22 ^a	733	399	7.0	48	—	—	—
47	—	—	Ballon auf	—	—	—	—	29	725	489	6.5	49	5.5	—	—
52	756.5	138	9.6	45	5.0	—	—	32	740	318	7.6	47	—	—	
10 7	739	332	7.5	47	5.0	12.4	46	42	765	40	Ballon unten	—	—	12.6	46



24. April 1901. 8^a. Isobaren.

Mittlere Temperatur-Abnahme am 22. — 24. April 1901:

1. Am 22. April zwischen Erde und 1040 m: > 1.0^o p. 100 m (bis zu 1.2^o).
2. » 23. » » » » 1080 » : > 1.0^o » 100 » (» » 1.4^o).
3. » 24. » » » » 490 » : > 1.0^o » 100 » (» » 1.35^o).

Wetterlage. Ein Hochdruckgebiet, welches ganz Europa mit Ausnahme des fernerer Westens bedeckte, verlagerte seit dem 22. April seinen Kern von Centraleuropa langsam in nordöstlicher Richtung; am 23. lag er über der Ostsee, am 24. bereits über dem baltischen Meerbusen und Finland. So kam Norddeutschland an den Südwestabhang der Anticyklone und nach und nach an die Vorderseite der vom Westen und Süden des Erdtheils sich ausbreitenden Depression; doch trat dieses letztere erst am 26. ein. An den gesammten drei Aufstiegstagen war die Witterung bei uns und in ganz Centraleuropa trocken, heiter, am Tage ziemlich warm, mit schwachen, nördlichen bis östlichen Winden; am 24. trat etwas Abkühlung ein, so dass die Temperatur für die Jahreszeit eher eine niedrige war.

Das auffälligste Moment in den Ergebnissen der Registrirungen ist zweifellos der enorme, anhaltend herrschende vertikale Temperaturgradient. Er überschritt an allen drei Tagen um die Mittagszeit beträchtlich den Grenzwert des indifferenten Gleichgewichtes, d. h. bis zu den erreichten Höhen von über 1000 m, am 24. April allerdings nur knapp 500 m. Man fragt, wie sich diese mehr als adiabatische Temperaturabnahme, also labiles Gleichgewicht, Tage lang erhalten konnte, ohne dass es bei uns zu einer Verschlechterung des Wetters kam. Dass die Depression über Westeuropa und dem atlantischen Ocean nicht alsbald herankam, lag zunächst an der grossen Entfernung derselben; nach und nach bahnte sie sich ihren Weg und beherrschte am 26. schon das ganze südliche und mittlere Europa bis zur Ostsee hinauf. Zwischen dem 22. und 24. aber scheinen in Centraleuropa rein absteigende Luftströme geherrscht zu haben, welche ja bei ungestörtem Fortgang bereits dynamische Erwärmung um 1^o p. 100 m nach unten bewirken. Bei dem wolkenlosen Himmel trat nun durch Bodenerhitzung eine weitere Uebererwärmung der tiefsten Luftmassen ein, den Gradienten noch steigernd. Nun freilich musste bei dem labilen Gleichgewicht sich auch das Gegenpiel des Aufsteigens der unteren überhitzten Luft einstellen, und dabei würde es unter kräftiger cu-Bildung leicht zu Gewittern und lokalen Regenschauern kommen können. Dass dies nicht eintrat, ja bei uns sich nicht einmal die schwächsten Haufenwolken bildeten, sondern der Himmel völlig heiter blieb, beruht auf der grossen Trockenheit der gesammten Luftmassen und der ungemein kräftigen Ausbildung der ein enormes Gebiet bedeckenden Anticyklone. Wie man sieht, betrug die relative Feuchtigkeit unten kaum einige 40^o/₁₀₀, in 1000 m noch wenig über 50^o/₁₀₀. Trotzdem hätten aufsteigende Massen — und ein Aufsteigen solcher musste bei dem enormen thermischen Gefälle stellenweise eintreten — in grösseren Höhen zur Wolken-

bildung bezw. Kondensation führen müssen. Es muss wohl in diesen höheren, vom Ballon nicht erreichten Luftschichten eine Störung gewesen sein, d. h. eine mit einem Male einsetzende langsame vertikale Temperatur-Abnahme, welche dem Weiteraufsteigen der unteren Luftmassen noch vor dem Kondensationsstadium eine Schranke setzte.

Ueberhaupt darf nicht vergessen werden, dass es sich im vorliegenden Falle um eine Anticyklone mit kaltem Centrum handelt, welche bei den im Frühjahr sehr niedrigen Temperaturen der aus dem Norden und Osten zugeführten Luft und der lokalen Erwärmung der bodennächsten Schichten in Folge des heiteren Wetters sehr leicht hohe vertikale Gradienten der Lufttemperatur zur Entwicklung bringen wird. Der sehr geringe Wasserdampfgehalt der kalten und kontinentalen Luftmassen verhindert dann trotz des labilen Gleichgewichtes den Eintritt von Gewitterschauern oder Niederschlägen anderer Art. Ganz anders wäre gewiss der Witterungsverlauf geworden, wenn die Anticyklone ihr Centrum im Süden oder Südosten gehabt hätte! Man wird eben aus der vertikalen Temperatur-Vertheilung nicht mechanische Schlüsse prognostischer Art ziehen dürfen, sondern die gesammten Umstände berücksichtigen müssen.

Auch die Zunahme des östlichen Windes nach oben, die bei Winden dieser Herkunft durchaus nicht die Regel bildet, sich aber am 23. findet, scheint eine Eigenthümlichkeit der Anticyklonen mit kaltem Centrum zu sein. Näher kann hier auf diese Frage noch nicht eingegangen werden. Uebrigens war diese Zunahme nur eine geringe; beim Abstiege findet sich sogar in nur 130 m Höhe dieselbe Geschwindigkeit von 8 m p. s. wie bei 1080 m. Auch am 24. herrschte nur geringes Anwachsen des Windes nach oben: unten 4, bei 500 m $5\frac{1}{2}$ m p. s.

No. 71.

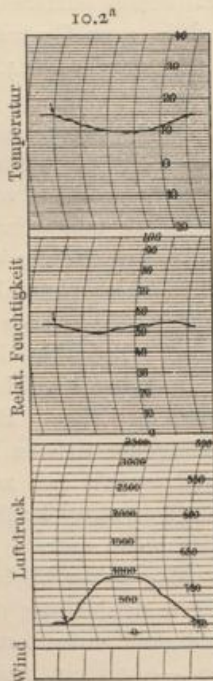
7. Mai 1901.

Aufstieg des Drachenballons „C“.

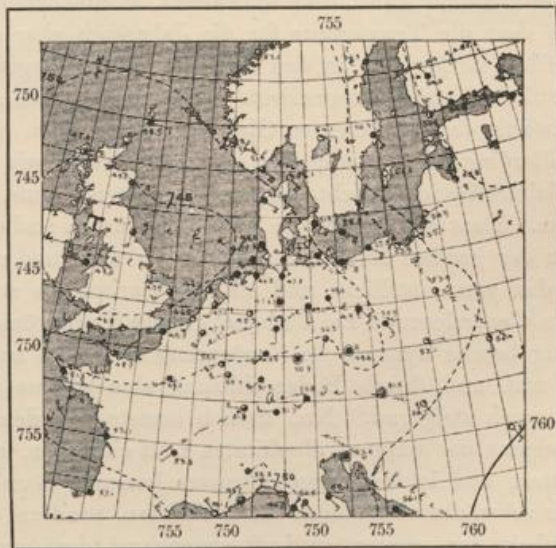
Ballon von 68 m². 915 m Kabel.

Wind SSW 1; Bewölkung 10° ∞, ☉°.

Zeit		Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit		Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
				Temperatur	Rel. Feucht.	Windrichtung	Temperatur	Rel. Feucht.					Temperatur	Rel. Feucht.	Temperatur	Rel. Feucht.	
h	m	mm	m	C°	%		C°	%	h	m	mm	m	C°	%		C°	%
9	48 ^a	745.5	40	Apparat auf			14.5	55	10	24 ^a	—	—	—	—	S 54° W	—	—
10	1	719.5	339	12.7	50	—	—	—	34	714	403	11.7	55	—	—	15.6	55
	4	—	—	—	—	S 59° W	15.0	55	42	745	40	Apparat unten		—	—	—	—
	10	687.5	720	10.4	49	—	—	—	51	—	—	—	—	—	—	15.1	55
	20	684	768	9.7	53	—	15.0	55									



7. Mai 1901.



7. Mai 1901. 8^a Isobaren.

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 760 m: 0.73° p. 100 m.

Wetterlage: Vorderseite einer ausgedehnten, ziemlich tiefen Depression, deren Kern sich vom 6. zum 8. Mai langsam von Schottland südwärts nach dem Kanal zu verpflanzte. Ein Theilminimum liegt am 7. Mai über NW-Deutschland; das Wetter ist hier überall trübe und regnerisch bei südlichen bis südöstlichen Winden. In Berlin zur Zeit des Aufstiegs bedeckt, dunstig, leichter SSW-Wind, 15°.

Der kaum eine Stunde dauernde und noch nicht 800 m Seehöhe erreichende Aufstieg kann naturgemäß keine überraschenden Aufschlüsse gewähren. Er spielte sich ab beim Vorüberzuge des oben erwähnten Theilminimums, dessen Centrum abends bereits an der unteren Oder lag. So kam es, dass noch am Morgen SE-, gegen Mittag SW-, abends aber W-Wind herrschte, wobei es früh und abends regnete; die Drachen stiegen während einer vorübergehenden Besserung des Wetters auf, der Regen hatte aufgehört, die Bewölkung war dünner geworden, die Sonne schien schwach durch. Dadurch wird die sonst auffällige, verhältnissmässige Trockenheit der Luft verständlich: bis 760 m trat keine Zunahme der nur rund den halben Sättigungsbetrag erreichenden relativen Feuchtigkeit ein. Der vertikale Temperatur-Gradient ist in Anbetracht der für einen Maitag niedrigen Luftwärme unten ein starker; er erscheint ungleichmässig vertheilt, denn bis zur halben Höhe erreicht das thermische Gefälle die hohen Werthe von 0.85° bis 1.07° p. 100 m (je nach der Temperatur unten); darüber hinaus aber sinkt es auf rund 0.6° p. 100 m. Diese kleine Störung dürfte bezeichnend sein für die momentane Besserung des Wetters, während die besondere Steigerung der Abnahme in der untersten Schicht gegen Ende des Aufstieges (vergl. die Werthe »oben« und »unten« um 10^h 34^m) auf Wiedereintritt des Regenwetters gefasst machen musste. Unmittelbar hernach hörte denn auch die Temperatursteigerung am Erdboden auf, um einer um diese Tageszeit im Mai nicht normalen Abkühlung Platz zu machen — und abends regnete es, wie erwähnt, wiederum.

No. 72—77.

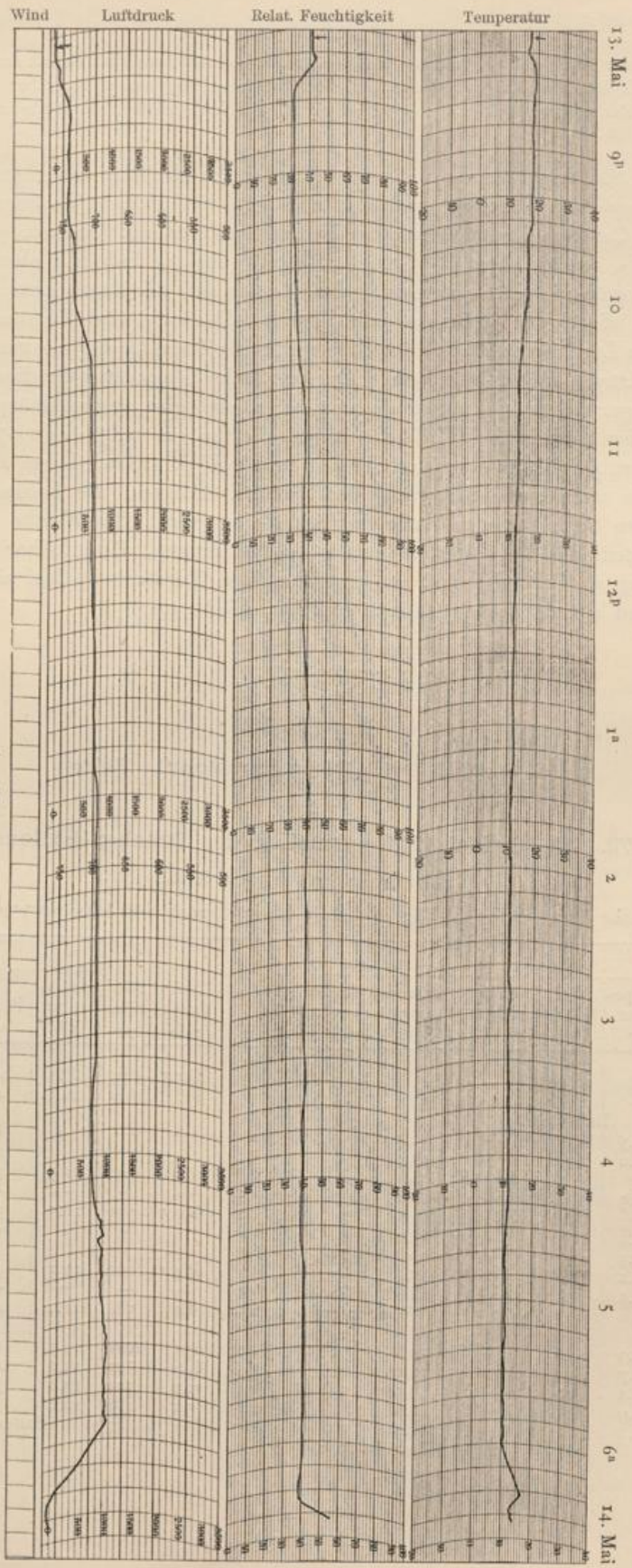
13./14. Mai 1901. 16. Internationale Fahrt.

No. 72. 13./14. Mai 1901. Aufstieg des Drachen-Ballons „C“.

Ballon von 68 m³. 1500 m. Kabel.

Fast heiter, einige hohe ci-str. Wind am Tage E-ENE 5-6 m p. s., nach oben schwächer, gegen Abend abflauend.

Zeit h. m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h. m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
13. Mai															
8 9 ^p	765	40	—	—	—	17.4	41	3 15 ^a	695.5 696	847 841	11.7 11.8	41	—	8.0 7.4	84 87
20	—	—	Ballon auf			—	—	—	—	—	—	—	—	Thaufall	
29	755	153	19.3	33	—	16.4	55	21	—	—	—	—	N 82° E	—	—
9 4	744	279	18.0	31	—	13.7	66	—	—	—	—	—	Wind NNE 1, 2, 3	6.6	88
25	—	—	—	—	S 75° E	12.8	66	48	700	793	12.5	39	—	—	—
44	731.5	423	16.5	32	—	11.6	71	55	—	—	—	—	N 78° E	—	—
51	—	—	—	—	S 81° E	11.2	73	4 2	699.5	799	12.5	39	—	5.8	94
10 14	722.5	528	15.4	33	—	11.2	73	6	—	—	—	—	N 83° E	—	—
44	706	724	13.3	37	—	10.8	76	—	—	—	—	—	—	Wind E 1	
11 4	704	747	13.2	38	—	11.8	67	37	683	1000	11.1	40	—	7.9	87
30 ^p	704	747	13.2	38	—	8.8?	83	55	—	—	—	—	N 68° E	—	—
						Windstill		5 15	684	988	11.0	42	—	7.3	89
														Bewölkung 0 ci, ∞ 1	
14. Mai															
12 3 ^a	704	746	13.0	38	—	10.8	71	40	675	1098	10.3	42	—	8.6	87
33	701	782	12.7	39	—	11.2	67	6 4	696	842	12.2	41	—	10.2	84
1 7	699	805	12.4	40	—	9.0	79	14	722	533	14.8	39	—	11.4	76
45	695.5	848	11.9	41	—	8.2	81	21	752	188	16.8	38	—	11.8	75
2 15	695	854	11.8	41	—	7.8	79	25	—	40	Ballon unten			—	—
						Bewölkung 0									



13./14. Mai 1901.

No. 73.

14. Mai 1901.

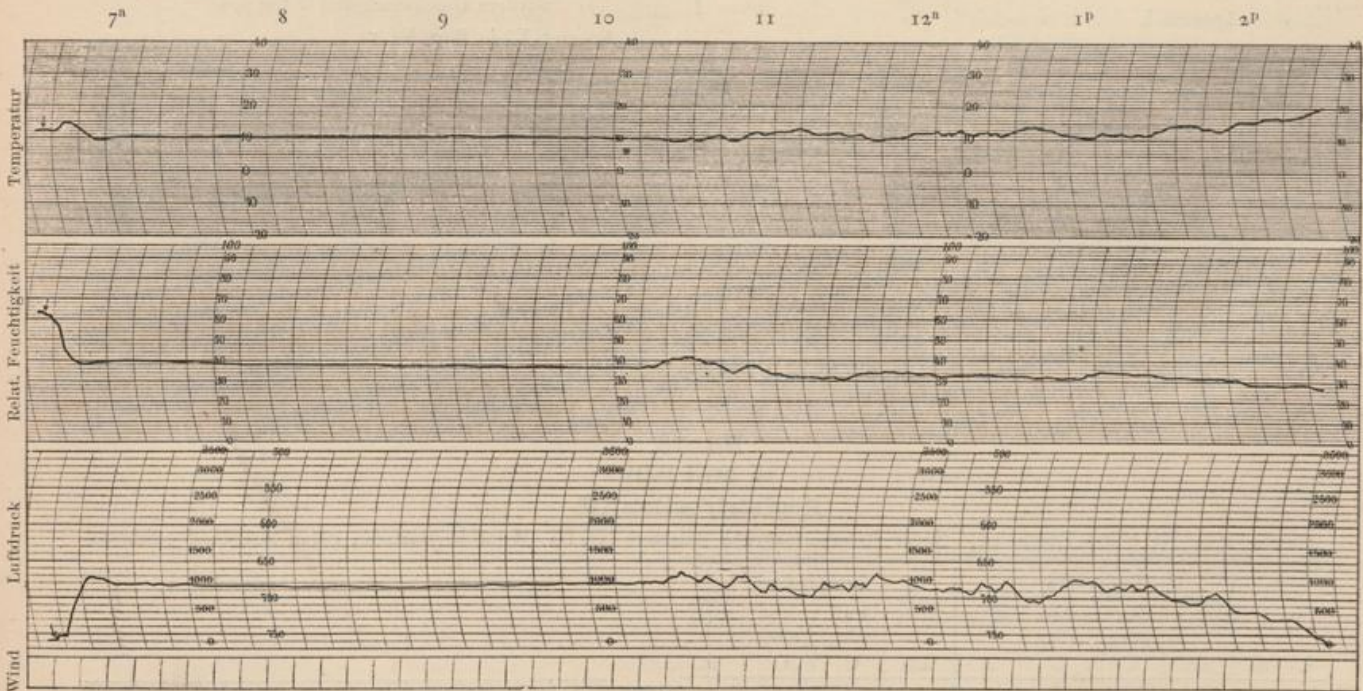
Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³; 1500 m Kabel.

Bewölkung 1° str, ci, ∞°, Wind E 1.

Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit		Luft- druck mm	See- höhe mm	oben			unten		
h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	
6	39 ^a	765	40	Ballon auf	—	12.8	71	11	27 ^a	700.5	785	13.7	39	—	22.1	24		
	44	734.5	383	15.7	48	—	13.0	71		51	670	1159	11.0	36	N 53° E	22.4	31	
	50	689	923	13.3	40	—	13.2	68							ENE 2-3; cu 4			
	54	672	1132	10.7	40	—	13.3	67	12	27 ^b	696.5	833	13.4	34	—	22.9	25	
7	19	683.5	990	11.3	41	—	13.9	67		40	677	1072	12.1	34	—	23.0	25	
	39	685	972	11.3	41	—	13.5	78		52	706.5	715	14.8	33	—	22.7	23	
	58	685.5	966	11.2	40	—	13.8	78							Wind NNW 1			
8	27	687	948	11.3	40	—	16.0	64	1	6	675.5	1091	11.5	33	—	22.5	24	
	47	687.5	942	11.3	39	—	18.7	47		34	682	1011	12.1	35	—	22.8	28	
9	6	686.5	954	11.3	39	—	19.3	42		47	711.5	656	15.4	33	—	22.8	26	
	35	683	996	11.1	38	N 59° E	19.8	39		57	695	854	13.8	34	—	22.8	25	
10	4	681.5	1015	11.0	38	—	20.8	38		2	8	719.5	558	16.6	30	—	22.9	25
										17	731	422	17.7	30	—	23.0	26	
										30	753.5	160	20.0	30	—	23.2	26	
										37	—	40			Ballon unten	—	—	
										45	764	—				23.4	27	

Bewölkung 4², cu, cu-str; Wind ENE 1, fast still.



14. Mai 1901.

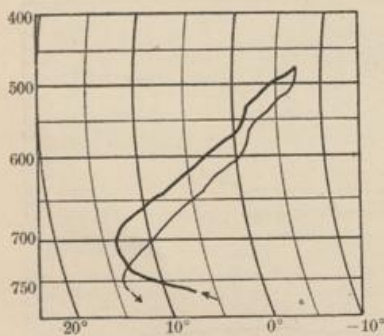
No. 74. 14. Mai 1901. Registrierballon I.

Gummiballon No. 5 mit Netz und Fallschirm,
Barothermograph Assmann No. I.

Zeit h m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
		Aufstieg C°	Abstieg C°	
3 53 ^a	765	6.8	(14.0)	40
	760	8.0	14.0	94
	750	11.6	13.0	204
	740	13.0	13.5	317
	730	13.4	12.7	432
	720	13.6	11.6	548
	710	13.7	10.6	666
	700	13.6	9.8	785
	680	12.5	8.0	1028
	660	10.1	6.0	1278
	640	7.4	3.6	1532
	620	5.2	1.8	1793
	600	3.2	-0.6	2060
	580	1.0	-1.8	2334
	560	-0.5	-2.0	2615
	540	-1.1	-3.7	2906
	520	-2.7	-5.2	3207
	500	-4.4	-7.3	3518
	490	-5.7	-7.3	3677
	480	-6.8	-7.4	3840
	473	-7.5	—	3954

Gelandet 5^a bei Phöben, 33.5 km nach WSW, Dauer 1 Std. 7 Min.,
mittlere Geschwindigkeit 8.4 m p. s.

Apparat I.



14. Mai 1901.

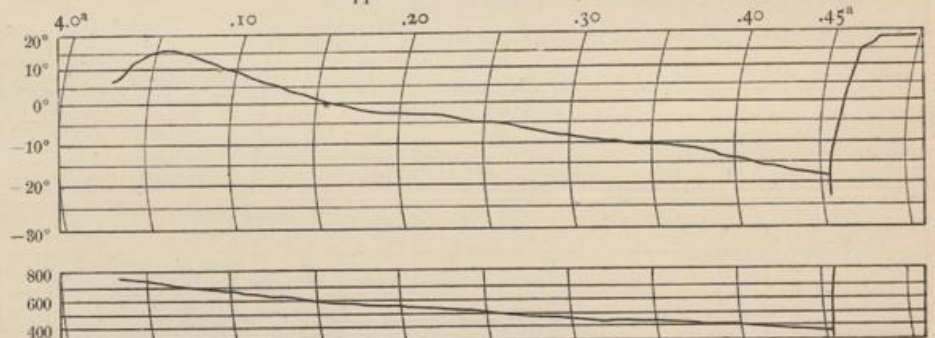
No. 75. 14. Mai 1901. Registrierballon II.

Gummiballon No. 7 mit Fallschirm,
Barothermograph Teisserenc de Bort No. 54.

Zeit h m	dt	Luftdruck mm	Temperatur C°	Seehöhe m
3	0	765	6.0	40
4	1	750	12.2	205
5	2	730	15.0	433
6	3	720	15.5	550
7	4	710	14.0	668
8	5	700	12.2	787
9	6	680	10.5	1029
10	7	660	9.3	1278
11	8	645	7.5	1468
12	9	630	6.0	1661
13	10	615	4.1	1858
14	11	600	2.5	2059
15	12	590	0.7	2195
16	13	575	-0.6	2401
17	14	565	-1.5	2542
18	15	555	-2.5	2684
19	16	545	-2.8	2829
20	17	540	-3.2	2903
25	22	500	-5.0	3511
30	27	455	-8.5	4249
35	32	420	-10.0	4870
40	37	390	-14.3	5440
45	42	355	-18.5	6150

Uhr stehen geblieben.
Extrem-Werthe ca. 305 -24 **7275**
Gelandet 6.20^a bei Buchholz nahe Niemege, 72 km nach SW,
mittlere Geschwindigkeit 8.5 m p. s.

Apparat T. de Bort No 54.



14. Mai 1901.

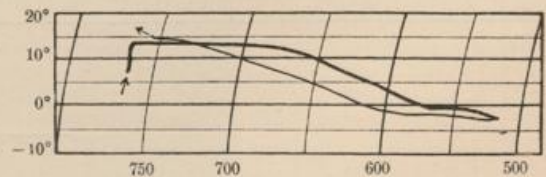
No. 76.
14. Mai 1901.
Registrierballon III.

Gummiballon No. 6 mit Fallschirm. Neuer Barothermograph Assmann No. III (Metallthermometer, gegen Strahlung geschützt).

Zeit h m	Luft- druck mm	Temperatur		See- höhe m	Luft- druck mm	Temperatur		See- höhe m
		Auf- stieg C°	Ab- stieg C°			Auf- stieg C°	Ab- stieg C°	
4 19 ^a	765	8.0	—	40	660	10.7	6.0	1280
	765(?)	13.5	—	?	640	8.6	3.7	1535
	760	13.5	—	95	620	6.0	0.6	1797
	750	13.5	14.5	207	600	3.0	-1.7	2064
	740	13.6	14.3	321	580	0.0	-2.3	2337
	730	13.4	13.4	436	560	-0.8	-2.6	2618
	720	13.3	12.5	552	540	-0.6	-2.8	2909
	710	13.2	11.0	670	520	-2.5	-2.8	3210
	700	13.0	10.0	788	516	-3.0	—	3271
	680	12.5	8.0	1030				

Gelandet 5 1/2^a bei Paretz, 32 km nach WSW.
Dauer 1 Std. 11 Min., mittlere Geschwindigkeit 7.5 m p. s.

Apparat III.



14. Mai 1901.

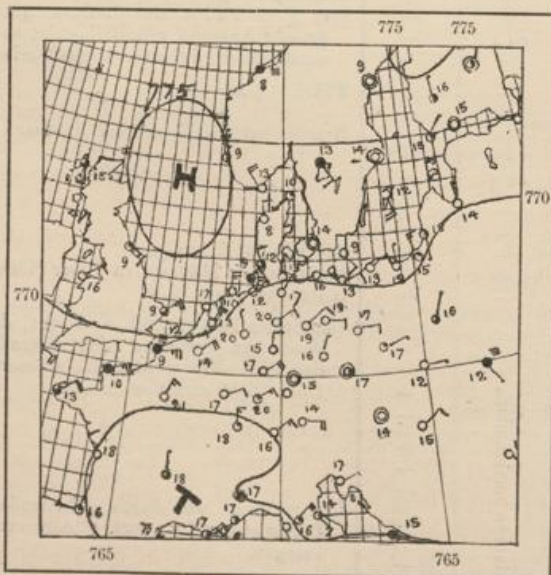
Zeit		Luft- druck reduc. mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung mm	Relative Feuchtig- keit %	Aktino- metrische Differenz C°	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
									oben	unten	
1	13 ^{1/2}	692	901	—	—	—	—	Fast ununterbrochen reine starke Sonne.	Im Ganzen unverändert.	—	Eben entdeckt, dass der oberste Theil der Reissbahn aufgegangen ist und ein ca. 60 cm langes Loch hat, durch das der Himmel hereinguckt; wir fliegen trotzdem noch fast eine Stunde über lange Wälder, Bahn und zwei Chausseen, ehe ich den Ballon zur Landung bringe.
	16	692.5	895	—	—	—	—				
	18	687.5	955	13.4	4.7	41	—				
	20	685.5	980	—	—	—	—				
	27	667	1210	11.8	4.5	43	—				
	37	646	1476	8.8	7.0?	84?	—				
	39	—	—	—	—	—	—				
2	30	—	—	Glatt gelandet auf Feld nahe Wahlitz, unweit Magdeburg.			—				
3	25	ca. 763	ca. 50	—	—	—	—	cu 3	—	Wind E-ENE 2-3.	
	31	ca. 763	ca. 50	23.7	5.8	27	—				

Mittlere Richtung: S 71° W. Dauer der Fahrt: 6 Stunden 27 Minuten. Länge: 118 km.
Mittlere Geschwindigkeit: 5.1 m p. s.

An der »Internationalen« vom 14. Mai 1901 — ihr Datum war wiederum mit Rücksicht auf die Kältetage festgelegt worden — nahmen von Berlin aus Theil: das Kgl. Aëronautische Observatorium mit einem bemannten Freiballon, einem Doppel-Aufstieg des Drachenballons und drei Ballons-sondes und die Kgl. Luftschiffer-Abtheilung mit einer Freifahrt. Der bemannte Ballon des Observatoriums musste in Folge eines Zufalles (siehe Tabelle und nachstehende Fahrtbeschreibung) seine Fahrt in sehr geringer Höhe abbrechen und so sind die Resultate nicht ganz denjenigen der vorangehenden Aufstiege gleichwerthig. Für die Temperaturverhältnisse konnten jedoch in der nachstehenden Diskussion auch die Ergebnisse der anderen Ballons herangezogen werden.

A. Beschreibung der bemannten Fahrt.

Bei wolkenlosem Wetter und leichtem Ostnordost verliessen wir, der Unterzeichnete und Assistent Knopp vom Kgl. Aëronautischen Observatorium, drei Minuten nach 8 Uhr früh das Tempelhofer Feld.



13. Mai 1901. 8P.

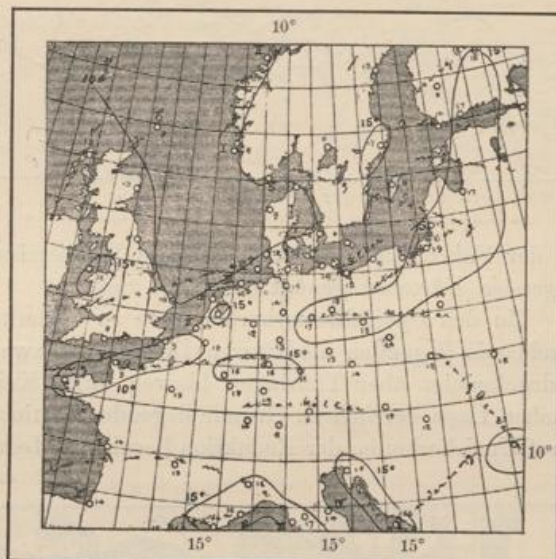
Wir trugen, da der Ballon eine Beimischung von 500 cbm Wasserstoff erhalten hatte, nicht weniger als 33 Sack Ballast à 15 kg an Bord, und obschon drei davon sofort geopfert werden mussten, um den etwas schwer abgewogenen Ballon nebst Schlepptau emporzubringen, so waren wir doch berechtigt, auf eine lange und hohe Fahrt zu hoffen. Ueber Steglitz und Wannsee trug uns der Wind mit sehr langsamer Bewegung (4—5 m p. s.) genau auf Potsdam zu, wo wir um 1/2 10 das Stadtschloss senkrecht unter uns hatten; die Höhen waren bislang dauernd unterhalb 1000 m geblieben. Schon jetzt fiel es mir auf, dass der Ballon sich viel schlechter hielt, als ich es von den ausgezeichnet gasdichten Ballons des »Vereins für Luftschiffahrt« von früheren Fahrten her gewohnt war. Trotz der steigenden Sonne, deren Einwirkung nur vorübergehend durch die beginnende Cumulusbildung beeinträchtigt werden konnte, musste fast dauernd mit grösseren Ballastmengen gearbeitet werden. Gegen 10 Uhr waren 1000 m erreicht, aber 1/2 Stunde später befanden wir uns wieder in kaum 500 m Höhe. Um dieselbe Zeit zogen wir am Militärballon

»Dohle« vorbei, welchen wir bald darauf in den Wäldern südlich von Lehnin landen sahen; da er nur eine Stunde vor uns abgefahren war, so erschien uns diese Landung am zeitigen Vormittag gleichfalls auf-

fällig. Unsere Fahrtrichtung wurde über 1000 m Höhe eine ziemlich rein westliche, vorübergehend sogar nach WNW führende. Zwischen 11 und 12 Uhr gelang es endlich, den Ballon etwas höher, in die Schicht von 1000 — 2000 m, zu bringen; als er aber genau um Mittag 2100 m erreicht hatte, begann er wieder und zwar fast unaufhaltsam zu fallen. Wir hatten jetzt erst die Basis der Haufenwolkenbildung erreicht, die also an diesem Tage sehr hoch lag. Dreiviertel Stunden später waren wir wieder bis 1100 m Höhe gesunken, obgleich seit Beginn der Fahrt 12 $\frac{1}{2}$ Sack, also nahezu 200 kg ausgegeben worden waren. Es war uns nunmehr völlig klar, dass der Ballon eine schadhafte oder irgendwie sonst undichte Stelle besitzen müsse; jedoch hatte sich an Ventil und Reissbahn bis dahin trotz sorgsamer Beobachtung nichts bemerken lassen. Da wir von 1 Uhr bis kurz vor $\frac{1}{2}$ 2 nach vorübergehendem Wiederanstieg auf 1500 m anhaltend fielen, so blieb der Füllansatz geschlossen und gestattete keinen Einblick in das Innere des Ballons; als jedoch um halb zwei die gewaltigen Ballastmengen, die wir warfen, um den Ballon noch zu halten — seit jenen 12 $\frac{1}{2}$ weitere 6 Sack! — denselben momentan zu raschem Steigen brachten und der Füllansatz sich wieder weit öffnete, gewahrte ich sofort, dass der oberste Theil der Reissbahn auf eine Länge von ca. 50 cm in voller Breite aufgegangen war und der blaue Himmel hineinschaute. Nun war alles klar — und auch, dass die Fahrt bald beendet werden musste. Wir besaßen noch 14 Sack Ballast; mit diesen gelang es, den im ganzen ja nicht zu hindernden Fall sehr zu verzögern, ja wiederholt noch den Ballon zum Gleichgewicht



14. Mai 1901. 8^a. Isobaren.



14. Mai 1901. 8^a. Isothermen.

und zum Steigen zu bringen. Es war dies um so nöthiger, als wir gerade jetzt sehr ausgedehnte Waldungen unter uns hatten, dahinter aber noch eine Eisenbahnlinie und Chausseen mit Telegraphenleitungen überflogen werden mussten. Da die Oeffnung nur sehr geringe Tendenz zeigte, sich zu vergrößern — sie mochte bei Schluss der Fahrt etwa 60 cm lang geworden sein — so konnte ohne jede Gefahr für uns von einer überstürzten Landung, mit Beschädigung von Ballon und Netz im Walde u. s. w. abgesehen werden. Wir fuhren noch nach Feststellung der Undichtigkeit, welche offenbar seit Anfang der Fahrt in geringerem, zunächst nicht wahrnehmbarem Grade vorhanden und wirksam war, eine volle Stunde weiter; um 2 $\frac{1}{2}$ Uhr wurde dann eine durchaus normale Landung auf freiem Felde bei Wahlitz nahe Magdeburg ausgeführt, bei der alles aeronautische wie auch wissenschaftliche Material völlig unversehrt blieb.

Das spontane Aufgehen der Reissbahn, welches allerdings unter Umständen die Fahrt nicht nur zu einem vorzeitigen, sondern auch schlimmen Ende hätte bringen können, erklärte sich aber dann durch den nachfolgenden Umstand. In der Aprilsitzung des »Vereines für Luftschiffahrt« war dem Fahrtenausschuss des Vereines der bestimmte Auftrag erteilt worden, die Reissbahn in Zukunft schwächer festkleben zu lassen als bisher, da dieselbe bei einer Fahrt im Winter trotz stärksten Zerrens an der Leine nicht aufgegangen sei und diesem Versagen der Verlust eines Vereinsballons zugeschrieben werden müsse, der ohne die hinausgeschleuderte und hinausgesprungene Bemannung des Korbes allein auf die Ostsee weitergeflogen war. Diese Direktive, der sich die Leitung des Fahrtenausschusses nur sehr ungern fügte — in richtiger Voraussicht ihrer Gefährlichkeit! — führte sehr bald zu dem anderen, noch viel gefahrvolleren Ergebniss des Selbstaufgehens der Reissvorrichtung.

B. Die meteorologischen Ergebnisse.

Die Witterungslage. Seit dem 12. Mai bereits hatte sich ein Hochdruckgebiet über Nord- und Centraleuropa ausgebreitet, während das Minimum über dem Mittelmeere lag. Die Gradienten waren zunächst nicht unerhebliche gewesen; im Laufe des 13. schwächten sie sich unter geringer Aenderung der Druckvertheilung immer mehr ab, besonders über dem centralen Theile des Kontinents und es trat hier bei schwacher Luftbewegung aus Osten heiteres und warmes Wetter ein. Ganz ausgesprochen war dies am



14. Mai 1901. 7^h. Isobaren.



14. Mai 1901. 7^h. Isothermen.

Tage der Fahrt selber der Fall und die Verhältnisse liegen hier so einfach, dass eine Verweisung auf die beiliegenden Kärtchen genügt (s. vorige Seite).

Zu den Specialwetterkarten wäre zu bemerken, dass am Morgen noch eine Trennung des im Süden Deutschlands liegenden niedrigeren Druckes in zwei Theile angedeutet ist, zwischen welche das nordische Hochdruckgebiet über Thüringen hinweg einen Keil nach dem östlichen Bayern vorschiebt; bei der ziemlich hohen Lage der hier zu Grunde liegenden Stationen kann jedoch diese Erscheinung auch bloss fiktiv sein und auf Unsicherheiten der Reduktion beruhen. Jedenfalls ist auf der Karte für 2^p dieses Zwischenmaximum



14. Mai 1901. 2^p. Isobaren.



14. Mai 1901. 2^p. Isothermen.

verschwunden und die Isobaren verlaufen über ganz Nord- und Mitteldeußland von ENE nach WSW. Die Wärmeschwankung ist, wie bei der Wetterlage und zu dieser Jahreszeit zu erwarten, eine grosse, besonders über dem Binnenlande: die Nachmittagsmaxima erreichten 22—24°, das Morgenminimum betrug meist unter 8° (in Erfurt sogar nur 4° bei 21.7° Maximum). Hervorzuheben ist auch die echt anticyklonische Trockenheit: Magdeburg hatte um 1^p nur 19 % relative Feuchtigkeit, ein bei uns sehr selten vorkommendes Minimum an Wasserdampfgehalt!

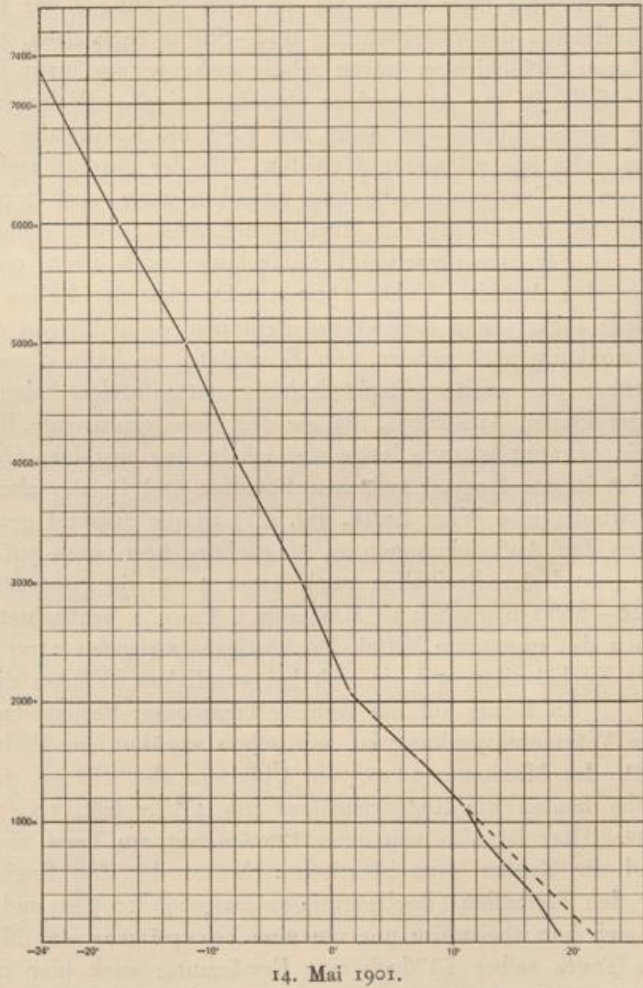
Die beifolgende kleine Tabelle und Zeichnung geben in gewöhnlicher Weise ein Bild von der vertikalen Temperatur-Vertheilung nach den leider nur bis 2100 m Erhebung reichenden Beobachtungen im bemannten Ballon; in der Zeichnung wurden auch die Mittelwerthe aus den Aufzeichnungen der drei Registrirballons verwendet.

Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
Erde	45	363	19.0	-2.3	-0.63	—	Erde — 1124	1079	- 8.0	-0.74
0-250	—		(21.7)							
250-500	408	244	16.7	-2.3	-0.94	3	(1072)	-10.7	-1.00	
500-750	652	210	14.4	-1.8	-0.86	7				
750-1000	862	252	12.6	-1.6	-0.64	5				
1000-1250	1124	281	11.0	-2.5	-0.89	5				
1250-1500	1405	117	8.5	-1.2	-1.02	4				
1500-1750	1522	117	7.3	-3.8	-1.03	1	1124 -- 2068	944	- 9.3	-0.99
1750-2000	1892	370	3.5	-1.8	-1.02	5				
Ueber 2000	2068	176	1.7			2				

Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 2100 m:

Zeit	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
12 ^a	2043 m	-20.4 ⁰	-1.00 ⁰

Bis rund 2000 m, wohin die direkten Augenablesungen reichen, sind die Verhältnisse ungewein einfach und charakteristisch für anticyklonale Verhältnisse in der wärmeren Jahreszeit. In der bodennächsten Schicht herrscht, nach den Aufzeichnungen des Drachen- und der freien Registrirballons, nachts und am frühen Morgen Temperatur-Umkehr, welche kurz vor Sonnenaufgang 8⁰ und mehr erreicht. Mit der fortschreitenden Erwärmung des Bodens verschwindet sie schon recht zeitig und bei Beginn der Freifahrt, um 8^a, findet hier bereits Abnahme nach oben statt, zunächst noch in mässigem Betrage. Ueber 400 m ist dieselbe schon sehr rasch und nur zwischen etwa 900 und 1100 m Höhe wurde eine Schicht mit langsamerem Gefälle festgestellt, 0.64⁰ p. 100 m, deren Bedeutung nicht klar ist, da sich hier noch keine Wolkenschichten vorfanden. Allerdings wurde »Dunst« bis nahezu 600 m Höhe konstatiert, doch ist es schwer, bei der beträchtlichen Höhendifferenz eine Beziehung zwischen beiden Erscheinungen zu konstruieren. Darüber hinaus ist das Gefälle ein fast durchaus streng adiabatisches, und zur Zeit der mitägigen Erwärmung unten findet sich sowohl für die zwei Tausendmeterschichten im einzelnen wie für die gesammte Erhebung eine Abnahme von genau 0.99⁰ bis 1.00⁰ p. 100 m.



Bei diesem indifferenten Gleichgewicht musste sich natürlich, nachdem die Erhitzung unten noch weiter fortgeschritten, sehr bald Tendenz zu aufsteigenden Luftströmen einstellen, welche sich zwischen die im Allgemeinen absteigende Masse einfügen; um 9^a20 beginnt die cu-Bildung. Die grosse Trockenheit der unteren Luftmassen, bei der anticyklonalen Lage und östlichen Luftzufuhr erklärlich, bewirkte, dass die Kondensationsgrenze innerhalb dieser aufsteigenden Fäden in relativ bedeutender Erhebung lag;

erst bei mehr als 2000 m wurden im Ballon 92% Rel. Feucht. abgelesen und dabei in gleicher Höhe aus geringer Entfernung die untere Grenze der Haufenwolken festgestellt. Die relative Feuchtigkeit war um diese Zeit auf der Erde nur noch 20–30%; von da bis 800 m Erhebung hatte sie 30–50%, zwischen 800 und 2000 m 60–80% erreicht. Doch waren die in den absteigenden Theilen befindlichen Luftmassen offenbar durchweg sehr trocken; so kam es denn nur zu einer cu-Bedeckung des Himmels von 3 bis höchstens 4 Zehnteln, und trotz des labilen Gleichgewichtes blieb jede obere Bewölkung, sowie jede Neigung zur Gewitterbildung aus.

Zu diesem letzteren Punkte muss jedoch bemerkt werden, dass sich labiles Gleichgewicht überhaupt nur in diesen unteren Schichten bis 2000 m vorfand. Für die darüber befindlichen Luftmassen ergeben die Registrierballons folgende Temperatur-Vertheilung (bis 4000 m sind Mittelwerthe gebildet):

Höhe	2000	3000	4000	5000	6000	7000 m
Temperatur	2.9	−2.3	−7.7	−12.0	−17.5	−22.0°
Abnahme p. 100 m	0.52	0.54	0.43	0.55	0.45°	

Es ist also von adiabatischen Verhältnissen nicht mehr die Rede, sondern das thermische Gefälle beträgt zwischen 2000 und 7000 m bei 24.9° Abnahme auf 5000 m fast ganz gleichmässig 0.5° p. 100 m. Demnach kann hier nicht mehr ein rein absteigender Strom angenommen werden, sondern es haben Mischungen stattgefunden, über deren Art die Aufzeichnungen der Ballons-sondes, welche weder Feuchtigkeit noch die Einzelheiten der Windrichtung und -Stärke registriren, naturgemäss keinen Aufschluss geben können. Die höheren Luftschichten waren relativ sehr warm, ganz besonders in Anbetracht der Jahreszeit, und dies ist jedenfalls für die Anticyklone charakteristisch. Wahrscheinlich ist auch zu beachten, dass die Bewegung der oberen Luftmassen mehr aus ESE bis E, die der ganz hohen vielleicht schon aus S bis SE gerichtet war, also aus wärmeren Gebieten, die der unteren mehr aus NE, also aus kälteren kam; dies würde die langsame Temperatur-Abnahme zwischen 2000 und 7000 m erklärlich machen. Diese aber setzte einer stärkeren cu-Bildung mit etwa entstehender Gewitterneigung eine Grenze.

Für eine derartige Winddrehung nach oben ergibt die Fahrtkurve des bemannten Ballons genügenden Anhalt. Ueber 1500 m schwenkte der Ballon ziemlich jäh um ca. 30° nach rechts, bei 1800 m wurde sogar schon ESE-Wind gefunden — und wenn auch zwischen hier und 2100 eine schwache Rückschwenkung nach nahezu rein E erfolgte, so kann diese sehr wohl nur vorübergehend gewesen sein und darüber eine weitere Rechtsdrehung stattgefunden haben. Wie betont, geben hierfür die Ballons-sondes leider keinen Aufschluss, da sie nur eine resultirende Richtung zu ermitteln gestatten und es bei ihnen nicht bekannt ist, wie lange sie sich in den einzelnen Höhen aufhielten. Gefallen sind alle drei nach kurzer Fahrt in der Gegend zwischen Potsdam und Belzig, also WSW-lich von Berlin. Sehr bezeichnend für den Ostwind (siehe Wiss. Luftf., Bd. III) ist die äusserst geringe Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben. Nach den Aufzeichnungen zu Magdeburg herrschten auf der Erde um Mittag 3.8 bis 4.0 m p. s.; demgegenüber fand der Freiballon auch kaum 4–5, ja gelegentlich weniger als 4 m, und nur in der Schicht von 1500–2000 m wurden als Maximum 6.8 m p. s. beobachtet, die über 2000 m wieder auf ca. 5 m zurückgingen. Auch das gesammte Mittel des Abstieges zwischen 2100 m und Erde beträgt nur genau 5 m p. s. Es sind dies Verhältnisse, wie sie sich bei westlichen Winden nicht vorfinden.

In Bezug auf die tägliche Temperatur-Periode lassen sich einige interessante Ermittlungen anstellen. Die Wärmeschwankung ist, wie schon erwähnt, am Boden sehr erheblich — in Berlin betrug das Minimum 5.8°, das Maximum 23.4°, die Differenz also 18° — und nimmt nach oben sehr schnell ab. In 2000 m Höhe fanden die Registrierballons um 4 Uhr früh 3.2, 2.8, 2.8, im Mittel 2.9°, der Freiballon zu Mittag 2.4°. Hier ist also von einer Erwärmung am Tage nichts mehr zu sehen; aber auch schon bei 1000 m sind die Zahlen ganz identische: Mittel der drei Registrierballons (4 Uhr früh) 11.8°, interpolirter Werth für den Freiballon (Beobachtungen zwischen 10 Uhr und 1½ Uhr zu Mittag) gleichfalls 11.8! Doch handelt es sich hier theilweise nur um eine Verspätung des Minimums in der freien Atmosphäre; denn im Laufe des Tages selber ist doch eine Erwärmung auch hier nicht zu verkennen. So fand der Drachenballon in 800 m Höhe um 1^a (Nacht vor der Freifahrt) 12.5, um 4^a 12.5, um 6^a 12.6, aber um 11½^a 13.6°.

Aehnlich der Freiballon:

in 700 m Höhe um	8½ ^a	13.8°;	um	10¾ ^a	14.2°;
» 950 m » »	9½ ^a	10.8°;	»	11 ^a	12.8°; um
» 1180 m » »	10 ^a	9.9°;	»	12¾ ^p	11.0°; »
» 1425 m » »	10¼ ^a	6.8°;	»	11 ^a	8.0°; »
» 2000 m » »	11½ ^a	2.4°;	»	12½ ^p	2.8°.

Darnach beträgt die Erwärmung auch noch bei 1400 m $2\frac{1}{2}^{\circ}$, und die ganz gleichen Temperaturen, die bereits für 1000 m Höhe die Registrierballons um 4° , der Freiballon aber am Mittag gefunden, beruhen vielleicht nicht lediglich auf zeitlicher Verschiebung, bezw. Verspätung des Umkehrpunktes der Temperaturkurve, sondern auch auf etwas zu hohen Angaben der Ballons-sondes in Folge von beginnender Insolationwirkung.

Für die Intensität der Sonnenstrahlung liegen nur wenige Ablesungen vor. Sie ergeben die grösste aktinometrische Differenz in der grössten Höhe von 2100 m mit 31.7° um 12 mittags. Bis 1000 m war der Betrag unter 20° geblieben; die zeitliche Steigerung betrug von 10 a. m. bis $12\frac{1}{2}^{\circ}$ in der mittleren Höhe von 1150 m nur 3° , von 18° auf 21° .

No. 78—82.

12. und 13. Juni 1901. 17. Internationale Fahrt.

Die Witterung der ersten Juniwoche war eine ziemlich ausgesprochen sommerliche, aber regen- und vom 10. an auch gewitterreiche gewesen, wobei flache Depressionen mit langsamer Fortbewegung über Centraleuropa herrschten; die Temperaturmaxima überstiegen vielfach 20° beträchtlich, ausser an der Nordseeküste, wo dieser Werth kaum überschritten wurde. Vom 11. an traten Depressionen in höheren Breiten auf, während sich gleichzeitig ein Keil höheren Luftdruckes vom Biscaischen Busen her durch Centraleuropa vorschob. Die unter dessen Einfluss herrschende erheblich kühlere, aber ziemlich heitere Witterung, wie sie das Kärtchen vom 12. Juni 8° erkennen lässt, erlitt durch das schnelle Vordringen eines sekundären Minimums im Laufe des Tages insofern eine Aenderung, als, wie die Abendkarte zeigt, die Bewölkung besonders in Norddeutschland zunahm und bei auffrischenden südwestlichen Winden vielfach Regenfälle eintraten. Während der Nacht zum 13. Juni bildete sich nun ein barometrisches Minimum über Nordwestdeutschland aus, das am anderen Morgen mit mässigen cyklonalen Winden und Niederschlägen über der unteren Elbe lag, wie dies unser Kärtchen für 8° zeigt. Die Witterung blieb auch ferner noch unter der Herrschaft flacher Depressionen kühl und regnerisch, eine Wetterlage, die für die Mitte des Monats Juni charakteristisch zu sein pflegt.

Am 13. Juni sollte die 17. internationale Ballonfahrt stattfinden, weshalb unserer Gewohnheit gemäss schon am Vortage versucht wurde, mittels Drachen Aufzeichnungen zu gewinnen. Dies gelang auch am Vormittage bis zur Höhe von 1100 m, während gegen Abend bei schwächerem Winde der Drachenballon von $9\frac{1}{2}^{\circ}$ bis $2\frac{1}{2}^{\circ}$ am 13. bis zu 815 m Höhe gebracht werden konnte. Als gegen Morgen der Wind wieder stark auffrischte, wurden wiederum Drachen verwandt, die von 8 bis $11\frac{1}{2}^{\circ}$ funktionirten, bis sie, durch den bis zu einer Geschwindigkeit von über 20 m p. s. angewachsenen Wind zerbrochen, herabstürzten, wobei der Draht mit der Arbeitsleitung der elektrischen Strassenbahn Berlin—Tegel in Berührung kam und, dank dem parallel geführten geerdeten Sicherheitsdraht (s. hierüber S. 55), durchbrannte, ohne weiteren Schaden als den Verlust des Drahtes, anzurichten. Die Drachen flogen mit dem Apparat und 3000 m Draht davon, ersterer wurde nach einigen Tagen, verhältnissmässig wenig beschädigt, bei Rosenthal aufgefunden.

Ausserdem wurde ein Gummiballon Morgens $3^{\text{h}} 8\frac{1}{2}^{\circ}$ und ein zweiter um $3^{\text{h}} 25^{\circ}$ aufgelassen.

Es sei nun zunächst über diese 5 Experimente im Einzelnen berichtet, wonach deren Ergebnisse zusammengefasst werden sollen.

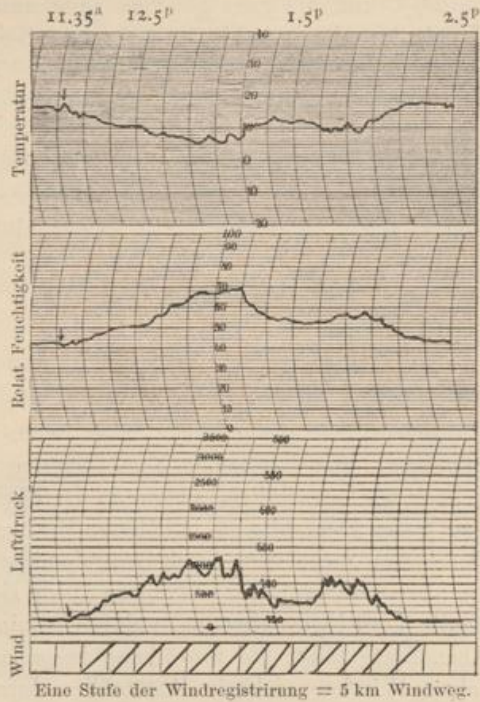
No. 78.

12. Juni 1901.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (8 m²). 1300 m Kabel.

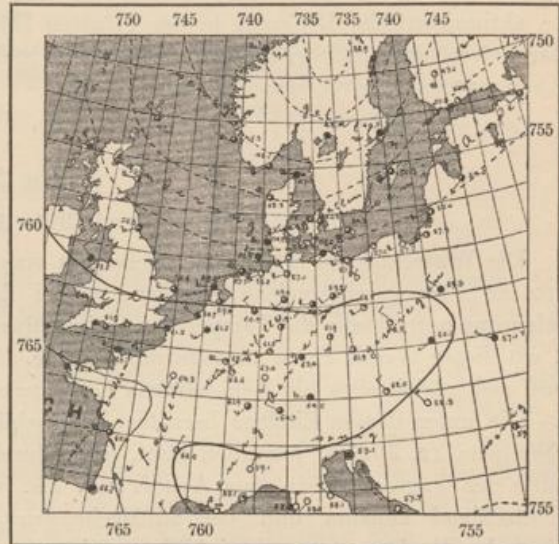
Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten			Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Tempe- ratur C°				Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	
11 36 $\frac{1}{2}$ ^a	753.8	40	Apparat auf			16.4	42	12 28 ^p	—	—	Drachen in Wolken			—	—	
48	740	195	13.2	45	8.0	16.4	43	37	664	1087	5.0	69	8.5	17.0	50	
53	724	378	11.5	48	9.5	16.6	43	57	732	277	12.5	55	11.5	—	—	
12 5 ^p	720	422	10.7	50	8.5	16.8	45	1 9	730	298	12.2	53	9.0	17.9	45	
25 $\frac{1}{2}$			Bewölkung 8 ¹ cu, ● tr					20	692	741	8.5	55	8.5	—	—	
26	670	1015	5.5	66	7.4	16.3	48	40	740	178	14.0	52	8.0	—	—	
								50	752	40	Apparat unten		7.0	17.7	45	



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

12. Juni 1901.

Mittlere Temperatur-Abnahme
 von Erde — 200 m = 2.07° p. 100 m (beim Aufstieg)
 » 200—1015 m = 0.95° » » » »
 » 1015—1087 m (in den Wolken) = 0.69° p. 100 m
 » 1078—178 m = 0.99° p. 100 m (beim Abstieg)
 » 178—Erde = 2.67° » » » »



12. Juni 1901. 8^a. Isobaren.

Wetterlage: Anticyklone, doch Barometer schnell fallend, da sich eine Theil-Depression von West her nähert, unter deren Einfluss die Bewölkung zunimmt.

Die Temperaturabnahme in der untersten Schicht bis zu 200 m Höhe ist eine ganz ungewöhnlich schnelle und entspricht dem vollen labilen Gleichwichte; die Möglichkeit einer irrthümlichen Registrirung, etwa in Folge noch nicht genügender Einstellung des Thermographen vor dem Aufstiege, wird durch die noch grössere Temperaturabnahme in derselben Schicht bei dem Abstiege ausgeschlossen. Nahezu labiles Gleichgewicht herrschte bis zur Wolkengrenze, die bei wenig über 1000 m erreicht wurde. Innerhalb der Wolken, in die der Apparat nur für kurze Zeit eintauchte, betrug die Abnahme nur 0.69° pro 100 m. Bei dem Abstiege wurden völlig analoge Werthe gefunden. Die Temperatur war unten zwischen 11¹/₂^a und 1^p von 16.4 bis 17.9° gestiegen, begann aber dann langsam zu fallen. Die relative Feuchtigkeit, die weniger als 42 % betrug, nahm mit der Höhe zuerst langsam, von 600 m Höhe an schneller zu, und erreichte an der unteren Wolkengrenze 69 %; beim Abstieg sank sie wieder auf 45 %. Um 12^h 25, als die Drachen in die Wolken (8¹ cu) eintauchten, fielen einige Regentropfen. Der etwas böige Wind wehte aus W mit einer Geschwindigkeit von 7—8 m p. s., die Drachen wichen bis zu etwa 400 m Höhe gegen 15° nach links aus, schwenkten aber an der unteren Wolkengrenze weit nach rechts, wobei der Wind so viel schwächer wurde, dass schnell sogar mit der »grossen Geschwindigkeit« der Winde, d. h. 3.6 m p. s., eingeholt werden musste, um sie vor dem Niederfallen zu bewahren. Bei 300 m frischte der Wind wieder auf, so dass wieder ausgelassen werden konnte; bei 700 m wiederholte sich das Rechtsschwenken und Schwächerwerden des Windes, sodass der Aufstieg beendet werden musste. Die Bewölkung bestand aus einer bei 1000 m Höhe von den Drachen erreichten durchbrochenen Cumulusschicht von wiederholt wechselnder Ausbreitung, über welcher Cirrostraten lagen.

Am Nachmittag nahm die Bewölkung im Allgemeinen zu und bildete Abends eine geschlossene Nimbusdecke, aus der Regentropfen fielen; der Wind war bis zu 3 m p. s. abgeflaut und schwankte zwischen WNW und WSW, als der Drachenballon aufgelassen wurde.

No. 79.

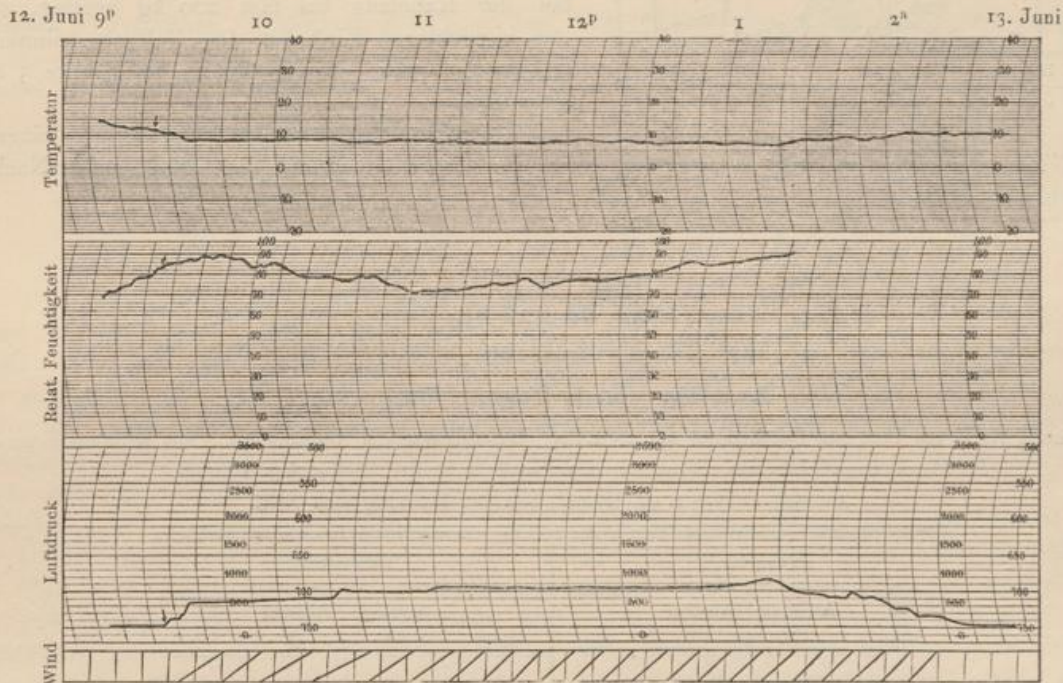
12./13. Juni 1901.

Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m², 1200 m Kabel.

Bewölkung 10¹, Regentropfen.

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰	h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰
12. Juni								13. Juni							
9 4 ⁰	—	—	—	—	—	11.2	85	12 2 ^a	694	677	7.4	77	6.5	—	—
29	750.5	40	Ballon auf	—	3.0	11.0	85	17	—	—	—	—	—	10.8	85
38	716	431	8.7	88	3.5	—	—	41	692	698	7.1	86	7.4	—	—
49	—	—	—	—	—	11.0	88	48	—	—	—	—	—	10.5	88
57	—	—	—	—	N 83 ⁰ W	—	—	1 13	682	815	6.5	92	6.8	—	—
10 27	711	485	8.6	78	4.0	—	—	19	—	—	—	—	—	10.5	85
40	—	—	—	—	S 83 ⁰ W	11.0	86	46	—	—	—	—	—	10.2	83
56	712	588	8.4	72	5.5	—	—	53	710	476	8.2	—	8.0	—	—
11 24	694	680	7.7	75	S 85 ⁰ W	—	—	2 5	726	290	10.0	—	9.5	—	—
40	—	—	—	—	—	11.0	86	28	748	40	Ballon unten	—	5.0	10.3	82



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.

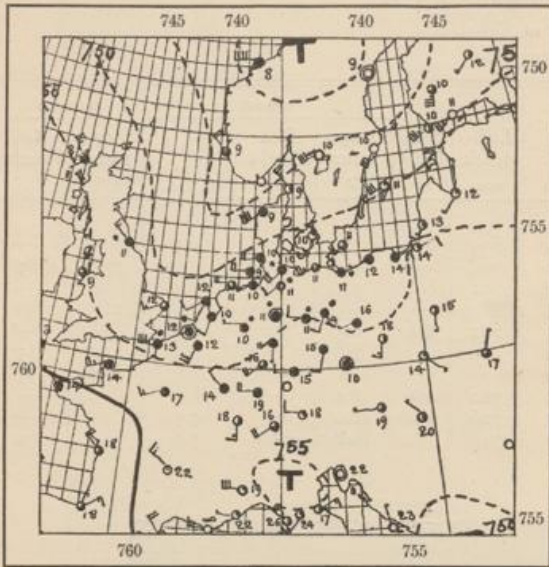
12/13. Juni 1901.

Mittlere Temperatur-Abnahme

- von Erde—430 m = 0.64⁰ p. 100 m (beim Aufstieg)
- » 430—590 m = 0.19⁰ » » » » »
- » 590—815 m = 0.84⁰ » » » » »
- » 815—476 m = 0.50⁰ » » » (beim Abstieg)
- » 476—290 m = 0.97⁰ » » » » »
- » 290—40 m = 0.12⁰ » » » » »

Die ausserordentlich starke Temperaturabnahme, die in den Mittagstunden bis zur Höhe von 200 m und in geringerem Masse bis zu 1000 m geherrscht hatte, war vollständig verschwunden: sie hatte einer dem Kondensationsstadium entsprechenden von 0.64⁰ p. 100 m bis zu 430 m Höhe Platz gemacht, während in der nächst höheren Schicht von 160 m Dicke nahezu Isothermie herrschte; jedoch fand sich über dieser wieder ein beträchtlich grösseres Temperaturgefälle von 0.84⁰ p. 100 m bis zur Höhe von 815 m vor. Die relative Feuchtigkeit, die unten während der ganzen Dauer des Aufstieges 85 bis 88⁰/0 betrug, wuchs bis zur Höhe von 430 m auf 88⁰/0, nahm aber dann in der isothermen Zone bis auf 72⁰/0 ab, um in der

höheren Schicht mit starker Temperaturabnahme wieder anzusteigen, so dass in der grössten Höhe 92⁰/₁₀ registriert wurden. Leider brach hier die Kurve ab, so dass vom Abstieg Aufzeichnungen nicht erhalten



12. Juni 1901. 8^p.

wurden. Zwischen 11^h 10^p bis 1^a, als der Ballon in einer Höhe von etwa 700 m stand, sank die Temperatur langsam, während dies in der darüber liegenden Schicht nicht der Fall war: in Folge dessen wurde beim Abstieg bis zu 500 m Höhe eine erheblich geringere Temperaturänderung gefunden als beim Aufstieg, darunter aber bis zu 290 m eine beträchtlich stärkere, die indess in der erdnächsten Schicht in eine Isothermie überging. Ob der Grund für diese deutlich ausgesprochene Verlegung der thermischen Schichten in dem wiederholt festgestellten Aufbrechen und Wiederaus zusammenschliessen der Bewölkung, oder in der Herbeiführung anders temperirter Luftmassen zu suchen ist, lässt sich nicht entscheiden. Gleichzeitig nahm die Windgeschwindigkeit, die bei 800 m Höhe nur 6.8 m p. s. betragen hatte, bis zu 9.5 m p. s. zu, wobei der Kabelzug bis fast 200 kg anstieg, so dass ein vorsichtiges Einholen des Ballons geboten war. Gegen 2^h a. war die Bewölkung bis Stärke 3 zurückgegangen.

Die Abendkarte lässt die Entwicklung einer Rand-Depression über der südlichen Nordsee erkennen, deren Einfluss sich während der nachfolgenden Nacht über Norddeutschland ausbreitete.

No. 80 und 81.

13. Juni 1901.

Aufstieg von 2 Registrierballons.

a) Gummiballon No. 6 von 1200 mm Durchmesser mit 2.5 m³ H. Barothermograph Assmann No. 4 mit Metallthermometer und Strahlungs-Schutzrohr. Korb mit Nickelpapier bekleidet. Schwacher Auftrieb.

Aufstieg 3^h 8¹/₂^m a. m., Himmel bewölkt, Richtung nach NNE.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C ^o	Abstieg C ^o			Aufstieg C ^o	Abstieg C ^o	
749.0	10.2	—	40	640	3.5	—	1332
740	9.0	—	140	620	2.0	—	1590
730	8.6	—	255	600	0.5	-0.2	1855
720	8.2	—	370	580	-0.2	-2.0	2130
710	7.6	—	484	560	-2.0	-2.6	2410
700	7.3	—	600	540	-3.5	-3.5	2695
680	6.0	—	839	520	-4.0	—	2995
660	4.0	—	1080				

Gelandet bei Buch (Nied. Barnim), erst am 19. Juni 8¹/₂^a gefunden; 15 km nach N 55^o E.

Kurve durch Regen stark verwaschen, nicht reproducirbar.

Mittlere Temperaturabnahme zwischen:

Erde und	140 m Höhe	= 1.20° p. 100 m.
140 »	840 »	= 0.43 » » »
840 »	2410 »	= 0.51 » » »
2410 »	3000 »	= 0.34 » » »

b) Gummiballon No. 5 von 1200 mm Durchmesser mit 3 m³H. Barothermograph Assmann No. II mit Bourdonrohr.
Korb mit Nickelpapier bekleidet.

Aufstieg 3^h 25^m a. m. Himmel bewölkt. Richtung nach NNE.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C°	Abstieg C°			Aufstieg C°	Abstieg C°	
749.0	10.0	—	40	500	-7.0	-9.8	3301
740	8.4	—	140	480	-8.3	-11.5	3620
730	8.0	—	253	460	-9.5	-12.0	3950
720	7.7	—	367	440	-12.4	-13.8	4293
710	7.7	—	484	420	-14.3	-16.2	4648
700	7.4	5.0	600	400	-15.7	-19.5	5018
680	6.7	3.6	839	380	-17.0	-20.3	5405
660	4.7	2.6	1082	360	-19.3	-22.3	5810
640	3.7	1.4	1333	340	-21.8	-24.0	6235
620	2.0	-0.5	1590	320	-24.0	-28.0	6682
600	0.5	-1.8	1855	300	-28.6	-33.0	7152
580	-1.0	-2.0	2127	280	-32.7	-36.0	7645
560	-2.4	-4.0	2406	260	-36.0	-41.0	8166
540	-3.6	-5.3	2695	240	-41.2	-44.7	8720
520	-4.5	-7.2	2993	220	-43.5	—	9315

Gelandet bei Falkenburg, Kr. Dramburg, gefunden 14. Juni 7^h 30^p. Mittlere Richtung nach N 50° E, Entfernung 210 km

Mittlere Temperaturabnahme zwischen:

Erde und 140 m Höhe	=	1.60°	pro 100 m.
140 » 840 » »	=	0.24°	» » »
840 » 2400 » »	=	0.58°	» » »
2400 » 3000 » »	=	0.36°	» » »
3000 » 6235 » »	=	0.59°	» » »
6235 » 9315 » »	=	0.71°	» » »

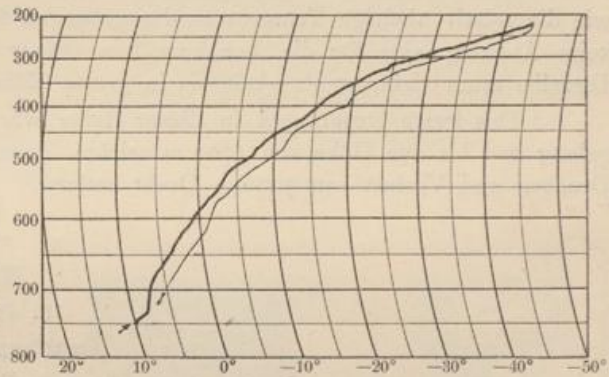
Die Vergleichung der Wetterkarten für 8^p am 12. und 8^a am 13. Juni lehrt, dass während der zwischen ihnen liegenden Nacht das Barometer um 10 mm gefallen ist und sich aus der keilförmigen Depression ein gut definirtes Theilminimum ausgebildet hat; dasselbe bewegte sich im Laufe des Tages sehr langsam, aber mit zunehmender Tiefe nach Nordost, lag

Nachmittags 2 Uhr über Rügen und Abends 8 Uhr bei Wisby. Am nächsten Tage verschwand es in dem weiten Gebiete niederen Druckes, das über ganz Europa ausgebreitet lag und bis zum 16. bestehen blieb.

Der erste Ballon, (No. 6) der etwas zu wenig Gas erhalten hatte, stieg mit geringem Auftrieb empor und dürfte deshalb, beim Durchbrechen der Wolken mit Schnee belastet, bald wieder zur Erde herabgesunken sein, während der andere zwar weiter gestiegen ist, aber doch, wahrscheinlich aus demselben Grunde, nur eine Höhe von 9315 m erreicht hat. Leider wurde No. 6 erst eine Woche später aufgefunden, so dass auf dem durch Regen völlig durchweichten Papier die Kurve stark verwischt war und deshalb nicht reproducirt werden konnte. Immerhin liessen sich die in der Tabelle angegebenen Werthe ermitteln, doch dürfte denen der anderen Kurve, die in tadelloser Weise gezeichnet war, der Vorzug zu geben sein.

Aus den Zusammenfassungen am Fusse der Tabellen ergibt sich, wie dies auch die Kurve selbst erkennen lässt, dass in den untersten 100 Metern eine ganz beträchtliche Temperaturabnahme gefunden wurde, auf welche eine Schicht von 700 m Dicke folgte, in der diese ausserordentlich gering war; zwischen 300 und 500 m Höhe herrschte sogar volle Isothermie. Ueber dieser wurde wieder stärkere Abnahme (0.58° pro 100 m) bis zur Höhe von 2400 m gefunden, der wieder eine Schicht erheblich geringerer (0.36° pro 100 m) bis zu 3000 m Höhe folgte. Nun wuchs der thermische Gradient mit zunehmender Höhe regelmässig an und erreichte zwischen 6300 und 9300 m den Werth von 0.71° pro 100 m.

Leider hatten sich Beobachtungen über Wolkendecken in verschiedenen Höhen nicht anstellen lassen, da die unteren tiefen Wolken jede weitere Himmelschau verhinderten. So lässt sich auch ein etwa vorhandener Zusammenhang zwischen diesen im Regime einer barometrischen Depression nicht unwesentlichen Schichtungen und Kondensationsvorgängen nicht ermitteln.



13. Juni 1901. Apparat II.

Die Abstiegskurve liegt, wie stets in Folge der Reifbildung am Apparate, um 4 bis 5^o niedriger als die des Aufstieges in gleichen Höhen; sie zeigt aber trotzdem die Unterbrechungszonen in der vertikalen Temperaturvertheilung sehr deutlich, wenn auch in etwas verschobenen Höhen. Da jede Spur eines Strahlungseinflusses in der Kurve fehlt, muss man annehmen, dass der Ballon nicht lange nach Erreichung seiner grössten Erhebung in's schnelle Fallen gerathen ist; auch die in den unteren Schichten aufgezeichnete Temperatur lässt, obwohl die Kurve bei 600 m abbricht, den Schluss zu, dass der Ballon nicht allzulange nach Sonnenaufgang zur Erde gekommen ist; im Nordosten betragen aber die Temperaturen um 8^a 14 bis 15^o. Da der Ballon erst abends, aber völlig gasleer, gefunden wurde, lässt sich die Geschwindigkeit des Windes nicht ermitteln, zumal nicht feststeht, ob er erst in den Bäumen zerrissen ist, in denen er hing, oder ob er in der Höhe geplatzt ist. Nimmt man eine Fahrdauer von 3 Stunden an, so ergibt das bei der beträchtlichen Entfernung des Landungsortes von 210 km immerhin noch die grosse mittlere Geschwindigkeit von 19.5 m p. s.

Eine Darstellung der Temperaturen nach Kilometerschichten erhält man am einfachsten durch graphische Interpolation, wobei sich folgendes ergibt:

Temperaturen von	. . . . .	40 m	1 km	2	3	4	5	6	7	8	9 km	
mit Apparat 4	. . . . .	10.2 ^o	4.5	0.0	-4.0							
»	»	2	10.0 ^o	5.0	-0.5	-4.5	-10.0	-15.7	-20.5	-27.3	-37.0	-41.3
Abnahme pro km nach Apparat 2			5.2 ^o	5.5	4.0	5.5	5.7	4.8	6.8	9.7	4.3	

Die für die Zeit des höchsten Sonnenstandes sehr tiefe Lage der Isotherme 0^o bei 2000 m sowie die relativ niedrige Temperatur der grösseren Höhen in einem ausgesprochen cyclonalen Regime giebt keine Anhaltspunkte für die Annahme konvektiver Vorgänge bei der Entstehung der Barometerdepression. Dieselbe muss vielmehr als »kalt bis in grosse Höhen hinauf« bezeichnet werden.

Das letzte Experiment in dieser Reihe war ein Drachenaufstieg, der in der Zeit von 8 bis 11^{1/2}^a gelang und bis zur Höhe von 1700 m reichte, dann aber mit dem nur allzuoft erfolgenden Abreissen der Drachen und Verlust von 3000 m Draht endigte.

No. 82.

13. Juni 1901.

Drachen - Aufstieg.

3 Drachen (15 m²). 3750 m Kabel.

Bewölkung 10¹, dauernd ☉^a.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
8 5 ^a	743	40	Apparat auf		8	12.5	75	9 56 ^a	606	1712	4.1	81	13	—	—
14	699	549	9.5	—	—	—	—	10 2	644	1214	7.4	84	15	—	—
22	654	1098	7.0	80	S 71 ^o W	—	—	12	—	—	—	—	—	13.5	88
55	648	1170	6.0	90	13	—	—	19	608	1683	4.1	85	14	—	—
9 12	640	1260	5.0	82	S 79 ^o W	12.6	90	35	640	1262	7.5	80	20	—	—
25	633	1360	4.4	72	12	—	—	37	741.5	40	—	—	—	13.6	89
36	610	1660	3.5	75	14	—	—				Apparat unten				

Mittlere Temperatur-Abnahme

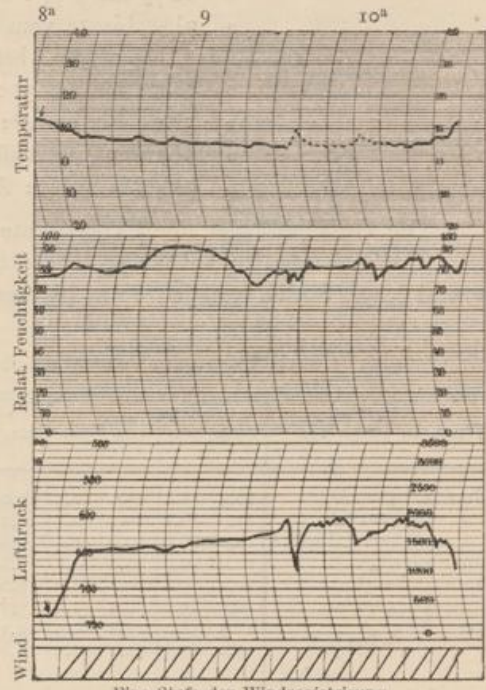
- von Erde—1100 m = 0.50^o p. 100 m (beim Aufstieg)
- » 1100—1260 » = 1.20^o » » » » »
- » 1260—1660 » = 0.38^o » » » » »
- » 1660—1712 » = -1.10^o » » » Zunahme
- » 1712—1214 » = 0.66^o » » » (beim Abstieg)
- » 1214—1683 » = 0.70^o » » » » »
- » 1683—1262 » = 0.81^o » » » » »
- » 1262—Erde » = 0.48^o » » » » »

Die Wetterlage ist jetzt eine ausgesprochen cyclonale geworden; der Beobachtungsort liegt an der Südseite der langsam nach Nordost wandernden Depression, der Wind ist demnach WSW, am Erdboden und bis zu 1700 m Höhe von mässiger Stärke, die aber von 11^{1/2} Uhr an ganz beträchtlich zunimmt.

Ein Hauptdrachen von 5 m² Grösse mit gekrümmten Stahlflächen, und ein gleichgrosser Sicherheitsdrachen, beide elastisch gefesselt, wurden 8^h 5^a aufgelassen, 140 m tiefer am Draht befestigt der Richard'sche Registrirapparat. Das Azimut der Drachen geht bei dem Aufsteigen nur wenig nach rechts, von N 71° E in 1600 m Höhe nach N 79° E in 1700 m; um grössere Höhe zu gewinnen wird ein Hilfsdrachen angebracht, der aber bald, da die Windgeschwindigkeit über 20 m p. s. steigt, ausklinkt; die beiden anderen Drachen werden zerbrochen und herabgedrückt und der Draht fällt auf die elektrische Bahnleitung, wo er durchbrennt.

Die Temperaturabnahme in dem untersten Höhenkilometer ist bei völlig bewölktem Himmel und dauerndem schwachen Regenfall eine geringe, dem Kondensationsstadium nahezu entsprechende; trotzdem ist die Luft, weder in den tieferen Lagen (Rel. Feuchtigkeit 75 0/0) noch in den Wolken selbst (90 0/0) mit Wasserdampf gesättigt. Darüber befindet sich eine nur 150 m mächtige Schicht mit labilem Gleichgewicht (1.2⁰ Abnahme auf 100 m), über dieser wiederum eine solche von 400 m Höhe mit sehr geringer Abnahme (0.38⁰ pro 100 m), auf welche eine Umkehrschicht folgt, die vom Apparat nur eben mit 50 m Höhe erreicht wurde (1.1⁰ auf 100 m). Da ein Strahlungseinfluss bei einer Windgeschwindigkeit von 13 m p. s. als ausgeschlossen gelten darf, kann man an der Temperatur-Inversion nicht zweifeln und annehmen, dass dieselbe über der oberen Wolkengrenze zu Stande gekommen sein dürfte. Vielleicht entsprach auch die in der darunterliegenden Schicht zwischen 1260 und 1660 m Höhe gefundene geringe Temperatur-Abnahme einer Mischungszone über der Wolkenoberfläche, die hiernach etwa bei 1300 m gelegen hätte; auch wurde in dieser Schicht die relative Feuchtigkeit erheblich geringer gefunden (72 0/0). Eine Zunahme der Windstärke wurde in der obersten Schicht zwar nicht festgestellt, doch beweist das wiederholte Herabsinken der Drachen (s. die Kurve bei 9^h 40 und 10^h) starke Schwankungen in der Windgeschwindigkeit, die einen vertikalen Luftaustausch vernuthen lassen. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass in grösserer, von den Drachen nicht mehr erreichten Höhe erheblich stärkerer Wind geherrscht hat, der, später weiter abwärtsgreifend, in 1250 m Höhe eine Geschwindigkeit von über 20 m p. s. erreicht und den Drachen in der Luft zerbrochen hat.

Die Experimente vom 12. und 13. Juni hatten die erwünschte, leider nicht allzuoft anzutreffende Gelegenheit gegeben, während eines ausgesprochenen Regime-Wechsels zwischen anticyklonaler und cyclonaler Druckvertheilung eine Reihe von thermischen Querschnitten durch die Luftschichten bis zur Höhe von 1700 m zu gewinnen, die sich über einen 24 stündigen Zeitraum vertheilen. Es erscheint deshalb nicht ohne Interesse, an der Hand derselben den Temperaturgang in den verschiedenen Höhen während dieses Zeitraumes zu ermitteln.



Eine Stufe der Windregistrirung
= 5 km Windweg.
13. Juni 1901.



13. Juni 1901. 8^a. Isobaren.

Diese 8 Sondirungen selbst umfassten folgende Zeiträume:

- 12. Juni 11^{1/2}^a bis 12^{1/2}^p: Aufstieg von Drachen bis 1100 m Höhe.
 - » 12^{1/2} bis 1^{3/4}^p: Abstieg derselben.
 - » 9^{1/2}^p bis 1^a vom 13. Juni: Drachenballon bis 800 m Höhe.
- 13. Juni 1 bis 2^{1/2}^a: Abstieg desselben.
 - » 3^h 8^m bis ca. 3^h 25^m a: Aufstieg des Registrierballons No. 6 (bis 3000 m Höhe).
 - » 3^h 25 bis ca. 4^a: Aufstieg des Registrierballons No. 5 (bis 9300 m Höhe).
 - » 8^a bis 9^{1/2}^a: Aufstieg von Drachen bis 1700 m Höhe.
 - » 9^{1/2} bis 10^{1/2}^a: Abstieg derselben.

Die Gesamtdauer der Experimente umfasst demnach rund 10 Stunden.

Ermittelt man in bekannter Weise für alle diese Aufstiege durch graphische Interpolation die Temperaturen nach Stufen von je 100 m bis zur Höhe von 1700 m, so erhält man folgendes Bild.

Die Temperaturen nach 100 m-Schichten am 12. und 13. Juni 1901.

Temp. in Höhe von	40m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
12. Juni 11 ^{1/2} ^a —12 ^{1/2} ^p	16.4	15.1	13.2	12.2	11.0	10.3	10.0	9.0	8.1	7.2	5.7	4.7	—	—	—	—	—	—
» 12 ^{1/2} —1 ^{3/4} ^p	17.7	16.1	13.7	12.1	11.2	10.3	9.6	8.7	7.9	6.9	5.7	—	—	—	—	—	—	—
» 9 ^{1/2} ^p —13. Juni 1 ^a	11.0	10.6	10.0	9.4	8.8	8.5	8.3	7.1	6.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Juni 1—2 ^{1/2} ^a	10.0	10.0	10.0	9.7	8.8	8.0	7.5	7.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 3 ^h 8—3 ^h 25 ^a	10.2	9.8	9.4	8.9	8.0	7.5	7.3	6.4	5.6	5.0	4.5	3.9	3.5	3.1	2.7	2.3	1.9	1.3
» 3 ^h 25—4 ^a	10.0	9.0	8.2	7.9	7.7	7.6	7.4	6.4	5.7	5.4	5.0	4.6	4.1	3.5	3.0	2.4	1.9	1.3
» 8—9 ^{1/2} ^a	12.5	12.0	11.4	10.9	10.3	9.7	9.2	8.7	8.3	7.9	7.5	7.0	6.0	5.0	4.2	3.9	3.6	3.9
» 9 ^{1/2} —10 ^{1/2} ^a	13.6	13.4	12.8	12.3	11.8	11.3	10.7	10.2	9.7	9.2	8.7	8.2	7.6	7.0	6.3	5.6	4.9	—
<i>Δ t p. 100 m</i>																		
12. Juni 11 ^{1/2} ^a —12 ^{1/2} ^p	-2.2	-1.9	-1.0	-1.2	-0.7	-0.3	-1.0	-0.9	-0.9	-0.5	-1.0	—	—	—	—	—	—	—
» 12 ^{1/2} —1 ^{3/4} ^p	-2.7	-2.4	-1.6	-0.9	-0.9	-0.7	-0.9	-0.8	-1.0	-1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
» 9 ^{1/2} ^p —13. Juni 1 ^a	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	-0.2	-1.2	-0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Juni 1—2 ^{1/2} ^a	0.0	0.0	-0.3	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 3 ^h 8—3 ^h 25 ^a	-0.7	-0.4	-0.5	-0.9	-0.5	-0.2	-0.9	-0.8	-0.6	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6
» 3 ^h 25—4 ^a	-1.7	-0.8	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-1.0	-0.7	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6
» 8—9 ^{1/2} ^a	-0.8	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-1.0	-1.0	-0.8	-0.4	-0.3	+0.3	—
» 9 ^{1/2} —10 ^{1/2} ^a	-0.3	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	—	—

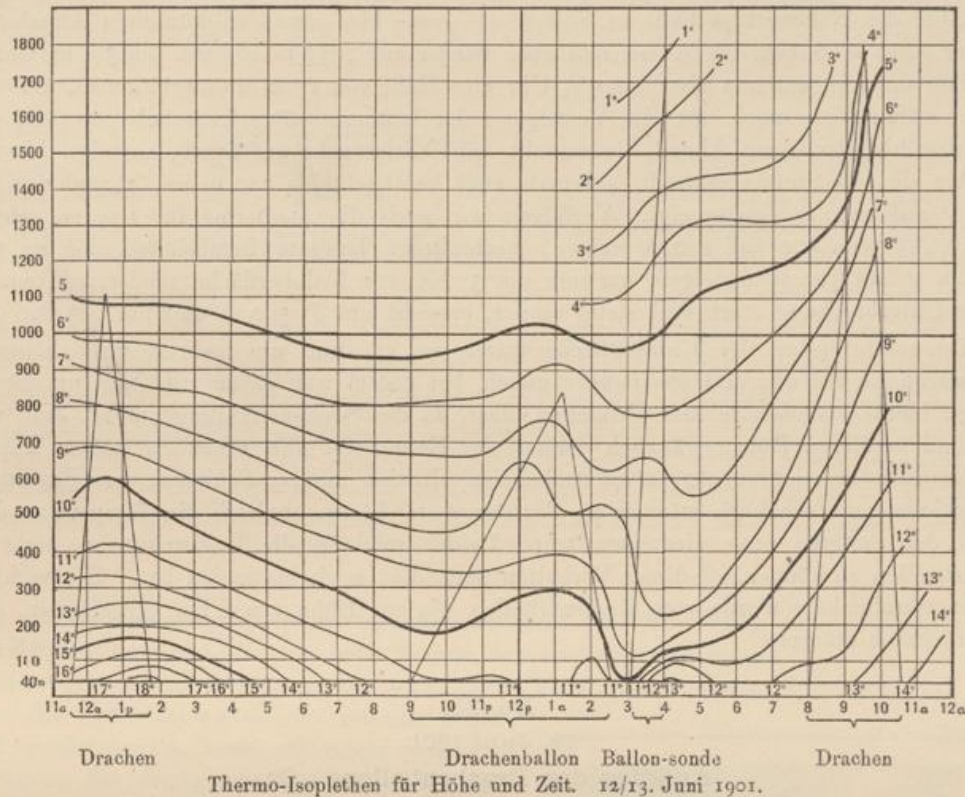
Der untere Theil der Tabelle enthält die sich aus den Werthen ergebenden Temperatur-Aenderungen pro 100 m Erhebung.

Die verhältnissmässig grosse Zahl der sicher ermittelten Werthe lässt den Versuch gerechtfertigt erscheinen, den Temperaturgang in den verschiedenen Höhen innerhalb eines vollen Tages durch eine Art von »Isoplethen« darzustellen.

Nachstehendes Diagramm, dessen Ordinaten den Höhen, die Abscissen den Tagesstunden entsprechen, ist in folgender Weise entworfen. Die Auf- und Abstiege der Ballons und Drachen wurden nach Zeiten und entsprechenden Höhen in das Netz eingezeichnet und zu jedem Schnittpunkte dieser Linien mit den Hundertmeterlinien die der obigen Tabelle entnommene Temperaturwerthe gesetzt. Die zeitliche Anordnung konnte bei dem kleinen Maassstabe natürlich nur in der Weise erfolgen, dass die Zeiten der Auffahrt und der Landung durch eine grade Linie mit derjenigen verbunden wurden, bei der die grösste Höhe erreicht wurde. Die Aufzeichnungen der beiden Registrierballons, die nur um eine Viertelstunde auseinander liegen, wurden zu einer Darstellung vereinigt; die Abstiegsaufzeichnungen konnten wegen der Kondensationsvorgänge am Thermometer nicht in Frage kommen. Nun wurden Isothermen für jeden Grad gezogen, die natürlich überall dort einigermaassen willkürlich ausfallen, wo direkte Beobachtungen fehlen; streng richtig sind sie am Erdboden (40 m Seehöhe) und an den die Aufstiege begrenzenden schrägen Vertikallinien; angenähert richtig auch wohl noch zwischen den letzteren, soweit sie zu demselben Aufstiege gehören, und dort, wo nur ein kurzer Zeitraum zwischen den einzelnen Aufstiegen liegt. Die Unsicherheit ist deshalb am grössten zwischen 2^h und 9^h p. m. am 12. Juni, sowie zwischen 4^h und 8^h a. m. am 13. Juni. Durch Herbeiziehung des vom Assmann'schen Aspirations-Meteorographen gezeichneten Thermogramms konnten indess die Temperaturen in 2 m Höhe festgestellt werden.

Man erkennt aus der Darstellung auf den ersten Blick, dass starke Störungen des normalen Temperaturganges, wie er ausschliesslich der täglichen Periode unter der Wirkung von Ein- und Ausstrahlung entspricht, stattgefunden haben. An einem »normalen« wolkenlosen Tage würde die Temperatur langsam,

aber regelmässig vom Nachmittag bis zum Frühhorgen sinken und am Vormittag schnell wieder ansteigen; die Vertikalabstände der Isothermen würden dann am Nachmittag in den untersten Schichten sehr klein sein und mit der Höhe grösser werden; in der Nacht dagegen würden sie sehr gross sein, wenn sich nicht eine Temperatur-Umkehrung in den untersten Schichten zeigen würde, was, wie vornehmlich die wissen-



schaftlichen Luftfahrten gelehrt haben, bei heiterem Himmel fast immer eintritt, wenn nicht Störungen vorhanden sind.

Betrachten wir nun zunächst den zeitlichen Gang der vertikalen Temperaturänderung, so fällt uns zunächst die ausserordentlich starke Abnahme in den Mittags- und ersten Nachmittagsstunden des 12. Juni auf. Unter dem Einflusse der hochstehenden Junisonne waren bei heiterem Himmel am Vormittage die unteren Luftschichten relativ stark erwärmt worden, sodass bis zur Höhe von 400 m labiles Gleichgewicht entstanden war; darüber aber folgte eine Schicht erheblich geringerer Temperaturabnahme von etwa 200 m Mächtigkeit. Es ist nicht zu verkennen, dass in dieser Höhe zwischen 4 und 600 m besondere Gründe für eine schwache Temperaturabnahme vorhanden gewesen sein müssen, da wir sie auch während der Nacht und am Frühhorgen wiederfinden; erst am Vormittage des 13. Juni ist sie verschwunden, Vielleicht verdankte sie einem zwischen zwei Zonen starker Abnahme eingeschobenen niedersinkenden Luftstrome aus dem barometrischen Maximum ihre Existenz und verhinderte so das Auftreten von Vertikalbewegungen in den unteren Luftschichten, zu welchen die labile Gleichgewichtslage sonst hätte führen müssen.

Wie eingangs erwähnt, war die Anticyklone des 12. Juni ein Eintagsgebilde, das mehr durch Fallen des Barometers in der Umgebung, als durch Druckzunahme entstanden war. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass ein ausgeprägtes Hochdruckwetter kaum zur Entwicklung gelangte, sondern dass sich schon in den Nachmittagsstunden unter starkem Barometerfall der Einfluss der heranrückenden Depression durch Zunahme der Bewölkung und Regentropfen bemerkbar machte. Abends, als der Drachenballon aufstieg, war denn auch das starke Temperaturgefälle in den untersten Schichten vollständig verschwunden, es hatte vielmehr einer ausserordentlich geringen Abnahme Platz gemacht, die in den ersten Morgenstunden in einer fast vollkommenen Isothermie bis zur Höhe von 500 m reichte. Wie weit an diesem Vorgange die vorübergehende Abnahme der Bewölkung durch Ausstrahlungs-Erkaltung der erdnahen Schichten ursächlich beteiligt gewesen ist, lässt sich nicht erkennen.

Ein völlig verschiedenes Bild aber gewährt die Temperaturvertheilung am Vormittage: die Isothermen steigen steil nach aufwärts und der thermische Gradient entspricht bis zur Höhe von 1700 m

durchaus der eines unter fortgesetzter Kondensation aufsteigenden Luftstromes, wie wir ihn in der Nähe des Depressionscentrums anzunehmen pflegen.

Denken wir uns einen Fesselballon, dessen Höhe durch Auflassen und Einholen dauernd so geregelt wird, dass ein an ihm befindliches Thermometer keine andere als eine bestimmte Temperatur. z. B. + 5° anzeigt, so sehen wir, dass dieser Ballon am Mittag des 12. Juni eine Höhe von 1100 m hätte haben müssen; im Laufe des Nachmittags hätte er, soweit die grade hier etwas willkürlichen Annahmen Schlüsse gestatten, unter 1000 m sinken, bis Mitternacht aber wieder auf 1030 m steigen, bis 3 Uhr morgens wieder ebenso tief fallen müssen, um nun aber bis 9¹/₂ Uhr eine Höhe von 1700 m zu erklimmen. Grössere Höhengschwankungen wären aber noch für die Verfolgung der Isotherme 8° erforderlich gewesen, die sich von 800 m am Mittag bis 450 m am Abend niedersenkt, um Mitternacht auf 650 m ansteigt, bis 1¹/₂ Uhr auf 500 m sinkt, wo sie eine Stunde verweilt, abermals steil herabgeht bis 220 m um 4^a und nun bis 3³/₄^a auf 950 m, bis 9³/₄^a auf 1250 m emporsteigt. Verfolgen wir noch die Isotherme für 10°, so sehen wir diese von 11¹/₂^a bis 12¹/₂^p von 500 auf 600 m steigen, nachmittags langsam herabsinken, bis sie um 9³/₄^p bei 180 m liegt, bis 1^a auf 300 m ansteigen, um nun um 3^a bis zur Erdoberfläche niederzusinken. Nun geht sie mit kurzer Unterbrechung stark und stetig empor, erreicht um 8^a 500 m und um 10^a 800 m Höhe.

Die Temperaturen an der Erdoberfläche waren am 12. Juni um mehrere Grad höher als die des 13.; um 11^a waren sie bei 200 m Höhe nahezu gleich, bei 500 m war es am 13. Juni um 2° wärmer, bei 1000 m um 3°; hieraus ist der Schluss abzuleiten, dass, da die Sonnenstrahlung am 12. Juni wirksam war und am 13. Juni in diesen Höhen gänzlich fehlte, der Grund für die erheblich höhere Temperatur des 13. Juni in den Kondensationsvorgängen zu suchen ist. In den unteren Schichten war demnach der Luftkörper der Cyclone ganz erheblich wärmer als der der Anticyklone, obgleich die Temperatur der erdnahen Schichten bei der ersteren eine niedrigere war. Leider reichten die Registrirungen nicht in grössere Höhen, um feststellen zu können, ob dieses Verhalten auch dort noch bestanden hat. Die verhältnissmässig geringe Temperaturabnahme wurde vom Registrirballon bis zur Höhe von 6 km vorgefunden, darüber aber eine ganz beträchtlich stärkere.

Assmann.

No. 83.

19. Juni 1901.

Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³; ca. 1300 m Kabel.

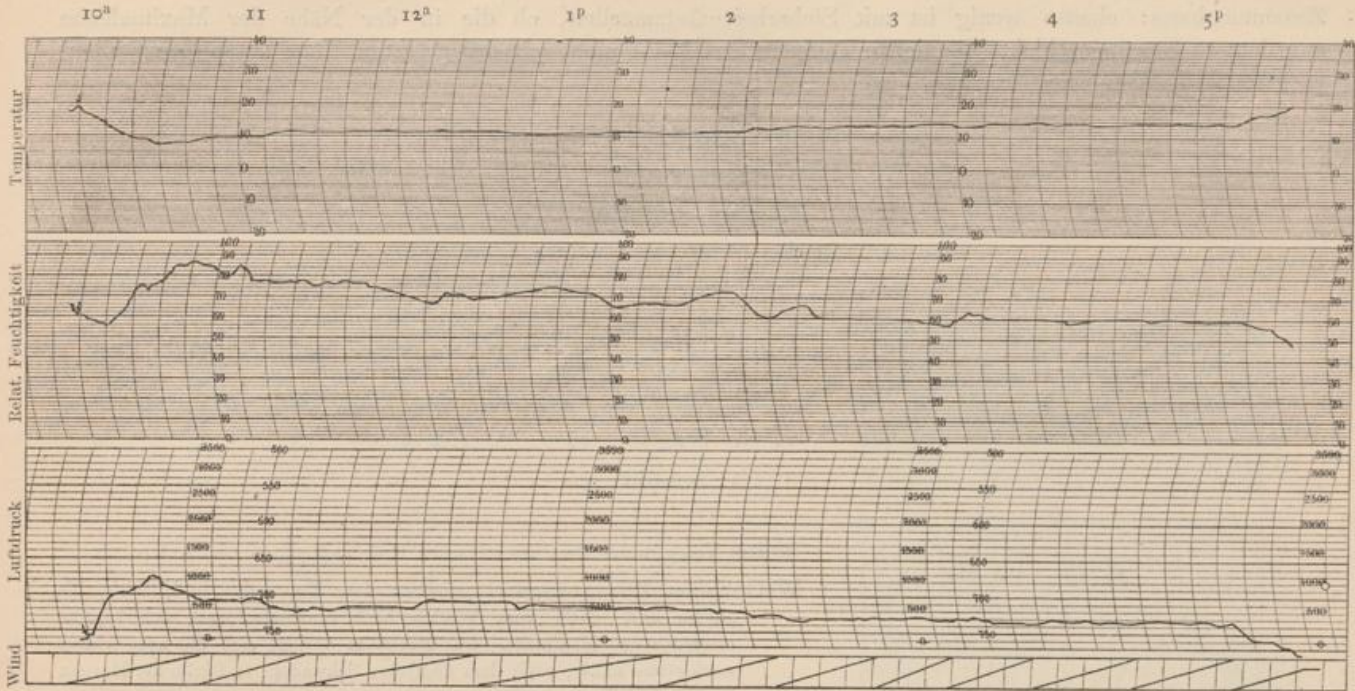
Wind NE 1—2; Bewölkung 3, cu.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
9 55 ^a	761	40	Apparat auf.			16.5	54	2 12 ^p	728	—	11.2	66	2.0	19.4	46
58	758 ¹ / ₂	67	17.7	61	—	—	—	3 10	730	—	12.4	60	3.0	—	—
10 14	698	768	10.2	60	1.7	17.1	60	30	unrichtig Höhen unsicher!	—	—	—	20.8	41	
28	675	1136	7.2	76	1.7	—	—	50		735	13.2	60	2.7	—	—
11 0	710	—	8.8	83	2.0	—	—	4 30		734	13.2	60	2.2	19.9	45
32	—	—	—	—	—	17.9	48	5 13		735	13.2	60	2.3	—	—
50 ^a	716	unrichtig Höhen unsicher!	10.4	74	1.3	—	—	27	760	16.4	56	2.1	20.4	40	
12 40 ^p	710		10.2	71	1.3	—	—	36	762	Apparat unten.		—	—	—	
1 20	719		10.6	66	1.3	18.7	45	40	—	—	—	—	20.9	41	

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 1130 m: 0.92° p. 100 m zur Zeit der Maximalhöhe des Apparates (10¹/₂^a), im Laufe des Nachmittags jedoch, wie es scheint, bis auf mehr als 1° p. 100 m anwachsend.

Wetterlage: Hochdruckgebiet, dessen Kern über der Biscayasee liegt und in westlicher Richtung vorrückt. Ein zweiter anticyklonaler Kern liegt im hohen Norden; im Osten des Erdtheiles und über dem Ocean im Nordwesten befinden sich Depressionen. In Berlin zur Zeit des Aufstieges: heiter, schwacher NE-Wind, Temperatur 16¹/₂°, am Nachmittage bis auf 21° ansteigend.

Die an diesem Tage erfolgten Registrirungen können nur zu einem kleinen Theile einer Besprechung unterzogen werden. Aus nicht aufgeklärter Ursache verschob sich, wie in der Zeichnung anbei deutlich zu sehen, der Ausgangspunkt des Barographen bei dem benutzten Richard'schen Apparate im Laufe des Aufstieges so beträchtlich, dass schliesslich der registrierte Luftdruck bei Wiedererreichen des Erdbodens um ca. 16—18 mm zu hoch war. Es ist trotz aller angewendeten Mühe nicht gelungen, festzustellen, ob die Verschiebung allmählich bezw. ruckweise stattfand, oder um den ganzen Betrag mit einem Male. Nur so



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

19. Juni 1901.

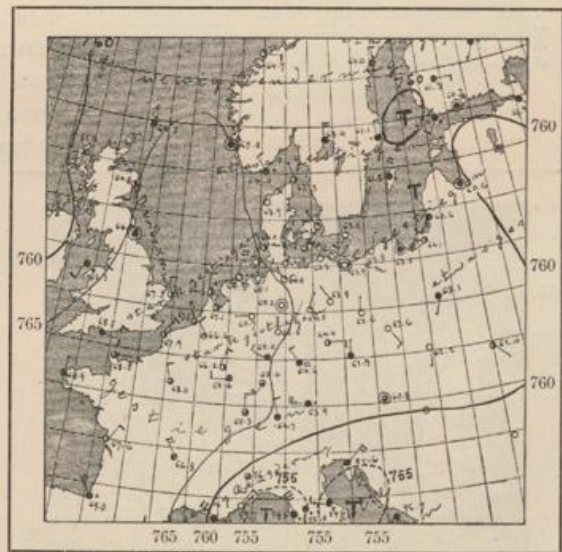
viel geht aus der Originalkurve sicher hervor, dass sie nicht vor Erreichung der grössten Höhe eintrat, in der sich der Apparat bereits $\frac{1}{2}$ Stunde nach Beginn des Experimentes befand.

Auf diese Art erscheinen nur die Aufzeichnungen bis zu dieser Maximalhöhe von 1136 m brauchbar, hernach aber die Luftdruckwerthe um jeweilig nicht näher angebbare Beträge zu hoch, weswegen von der Höhenauswerthung für den ganzen weiteren Theil des Aufstieges abgesehen werden musste. Leider sind auch die von einer Hilfskraft gemachten Aufzeichnungen über die Kabellängen widerspruchsvoll, so dass die Bestimmung der Höhen aus dieser Länge und Höhenwinkeln ebenfalls nicht ausführbar war.

Trotzdem wurde der Aufstieg mit veröffentlicht, da der Hauptwerth der Gesamtänderung aller meteorologischen Elemente bis zur grössten Höhe durchaus sicher ist.

Die sehr rasche vertikale Temperatur-Abnahme, die nach oben zunehmende Feuchtigkeit und die Abnahme der Windstärke — in grösster Höhe herrscht nahezu die schwächste Strömung — deuten auf das Vorhandensein eines ziemlich gut ausgebildeten anticyklonalen Zustandes mit absteigender Luftbewegung. Noch um 10 Uhr ist auffallender Weise eine Umkehrschicht dicht über dem Erdboden vorhanden, so dass es 27 m darüber um 1° wärmer ist als ganz unten. Dann nimmt die Temperatur bis zur Höhe von knapp 800 m in völlig adiabatischem Gange ab, darüber etwas langsamer mit reichlich 0.8° p. 100 m. Die Vertheilung der Feuchtigkeit nach oben ist unregelmässig: erst über 600 m Höhe etwa beginnt die stetige Zunahme.

Für die Nachmittagsstunden ergibt sich ein enormer thermischer Gradient, d. h. falls man die Temperatur in 1100 m Höhe als unverändert annimmt. Er ist das Resultat der Thatsache, dass an und für sich die Luftmassen in 1000 m und, so weit bekannt, darüber sehr kalt waren — und dieses deutet auf einen Zusammenhang mit der Anticyklone im hohen Norden hin (vergl. »Wetterlage«), welche von der bei uns befindlichen nur durch eine äusserst flache Rinne tieferen Druckes über Skandinavien getrennt war. Leider gestattet die nur zum geringsten Theile verwendbare Registrirung keine Einsicht in den näheren



19. Juni 1901. 8^h. Isobaren.

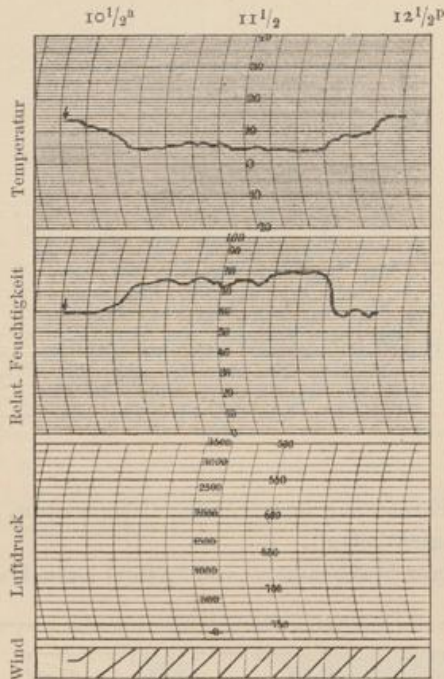
Zusammenhang: ebenso wenig ist mit Sicherheit festzustellen, ob die in der Nähe der Maximalhöhe angedeutete Störungsschicht (die tiefste Temperatur scheint nicht mit der grössten Höhe zusammenzufallen) wirklich vorhanden war.

No. 84.

26. Juni 1901.

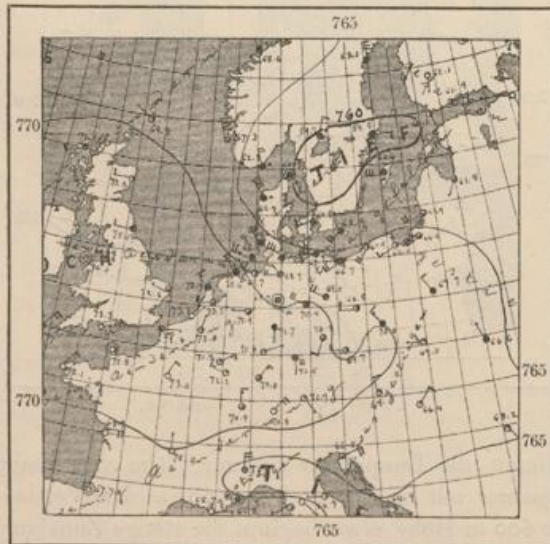
Drachen-Aufstieg.

3 Drachen (10 m²). 2200 m Kabel.



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.

26. Juni 1901.



26. Juni 1900. 8°. Isobaren.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C ^o	Rel. Feucht. o/o	Wind m p. s.	Tempe- ratur C ^o	Rel. Feucht. o/o
10 32 ⁿ	nicht	40	Apparat auf		5.5	13.3	66
52	registriert	750	5.5	80	8.0	13.9	66

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 750 m: ca. 1.2° p. 100 m.

Wetterlage: Uebergangsgebiet zwischen einer Depression in Mittelskandinavien und einem vom Westen nach Süddeutschland sich hinein-erstreckenden Maximum. Das Minimum verlegt sich bis zum Abend noch etwas näher, nach dem südlichen Schweden; in Berlin am Morgen W bis WNW 4-5, wolkig, 12-14°.

In Folge einer zufälligen Störung hat bei diesem Aufstieg der Barograph keine Kurve geliefert. Leider sind nun ausnahmsweise auch so gut wie keine Winkelmessungen ausgeführt worden, aus welchen die Höhen auf trigonometrischem Wege abgeleitet werden könnten, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil die Drachen vielfach hinter Wolken verschwanden. Nach direkter Augenwahrnehmung scheint jedoch, trotz der schliesslich ausgegebenen Kabellänge von mehr als 2000 m, die aus der einzigen Winkelmessung berechnete Erhebung von 750 m durch den Apparat im weiteren Verlaufe nur unerheblich überschritten worden zu sein, und zwar in Folge beträchtlicher Verschlechterung des Drachenwinkels. Hiermit stimmt auch überein, dass die Temperatur-Kurve nur noch um höchstens 1° unter den bei 750 m Seehöhe gemessenen Betrag weiter sinkt. Natürlich ist es jedoch völlig unzulässig, etwa aus dem vertikalen Temperaturgange auf die erreichten Höhen zurückschliessen zu wollen.

Man kann angesichts des so dürftigen Materiales nur sagen, dass die für einen unten sehr kühlen Tag (die Temperatur-Extreme waren auf dem Observatorium 16.5° und 9.7°) überaus rasche vertikale Abnahme von mehr als 1° p. 100 m durchaus dem Witterungsregime entspricht. Die Wetterkarte zeigt nämlich nicht, was das Ausschlaggebende ist, dass wir uns am 26. eigentlich an der Vorderseite des Minimums befanden, da dieses eine Fortschritstendenz nach Süden hatte. Das enorme thermische Gefälle machte das Näherkommen der Depression unter Fortdauer des

unbeständigen Witterungscharakters, welches der 27. brachte, wahrscheinlich.

No. 85/87.

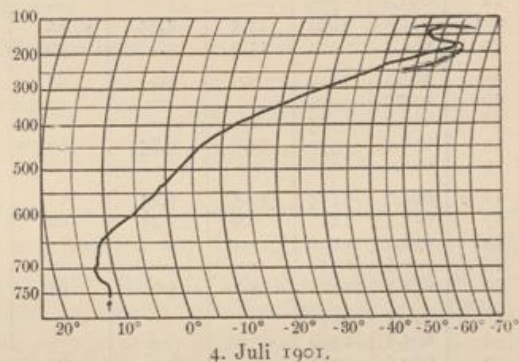
4. Juli 1901. 18. Internationale Ballonfahrt.

No. 85. Aufstieg des Registrierballons.

Gammiballon (1800 mm Durchmesser), gefüllt mit 3.5 m³ H, Apparat Assmann No. I; auf 2^h 47^a, zieht zuerst nach W, bei 700 m nach SW, über 1500 m schnell nach S, nach 10 Min. in den Wolken.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C°	Abstieg C°			Aufstieg C°	Abstieg C°	
754	11.4	—	40	200	-54.7	-61	10080
740	11.5	—	196	190	-59.5	-61	10405
730	12.0	—	311	180	-59.7	—	10755
720	12.8	—	426	170	-57.0	—	11118
710	13.0	—	544	160	-52.3	—	11507
700	12.5	—	663	150	-51.5	—	11927
680	12.0	—	906	140	-51.8	—	12375
660	11.4	—	1157				
640	10.0	—	1413				
620	8.0	—	1676				
600	5.8	—	1936				
580	4.0	—	2213				
560	2.0	—	2498				
540	0.8	—	2792				
520	-0.7	—	3095				
500	-2.6	—	3408				
480	-4.0	—	3734				
460	-5.2	—	4070				
440	-7.4	—	4418				
420	-9.7	—	4779				
400	-12.3	—	5156				
380	-14.8	—	5547				
360	-18.0	—	5956				
340	-20.4	—	6384				
320	-24.0	—	6831				
300	-28.3	—	7300				
280	-32.5	—	7793				
260	-36.2	—	8313				
240	-40.6	-4.8	8866				
220	-45.5	-5.5	9455				

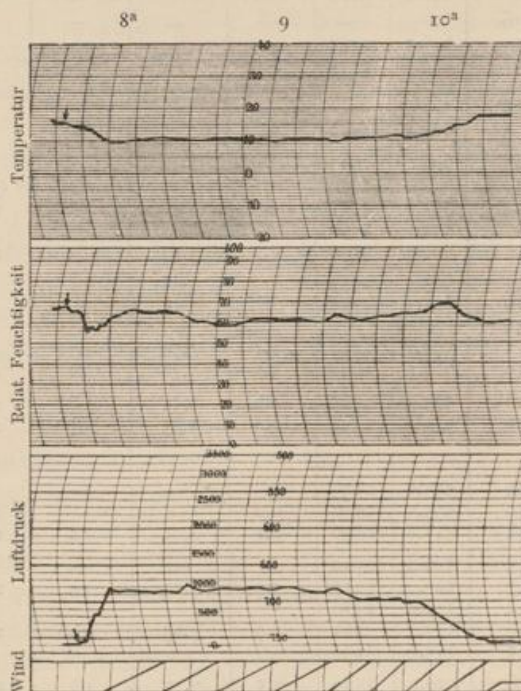
Gelandet nahe Gross-Machnow bei Zossen, 43 km S 18° E vom Aufstieg-Ort. Gefunden am 16. Juli, am Boden liegend. Kurve wenig beschädigt.



No. 86.
Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³. 1250 m Kabel.

Zeit h m	Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten		
			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Temperatur C°	Rel. Feucht. %	
7 38 ^a	756	40	—	—	1.0	15.5	68	
47	—	—	Ballon auf			—	—	
52	720	453	14.0	—	4.5	—	—	
8 0	—	—	—	56	—	16.2	64	
5	685	873	—	66	4.0	—	—	
28	678	958	10.6	62	4.0	—	—	
37	—	—	—	—	—	16.8	60	
9 0	685	875	10.6	62	5.1	—	—	
20	688	840	11.0	60	6.6	—	—	
30	—	—	—	—	—	18.4	55	
45	699	708	11.6	63	6.5	—	—	
10 5	730	343	13.2	69	6.0	—	—	
18	756	40	Ballon unten			5.5	18.1	60



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.
4. Juli 1901.

No. 87.

Fahrt des bemannten Ballons.

Vereinsballon III von 1300 m³, theilweise mit altem H gefüllt.

Beobachter: Berson, v. Schrötter (aus Wien).

Zeit		Luft- druck reduc. mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung mm	Relative Feuchtig- keit %	Aktino- metrische Differenz C°	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
h	m								oben	unten	
7	30 ^a	755.5	45	—	—	—	—	—	—	—	Windstill. Abfahrt von der Luftschifferabtheilung mit 28 Sack Ballast.
	49	—	»	17.4	7.0	47	—	—	9 ¹ str-cu, a-cu	—	
	58	—	»	—	—	—	—	—	—	—	
8	10	724.0	409	15.3	7.15	55	—	⊙ ⁰	8 ¹ »	∞ ¹	Militär-Ballon »Dohle« landet; wahr- scheinlich zum Aussetzen eines In- sassen und Weiterfahren.
	36	703.5	654	15.1	6.8	53	—	⊙ ⁰⁻¹	7 ⁰⁻¹	(Dunst von Berlin)	
	46	693.5	776	13.2	7.1	63	18.4	⊙ ¹	auf- klarend	—	
	56	703.5	656	—	—	—	—	—	—	—	Blankenfelde; 4.7 m p. s.
	58	703.0	662	—	—	—	—	—	—	—	
9	0	702.0	674	14.1	7.4	62	16.0	⊙ ⁰	—	—	
	5	713.0	542	—	—	—	—	—	—	—	»Dohle« wieder auf.
	7	722.0	436	—	—	—	—	—	—	—	
	17	687.0	856	12.7	6.9	63	16.2	⊙ ⁰	—	—	
	21	694.0	772	—	—	—	—	—	—	—	Man hört das Artillerieschiessen bei Sperenberg.
	28 ^{1/2}	670.5	1062	11.5	8.95	82	16.5	⊙ ⁰	—	—	
	39	683.5	902	11.9	7.4	72	13.7	—	8 ¹ str-cu, a-cu	—	
	49	665.0	1132	9.9	5.9	65	14.1	⊙ ⁰	(hat zuge- nommen)	—	Sperenberg; 6.3 m p. s.
	50	675.0	1010	—	—	—	—	—	—	—	
	58	679.5	955	—	—	—	—	—	—	—	
	59	678.0	973	11.8	6.85	66	12.2	—	9 ¹⁻²	gegen Süden	cu-Bil- dung
10	9	672.0	1048	—	—	—	—	—	cu-str, a-cu, a-str	—	
	10 ^{1/2}	665.0	1135	10.5	6.45	68	—	—	»	—	
	27	653.5	1283	9.6	5.55	62	15.9	⊙ ⁰	—	—	Lichterfeld bei Jüterbogk; 7.1 m p. s.
	29	668.0	1100	—	—	—	—	—	—	—	
	43	649.5	1336	—	—	—	—	—	—	—	
	50	651.5	1311	9.3	5.6	64	15.7	⊙ ⁰	—	—	Anhalter Bahn bei Wendisch Linda.
	58	629.5	1596	—	—	—	—	—	—	—	
11	4	645.5	1390	—	—	—	—	—	—	—	
	7	659.5	1211	10.1	6.2	67	11.9	⊙ ⁰	—	—	Wir sind in gleicher Höhe mit den Cumuli.
	15	669.5	1086	12.5	6.15	57	6.0	⊙ ⁰	—	—	
	32	631.5	1573	8.5	5.25	63	22.0	⊙ ⁰⁻¹	8 ¹ a-cu, str-cu, cu-ni (im Süden)	—	
	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bei Schweinitz a. d. Schwarzen Elster, 5.8 m p. s.
	39	646.5	1380	—	—	—	—	—	5 ¹	—	
	57	618.0	1755	6.5	5.1	70	—	⊙ ²	—	—	
	58 ^a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Elbe bei Prettin.
12	3 ^p	620.5	1722	—	—	—	—	—	—	—	
	13	601.0	1985	—	—	—	—	—	—	—	
	14	602.0	1972	3.7	5.58	94	(20.4)	⊙ ¹	—	—	Wald bei Elsnig; 6.4 m p. s.
	24	594.0	2082	3.9	5.48	91	24.6	⊙ ¹	—	—	
	27	593.0	2096	—	—	—	—	—	—	—	
	37	593.5	2090	4.7	5.44	85	24.8	⊙ ¹	—	—	In der Wolke. Hg.-Barometer in Unordnung, wir ver- suchen, es wieder in Ordnung zu bringen.
	44	603.5	1955	—	—	—	—	—	—	—	
	46	615.5	1794	—	—	—	—	—	—	—	
	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wir schwenken nach Süden.
1	5	593.0	2100	3.1	5.34	93	—	⊙ ⁰	—	—	
	16	600.5	1998	5.7	5.78	84	19.8	⊙ ⁰⁻¹	—	—	
	18	574.0	2365	2.6	5.5	100	22.6	⊙ ⁰	—	—	Orientirung beginnt verloren zu gehen.
	30	572.0	2395	1.8	4.85	93	22.7	⊙ ⁰	—	—	
	39	553.6	2659	—	—	—	—	—	—	—	
	40	555.5	2632	0.0	—	—	22.3	—	8 ¹	5 ¹	Oberer Rand der mittleren Wolken- schicht.
	54	542.0	2830	0.1	4.02	82	21.3	⊙ ⁰	—	—	
2	3	536.0	2920	—	—	—	—	—	—	—	
	7	523.0	3117	-1.9	3.74	94	20.3	—	—	—	Wir biegen noch weiter herum, nach SSE.
	14	532.0	2980	—	—	—	—	—	—	—	
	20	513.7	3261	-2.9	3.65	99	22.0	⊙ ⁰	—	—	
	25	515.7	3230	—	—	—	—	—	—	—	Orientirung beginnt verloren zu gehen.
	28	510.0	3320	-3.5	3.47	98	26.9	⊙ ¹	6-7 ¹	10 ⁰	

Zeit h m	Luft- druck reduc. mm	See- höhe m	Luft- tempe- ratur C°	Dampf- spannung mm	Relative Feuchtig- keit %	Aktino- metrische Differenz C°	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
2 34 ^p	506.3	3388	- 3.6	3.42	97	25.9	☉ ¹⁻²	—	—	Erde noch durchscheinend.
38	508.5	3353	—	—	—	—	—	—	—	Erde unsichtbar.
48	494.8	3571	—	—	—	—	—	—	—	
49	497.5	3528	—	—	—	—	—	—	—	
54	486.5	3706	- 4.3	2.66	80	35.8	☉ ²	—	—	
58 ^{1/2}	485.5	3722	- 5.1	2.77	88	35.4	☉ ²	4-5 ¹ ci,	10 ²	Noch 9 Sack Ballast.
3 6	485.5	3723	—	—	—	—	—	ci-str	—	
13	472.5	3938	- 4.7	2.21	66	32.5	—	—	—	
16	470.5	3972	—	—	—	—	—	—	—	
26	461.5	4125	- 6.7	2.57	92	35.7	—	—	—	
33	459.0	4178	- 6.3	2.22	77	33.9	☉ ²	—	—	
40	446.5	4403	- 9.1	2.04	88	34.7	☉ ²	2 ¹ ci, ci-str	10 ² cu-str,	
43	453.5	4280	—	—	—	—	—	—	cu	
49	438.8	4538	- 10.1	2.07	97	33.6	☉ ²	—	—	Physiologische Experimente.
58	436.3	4582	—	—	—	—	—	—	—	6 Sack zum Abstieg behalten, da Wol- kenschichten und Hügelland zu er- warten.
4 2	454.0	4270	- 8.9	2.14	91	38.2	☉ ²	—	—	Wieder physiologische Experimente.
21	495.0	3570	- 4.7	3.23	100	32.7	—	—	—	Erde wieder sichtbar.
34	535.0	2935	- 0.7	3.61	83	—	—	—	—	
40	595.0	2070	3.9	3.95	65	—	—	9 ¹ a-cu,	∞	
								cu-str		
56	Glatt gelandet auf Brachfeld in Röhrsdorf bei Wittgensdorf, nahe Chemnitz (Kgr. Sachsen)									
5 45	723.5	ca. 350	—	—	—	—	—	—	—	
53	—	"	18.2	—	—	—	—	7 ¹ str cu	—	Leichter NNW-Wind.

Mittlere Richtung: S 12° W. Dauer: 8 Stunden 58 Minuten. Länge: 190 km. Mittlere Geschwindigkeit: 5.9 m p. s.

Für den 4. Juli, den Tag der 18. Internationalen Fahrt, war eigentlich bereits der erste, vorbereitende Aufstieg des grossen, dem Aëronautischen Institut seit kurzem zur Verfügung gestellten Ballons »Preussen« in Aussicht genommen worden. Er sollte in erster Linie der Erprobung des Ballons in Bezug auf Tragfähigkeit u. s. w. und der Sammlung von Erfahrungen in Bezug auf die Technik der Führung, Ballastausgabe, Landung u. s. w. dienen — ausserdem aber, da es hier noch nicht auf Erreichung der allergrössten Höhen ankam (die Füllung sollte Leuchtgas sein) und demnach zu Dritt gefahren werden konnte, der Vornahme systematischer physiologischer Untersuchungen, die Herrn Dr. v. Schrötter jun. aus Wien anvertraut waren. Aus äusseren Gründen musste jedoch der erste Aufstieg des »Preussen« um eine weitere Woche verschoben werden und Herr v. Schrötter beteiligte sich an diesem Tage zunächst an einer gewöhnlichen Freifahrt mit dem Vereinsballon, unter Führung des Unterzeichneten; dieselbe konnte, da lediglich Leuchtgas zur Füllung zur Verfügung stand, nur relativ mässige Höhen erreichen. Sie war gleichfalls neben den meteorologischen auch physiologischen Studien geweiht, über deren Ergebnisse v. Schrötter an anderer Stelle berichtet hat. Ausserdem hatte das Observatorium bereits am Vorabende um 9 Uhr den Drachenballon emporgeschickt, welcher ca. 1200 m Höhe erreichte, leider jedoch am Morgen keine Temperatur-Registrierung mitbrachte; ein zweiter, zwischen 3/4 8 und 10^{1/4} früh ausgeführter Aufstieg bis nahezu 1000 m war erfolgreicher. Dieser sowie der Aufstieg des »Ballon-sonde«, der um 2 Uhr 47 Nachts hinaufging und etwa 12400 m erreichte, sollen im Nachstehenden mit den Resultaten der bemannten Fahrt zusammen erörtert werden; von einer zweiten, seitens der Kgl. Luftschiffer-Abtheilung ausgerüsteten Freifahrt sind uns keine Temperatur-Beobachtungen zugekommen.

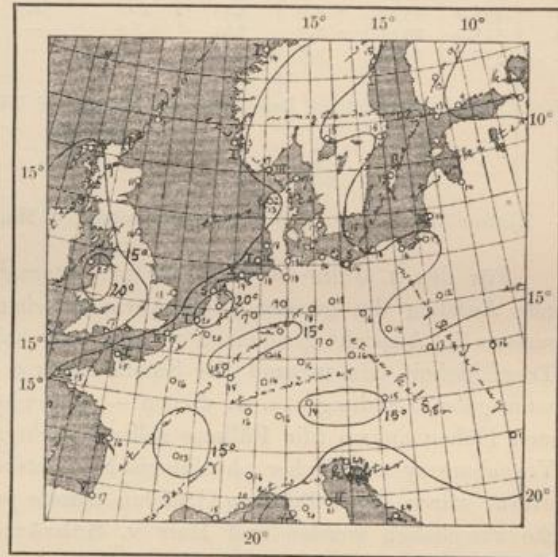
A. Beschreibung der bemannten Freifahrt.

Der Vereinsballon stieg bei windstillem Wetter und zu 3/4 bedecktem Himmel zwei Minuten vor 8 Uhr vom Tempelhofer Felde mit den beiden erwähnten Insassen auf. Er schlug alsbald die Richtung nach Süden ein und flog mit sehr geringer Geschwindigkeit — noch nicht 5 m p. s. — in Höhen von nur 200—400 m, da er mit Absicht recht schwer abgewogen war. In den ersten zwei Stunden hielt ich ihn im Allgemeinen unter 1000 m, und wir legten im Ganzen kaum 40 km zurück. Von 10 bis 1 Uhr zogen wir zwischen 1000 und 2000 m Höhe, oder wenig darüber, im Wesentlichen in derselben Richtung und mit nur wenig gesteigerter Geschwindigkeit weiter, senkrecht über den Cummersdorfer Artillerieschiessplatz, bei Jüterbogk vorbei, schnitten die Anhalter Bahn bei Wendisch-Linde und die Schwarze Elster bei Schweinitz.

Um $\frac{3}{4}$ 1 Uhr waren wir an der Elbe bei Prettin angelangt: die Geschwindigkeit hatte nur zwischen 1000 und 1500 m Höhe 7 m p. s. unerheblich überschritten, um darüber sogar ein wenig, auf $6-6\frac{1}{2}$ m, abzunehmen. Inzwischen hatte, und zwar zuerst südlich von uns, starke Cumulusbildung eingesetzt: die Haufenwolken, welche vielfach die massige Gestalt von cu-ni annahmen, schwammen in der Zone von etwa 1500 m Seehöhe herum. Bei knapp 2400 m erreichten wir den unteren Rand der mittleren, nicht völlig geschlossenen Wolkenschicht — str-cu und niedrige a-cu —; gleichzeitig konnten wir eine merkliche Schwenkung nach links, aus der bisherigen SSW- und SW-Richtung in rein meridionale feststellen, da der Anblick der Erde noch durch Wolkenlücken ermöglicht wurde. Nach Ueberschreitung von 3000 m trat eine weitere Linksdrehung, beinahe nach SSE, ein; als wir um $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ Uhr bei 3320 m aus der mittleren Wolkenschicht hinausstiegen, ging jedoch die Orientirung in Folge geschlossener Wolkenmassen unter uns endgültig verloren und erst kurz vor der Landung kam die Erdoberfläche wieder zum Vorschein. Wir trieben nun den Ballon anhaltend hinauf; ohne jede erwähnenswerthe Episode spielte sich der weitere Verlauf des Aufstieges ab und um 4 Uhr kulminirte der Ballon in rund 4600 m Höhe. Da wir jedenfalls gebirgiges Landungsterrain in Sachsen, Böhmen oder Thüringen zu erwarten hatten und auch im Abstieg mehrere Wolkenschichten durchschneiden mussten, behielten wir dafür 6 Sack Ballast übrig; dies erklärt die relativ nicht grosse Maximalhöhe. In der ganzen zweiten Hälfte des Aufstieges sowohl wie in der grössten Höhe wurden eingehende und systematische physiologische Experimente, Zählungen und Messungen mit Registrirung von



4. Juli 1901. 8^a. Isobaren.



4. Juli 1901. 8^a. Isothermen.

Pulskurven u. s. w. vorgenommen, und zwar mit und ohne Sauerstoff-Athmung. Von 4 Uhr an wurde ein sehr glatter Abstieg, mit einigen Unterbrechungen im obersten Theile, ausgeführt; als die Erde in Sicht kam, sahen wir die von Eisenbahnen durchzogene, dicht besiedelte Gegend von Chemnitz zu Füßen. Wenige Minuten vor 5 Uhr landeten wir sehr gut, nach Ueberfliegung zweier Eisenbahnlinien in sehr geringer Höhe, auf glattem Felde bei Wittgensdorf unweit Chemnitz, und konnten bereits an demselben Abend über Leipzig die Rückreise nach Berlin antreten. Nähere Angaben über die Länge der Fahrt, Geschwindigkeit u. s. w. finden sich am Schlusse der Tabelle.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Witterungslage. Seit mehreren Tagen bereits hatte sich über Mitteleuropa eine Luftdruckvertheilung von recht complicirtem Charakter ausgebildet. Ihr wesentlicher Grundzug bestand in dem Zerfallen eines Süd- und Osteuropa bedeckenden Gebietes niedrigen Barometerstandes in eine Reihe kleiner und flacher Minima, während eine Anticyklone am 3. Juli über dem Norden des Erdtheiles lagerte, am 4. Juli aber, unter Abflachung derselben, ein intensiveres Hochdruckgebiet vom Azoren-Maximum aus einen Vorstoss nach dem Westen Europas machte. Am 3. Juli verzeichnet die Seewartenkarte in ihrem von Frankreich und dem Mittelmeere bis nach Central-Russland sich erstreckenden Rahmen nicht weniger als sieben gesonderte Depressionskerne, und am Tage der Ballonfahrt noch immer fünf Minima! Für Norddeutschland kamen von diesen allerdings nur zwei als Aspirationscentren in Betracht, nämlich ein tieferes

aber entfernteres Minimum östlich vom Finnischen Meerbusen und ein ganz flaches, über Dänemark gelegenes; in Süddeutschland und Oestereich macht sich jedoch schon die Einwirkung eines dritten Depressionscentrums an der oberen Adria geltend. Die Luftbewegung war bei derartiger Vertheilung überall nur sehr schwach und von wenig ausgesprochener, lokal wechselnder Richtung, wie auch in der Bewölkung sich örtlich grosse Verschiedenheiten zeigten: naturgemäss war es in der Nähe der Minima, also an der Nord-



4. Juli 1901. 7^a. Isobaren.



4. Juli 1901. 7^a. Isothermen.

seeküste und im Süden überwiegend bewölkt, im mittleren Deutschland, besonders aber im westlichen Binnenlande heiter. Die Morgentemperaturen lagen in ganz Mitteleuropa zwischen 15^o und 20^o mit geringfügigen, lokal bedingten Ausnahmen.

Für den Verlauf der Ballonfahrt ist von besonderem Interesse die Aenderung, die sich in der Luftdruckvertheilung im Einzelnen vom Morgen zum Nachmittag vollzogen hat. Die 7^a-Isobarenkarte von Nord-



4. Juli 1901. 2^p. Isobaren.

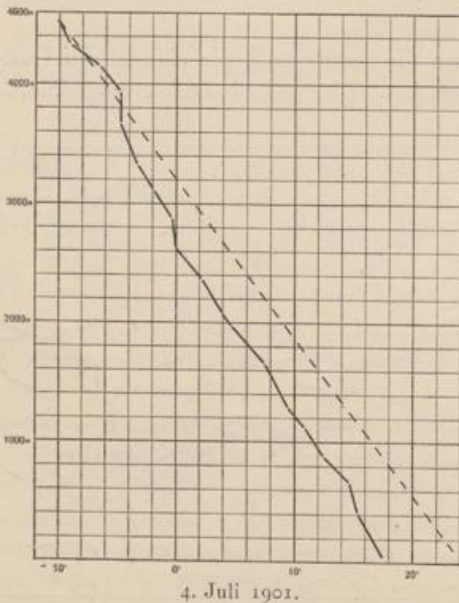


4. Juli 1901. 2^p. Isothermen.

deutschland zeigt ein zungenförmiges Gebiet tieferen Barometerstandes, welches, von der Lausitz zur unteren Elbe sich erstreckend, das südliche Minimum mit demjenigen über Jütland verbindet. Um diese Zeit hat gerade Berlin mit 758.7 mm (reducirt) in ganz Norddeutschland westlich der Weichsel den niedrigsten Barometerstand. Um 2 Uhr p. m. ist aber davon nichts mehr zu sehen: die Isobaren verlaufen in unserem Gebiete, wenigstens östlich der Weser, von Nord nach Süd, weiter südlich nach SW umbiegend, der niedrigste Druck liegt überall im Osten und Südosten und es gelangt eine mehr ausgesprochene nordwestliche bis nordöstliche Luftströmung zum Durchbruch. Die Bewölkung nimmt meist zu und die Erwärmung ist für die Jahreszeit nur unbedeutend: meist erreichen die Nachmittagstemperaturen kaum 20—22^o. Nur im Westen steigt das Thermometer bis 24 und 25^o; hier gingen auch mehrfach am Abend und in der Nacht darauf starke Gewitter nieder, während es im Norden und Osten nur an den Küsten stellenweise, und zwar ohne Gewitterbildung geregnet hatte.

Die unentschiedene Witterungslage hielt noch in den nächsten Tagen an, wobei am 5. Juli das jütische Minimum sich nach Deutschland selber verschob und im Norden Abkühlung mit gelegentlichen Regenfällen eintrat.

Schicht	Mittlere Höhe	ΔH	Mittl. Temp.	Δt	Δt p. 100 m	Zahl der Beobachtungen	Schicht	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
Erde	45	364	17.4	-2.1	-0.58	—	Erde—877	832	-5.0	-0.60
0—250	—		—							
250—500	409	15.3	-0.7	-0.27	1					
500—750	664	14.6	-2.2	-1.03	2					
750—1000	877	213	12.4	-1.5	-0.61	4	877—1985	1108	-7.7	-0.69
1000—1250	1125	248	10.9	-1.45	-0.84	5				
1250—1500	1297	172	9.45	-1.95	-0.53	2				
1500—1750	1664	367	7.5	-2.8	-0.87	2				
1750—2000	1985	321	4.7	-0.8	-0.80	2	1985—2882	897	-5.0	-0.56
2000—2250	2085	100	3.9	-1.7	-0.60	4				
2250—2500	2370	262	2.2	-2.2	-0.84	2				
2500—2750	2632	262	0.0	-0.3	-0.12	1				
2750—3000	2882	250	-0.3	-1.6	-0.68	2	2882—3938	1056	-4.4	-0.42
3000—3250	3117	235	-1.9	-1.4	-0.68	1				
3250—3500	3323	206	-3.3	-1.4	-0.41	3				
3500—3750	3666	343	-4.7	0.0	0.00	3				
3750—4000	3938	272	-4.7	-1.8	-0.84	1	3938—4538	600	-5.4	-0.90
4000—4250	4152	214	-6.5	-2.5	-1.36	2				
4250—4500	4336	184	-9.0	-1.1	-0.55	2				
Ueber 4500	4538	202	-10.1	—	—	1				



Durchschnittliche Abnahme zwischen Erde und 4540 m:

Zeit	ΔH	Δt	Δt p. 100 m
1 ¹ / ₂ P	4439 m	-33.4°	-0.75°

Die im Vorstehenden geschilderte Witterungslage lässt eine verwickelte Vertheilung der meteorologischen Elemente in der Senkrechten vermuthen. Dies trifft jedoch nur in beschränktem Maasse zu. Allerdings fand sich als ihr Ergebniss eine mehrfache Wolken-Schichtung und -Abgrenzung, welche eben auf Mischung von Luftströmen verschiedenartiger Herkunft zurückzuführen ist. Die Existenz eines grossen, durchgreifenden, dynamischen Vorganges wäre auch an diesem Tage nicht zu erwarten. Unter Berücksichtigung dieser Wolkenbildungen stellt sich jedoch die vertikale Vertheilung, zunächst der Temperatur, als ziemlich leicht erklärlich dar.

Wir finden in grösster Nähe der Erde, bis etwa 700 m Höhe eine Zone, deren thermischer Zustand durch die tägliche Schwankung der Luftwärme am Boden bedingt wird und auf deren nähere Erörterung wir nicht einzugehen brauchen. Es ist klar, dass das Wärmegefälle hier mit dem fortschreitenden Tage zunimmt und der auch darüber herrschenden Tendenz zur Cumulusbildung (s. weiter unten) Vorschub leistet. Auffällig ist nur und bezeichnend für die lokal höchst schwankenden Zustände dieses Tages — mit fünf Depressionen über Mitteleuropa! — die beträchtliche Differenz der Temperaturen, welche sich in derselben Höhe und zu derselben Stunde nördlich und südlich von Berlin, in Entfernungen von kaum 10—40 km, aus den Registrirungen des Drachenballons über Tegel und den Beobachtungen im bemannten Ballon ergeben. Der erstere zeichnete durchweg um 1¹/₂° bis 2° niedrigere Werthe auf: so z. B. um 9¹/₄ bei 855 m Höhe 10.8°, während wir um 9^a 17 in genau gleicher Erhebung 12.7 ablasen. Zwischen 850 und 950 m fand der Drachenballon Isothermie und es beginnt damit eine Annäherung an die Temperatur-Reihe des Freiballons; da jedoch der erstere nicht über 960 m hinaufgeschickt werden konnte (vgl. die Tabelle No. 86), so lässt

sich eine eventuelle Ausgleichung der Unterschiede bei Höhen von 1000 m und mehr nur als wahrscheinlich vermuthen.

Ueber 700 m und bis etwa 2600 m, also ziemlich bis zum Eintritt in die »mittlere Wolkenzone« (vgl. Fahrtbeschreibung) fand sich fast ohne besondere Schwankungen rasches thermisches Gefälle von 0.75° p. 100 m. Innerhalb dieser Schicht schwammen die Haufenwolken, in welche der Ballon nicht hineingekommen ist. Der Gradient ist kein adiabatischer, doch entfernt er sich für eine Luftmasse, innerhalb welcher zum grossen Theile Condensation stattfand, nur wenig von einem solchen. Hier waren ziemlich einfache Zustände mit geringer Störung des dynamischen Vorganges herrschend. Darauf aber tritt eine ausgesprochene Unstetigkeit ein: nahezu gleichzeitig findet sich plötzlich eine isotherme Zone von 200 m Mächtigkeit, es beginnt die str-cu-Schicht und der Wind dreht erheblich nach Süden. Der Ballon hatte also entschieden eine Luftströmung von anderer Herkunft erreicht, welche in direkterer Weise als die darunter fliessenden Massen von dem im Südosten gelegenen Aspirationscentrum bedingt war und ihn nach und nach völlig in jenes Depressionsgebiet hinüberführte. Innerhalb der str-cu-Masse, wenigstens in dem kompakteren oberen Theile derselben zwischen rund 2800 und 3320 m — hier lag deren obere Grenze — treten nun wieder normale Verhältnisse ein: der Gradient von nahezu 0.7° p. 100 m der sich hierfür ergibt, ist ein völlig adiabatischer, unter Berücksichtigung von Druck, Temperatur und der Thatsache der Wasser- oder vielmehr Schnee-Ausscheidung. Mit dem Verlassen der Wolken bei 3320 m tritt eine zweite Störung ein: zunächst starke Abschwächung des Gefälles auf nur 0.4° — und dies nunmehr im Trockenstadium! — darüber eine zweite isotherme Schicht, ja sogar schwache Inversion; man vergleiche die Temperaturen für 4125 und 4178 m und die graphische Darstellung. Diese zweite Diskontinuitätszone hängt in der gewöhnlichen, von uns vielfach erörterten Weise mit der Wolkengrenze zusammen; über eine etwaige Windänderung wissen wir nichts, da die Erde nicht mehr sichtbar war. Ueber 4000 m nimmt die Temperatur wieder anhaltend und rasch ab: der bemannte Ballon fand im Durchschnitt bis 4540 m (höchstliegende Temperatur-Beobachtung) 0.9° p. 100 m, der Registrirballon in noch grösseren Höhen bis 10400 m nacheinander folgende Werthe für Schichten von durchschnittlich 1000 m Mächtigkeit: 0.65 , 0.67 , 0.86 , 0.78 , 0.82 , 1.47 . Dieser letztere Betrag ist enorm hoch und der Temperatursturz von -45.5° auf -59.5° bei nur 950 m Höhenänderung nicht recht verständlich. Die Abstiegskurve giebt hier auch ganz andere Werthe, und es möge dahingestellt bleiben, ob es sich um ein vorhergehendes Nachbleiben und plötzliche darauffolgende Ausgleichung des Thermographen oder um anderes handelt. Jedenfalls ergab der Ballon-sonde für die oberen Schichten bis 10400 m den grossen Gradienten von 0.87 , für die gesammten Luftmassen von der Erde bis $10\frac{1}{2}$ km Höhe noch immer 0.80° p. 100 m.

Wie dies aber meist bei unseren Ballon-sonde-Aufstiegen in Höhen von mehr als 10000 m der Fall ist, zeigt nun die weitere Registrirung zunächst eine Sprungschicht mit Isothermie hart über der Zone mit dem stärksten thermischen Gefälle (diese isotherme Schicht hat eine Mächtigkeit von 350 m) und hierauf eine grossartig entwickelte Inversionserscheinung: die Temperatur nimmt in einer Zone von 1200 m vertikaler Erstreckung anhaltend zu, um schliesslich von rund -60° auf $-51\frac{1}{2}^{\circ}$ zu steigen. Erst von 12000 m Höhe an scheint eine Rückkehr zur Abnahme; wiederum durch eine isotherme Schicht vermittelt, einzutreten. Ueber diese immer wiederkehrende Erscheinung, die nicht mehr mit dem Schlagworte »Strahlungsfehler« abzuthun ist — auch der vorliegende Aufstieg fand z. B. zur Nachtzeit statt! — vergleiche man die Ausführungen bei den Aufstiegen vom 31. Juli und 1. August (unter No. 90—93 und 94—96) und die Bemerkungen bei mehreren anderen Ballon-sonde-Experimenten. Im vorliegenden Falle kann man wohl an eine Beziehung zwischen der Umkehrschicht über 10000 m Höhe und der Cirrus-Bedeckung des Himmels denken. Allein das Phänomen ist ein allgemeineres¹⁾ und wird demnächst einer gesonderten Betrachtung von seiten des Abtheilungsvorstehers, dem die Priorität dieser Interpretation gebührt, unterzogen werden.

Betrachten wir jedoch die Verhältnisse nur bis zur Grenze von 10000 m, so berechnet sich, wie erwähnt, das durchschnittliche Gefälle zu 0.8° p. 100 m. Es ist dieses demnach ein Zustand, der durchaus der Thatsache entspricht, dass, von allen sekundären Störungen und den Einflüssen partieller, kleiner Minima abgesehen, die gesammten oberen Luftmassen mindestens bis zu dieser Grenze unter der Herrschaft eines weitausgedehnten, seit längerer Zeit Mitteleuropa bedeckenden Gebietes niedrigen Druckes standen und demgemäss tief temperirt waren. Die Lage der 0° -Isotherme bei 2600 m sowohl wie der -50° -Linie bei etwa 9200 m (Mittel aus den Auf- und Abstiegswerthen des Registrirballons) ist für den Juli eine sehr niedrige.

¹⁾ Vgl. auch Teisserenc de Bort im *Annuaire de la Société Météorologique de France*, 1902, Mars, pp. 49—50.

Die Feuchtigkeitsbeobachtungen fördern zu keinerlei besonderen Betrachtungen heraus. Im Einklange mit den oben geschilderten Verhältnissen war der Wasserdampfgehalt durchweg ein recht hoher: über 1800 m sank die relative Feuchtigkeit fast gar nicht mehr unter 80 0/0 und erreichte nicht nur in der Wolkenmasse (2400—3300 m) 90—100 0/0, wie ja natürlich, sondern stieg auch über 4000 m wieder nahezu ebenso hoch. In der grössten Höhe, wo 97 0/0 gemessen wurden, befanden wir uns allerdings nicht mehr weit entfernt von den a-cu-Wolken über uns.

Charakteristisch für den Tag ist auch die durchweg so geringe Windgeschwindigkeit. Für die unteren Schichten, bis zum Eintritt in die Wolken, ist ihr Verhalten bereits besprochen worden; darüber hinaus, wo wir nur den Durchschnitt angeben können, scheint sie eher noch abgenommen zu haben, denn in den letzten 4 Stunden, wo der Ballon fast dauernd zwischen 2400 und 4600 m sich bewegte, wurden zusammen nur 80 km zurückgelegt, also kaum 5 1/2 m in der Sekunde. Bei dem Verlaufe der Ballonbahn zwischen mehreren, nur durch minimale Druckunterschiede von einander getrennten Luftdruck-Minima ist diese träge Bewegung der Luftmassen bis in verhältnissmässig grosse Höhen hinauf nicht überraschend.

Auch die Werthe für die Intensität der Sonnenstrahlung tragen das Gepräge des Witterungscharakters. Ihr absoluter Betrag ist für die Jahreszeit ziemlich niedrig, in den Morgenstunden 10—20°, später meist 20—30° aktinometrischer Differenz. Erst über der mittleren Wolkenschicht erreichen sie mehr als 30°, mit einem Maximum von 38° in 4300 m Höhe. Allerdings mag hier ausser dem noch theilweise cirrösen Himmel die bereits etwas vorgerückte Tageszeit (es war 4 Uhr geworden) mit in Betracht kommen.

No. 88/89.

Die Aufstiege vom 11. Juli 1901.

Erste Hochfahrt des Ballons „Preussen“.

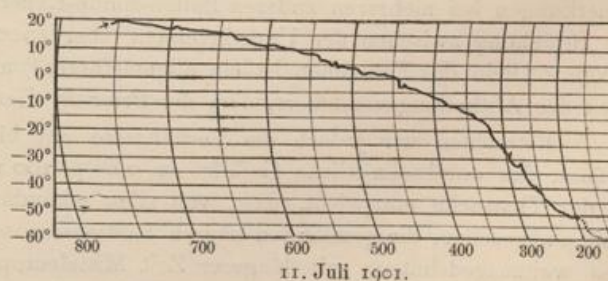
Ueber den Zweck und die besondere Veranlassung der Fahrten mit dem »Preussen« vom 11. und 31. Juli 1901 (No. 93) sind bereits eingehendere Angaben im allgemeinen Theile dieser Veröffentlichung, S. 45—46, gemacht worden. Seit Ende April waren wir mit den Vorbereitungen beschäftigt; die Probefahrt mit Leuchtgas sollte im Juni, dann endgültig am 4. Juli (s. bei No. 87, S. 211) stattfinden, aber erst am 11. Juli gelang es, den »Preussen«, natürlich begleitet von einem Registrirballon, emporzuschicken.

Die Ergebnisse beider Hochfahrten des »Preussen« sind von den Meteorologen derselben, Berson und Dr. Säring einer gemeinschaftlichen Erörterung unterzogen worden.

No. 88. Aufstieg des Registrirballons.

Gammiballon von 1.50 m Durchmesser, auf um 8^h 11^a von der Charlottenburger Gasanstalt II. Barothermograph Assmann III (Metallthermometer mit Hüllrohren).

Luftdruck mm	Temp. C°	Seehöhe m	Luftdruck mm	Temp. C°	Seehöhe m
761	19.6	40	460	1.5	4250
740	19.0	282	440	- 2.4	4606
730	18.2	400	420	- 4.3	4975
720	17.7	519	400	- 7.6	5359
710	17.0	639	380	- 9.8	5758
700	16.5	761	360	-12.3	6175
680	16.0	1008	340	-15.0	6611
660	15.5	1262	320	-19.6	7067
640	14.6	1523	300	-28.0	7542
620	12.5	1792	280	-32.6	8034
600	11.0	2066	260	-40.5	8550
580	10.1	2350	240	-46.0	9092
560	9.1	2642	220	-50.0	9668
540	8.3	2944	200	-51.8	10290
520	5.0	3255	180	-56.5	10970
500	3.7	3576	160	-60.0	11715
480	2.0	3907	135?	?	12820



11. Juli 1901.
Gelandet 10^a bei Hundeluft (Zerbst) 91 km nach S 46° W; mittl. Geschwindigkeit 14 m p. s.

No. 89.

11. Juli 1901.

Aufstieg des bemannten Ballons.

Ballon »Preussen« von 8400 m³; gefüllt mit 6900 m³ Leuchtgas.

Beobachter: Berson, Säring, Dr. v. Schrötter (Wien).

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	°C	mm	%	°C				
6 20 ^a	762.0	40	12.3	10.28	97	—	☉ ^{0.1}	—	—	Nacht klar, 4 ^{1/2} plötzlich ≡ ² von N, alles einbüllend, nach 3/4 Stunden wieder völlig weg.
55	—	»	14.3	10.49	87	—	(∞)	—	—	
7 0	—	»	16.3	9.83	70	—	—	—	—	Abfahrt von der Gasanstalt Jungfernhaid. Wind ENE 2-3.
8 13	—	»	20.3	—	—	—	—	o	—	
15	724.5	473	18.1	8.69	56	—	—	o	∞ ⁰	Schlepptau wird ausgelegt. Ballon ist jetzt voll.
16	719.5	533	17.0	7.82	54	—	☉ ²	o	—	
24	621.5	1770	—	—	—	—	—	—	—	Räsdorf, 42 ^{1/2} km p. Stunde.
28	597.0	2107	9.1	5.80	67	—	—	—	—	
32	591.5	2183	7.0	3.93	53	—	—	—	—	∞ am Horizont (ci-str)
54	574.5	2420	5.5	3.42	51	25.5	☉ ²	o	—	
58	577.0	2385	—	—	—	—	—	—	—	cu ringsum
9 6	570.0	2485	5.6	3.40	50	28.8	—	—	—	
11	572.5	2450	—	—	—	—	—	—	—	Rosslau. Cu in der Nähe, ganz lose.
18	576.5	2395	—	—	—	—	—	—	—	
22	559.0	2650	5.6	3.06	45	—	—	—	—	Senkrecht über Saale bei Friedeberg.
27	572.0	2460	—	—	—	—	—	—	—	
35	546.0	2842	3.5	2.82	48	—	☉ ²	—	—	Physiologische Experimente!
36	548.0	2813	—	—	—	—	—	—	—	
37 ^{1/2}	552.0	2753	—	—	—	—	—	—	—	Ueber Bahn Halle—Eisenach östlich von Fröttstedt. Physiologische Experimente!
45	547.5	2822	—	—	—	—	—	—	—	
46	557.5	2674	—	—	—	—	—	—	—	Westlich von Fulda. In den Pausen stets physiologische Experimente!
55	528.0	3125	2.5	1.31	24	27.0	☉ ²	o	cu	
10 6	525.0	3173	—	—	—	—	—	—	—	Senkrecht über Main bei Hanau zwischen Hainstadt und Auheim.
23	517.0	3303	2.0	2.14	41	28.9	☉ ²	o	r ⁰ cu	
47	483.5	3860	1.1	1.15	23	30.4	☉ ²	o	r ⁰	Ecke der Rhein-Insel zwischen Eich und Bindsheim.
55	502.0	3545	1.5	1.81	36	—	—	—	—	
11 13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Landung nach leichter Schleiffahrt durch Wald auf freiem Felde bei Thal-eisweiler, zwischen Pirmasens und Zweibrücken (Rheinpfalz)
22	500.2	3575	0.5	1.51	32	—	—	—	—	
36	480.0	3905	- 0.6	1.71	39	—	☉ ²	—	r ⁰	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
47 ^a	460.5	4245	- 2.4	1.20	31	24.4	☉ ²	o	r ⁰	
12 10 ^p	453.5	4368	- 4.3	1.80	54	—	—	—	—	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
27	440.0	4630	- 3.9	1.66	48	26.1	☉ ²	o	r ⁰ cu	
53	450.0	4440	- 3.0	1.53	42	28.9	☉ ²	o	r ⁰	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
1 11	418.3	5030	- 7.4	1.34	51	—	—	—	—	
50	412.7	5140	- 8.0	1.17	47	24.5	☉ ²	o	—	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
2 23	360.5	6218	-13.0	1.03	61	—	—	—	—	
49	331.5	6860	-17.5	0.91	78	30.6	—	o	∞	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
3 0	334.8	6785	-17.5	0.73	63	—	—	—	—	
6	316.3	7206	-21.0	0.64	82	—	—	—	—	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
27	305.5	7475	-22.0	0.66	84	29.0	—	—	—	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4 6	334.5	6790	-19.2	0.71	70	28.7	☉ ²	—	—	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
18	337.0	6735	-19.2	0.89	88	—	—	r ⁰ ci	—	
40	443.0	4570	- 4.5	1.20	37	24.5	—	—	—	Mittlere Richtung: S 47 ⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.
5 38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6 45	—	ca. 200	24.2	9.55	43	—	☉ ²	r fr-cu	—	

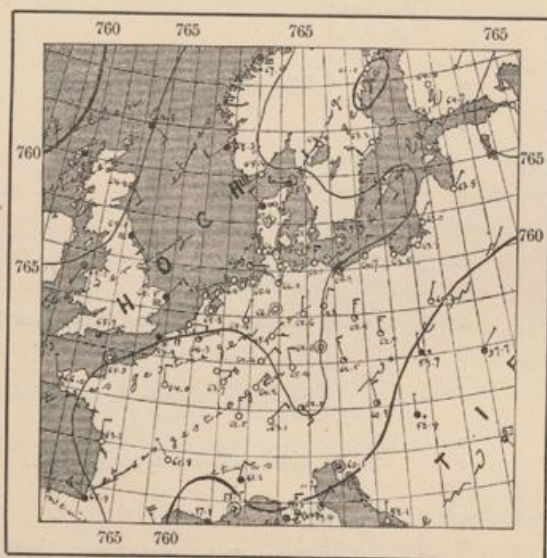
Mittlere Richtung: S 47⁰ W. Dauer der Fahrt: 9 Stunden 25 Min. Länge: 550 km. Mittlere Geschwindigkeit 16.2 m p. s.

A. Beschreibung der bemannten Fahrt.

Nach den oben erwähnten mannichfachen Verzögerungen, die im Wesentlichen durch anderweitige Inanspruchnahme des Militär-Luftschiifer-Bataillons veranlasst waren, gelang es endlich, den 11. Juli zur Auffahrt festzusetzen. Als Aufstiegsort wurde die Gasanstalt Charlottenburg II am Bahnhof Jungfernhaid gewählt, da sie die nöthige Gasmenge stets vorrätig hatte und mit grossem Druck und sehr weiten Röhren

den Ballon am schnellsten füllen konnte. Leider stellte sich nachträglich heraus, dass das Gas recht schwer und daher für Ballonzwecke nicht besonders geeignet ist. Das Füllen und Montiren hatte das Militär-Luftschiffer-Bataillon unter Führung des Herrn Hauptmann v. Tschudi übernommen, dem wir sowohl hierfür als auch besonders für die Unterstützung bei den zeitraubenden und anstrengenden technischen Vorarbeiten zu grossem Danke verpflichtet sind. Besondere Mühe machte die Anbringung und Befestigung der Sandsäcke. Dieselben wurden grösstentheils zum Abschneiden und selbstthätigen Umkippen eingerichtet und zu dem Zwecke mit zwei Leinen versehen, von denen die untere, am Boden des Sackes befestigte zum Korbrand, die obere, von der Sacköffnung ausgehende durch Rollen am Ballonring zu einem Knebel am Korbrande führte. Indem man den Knebel löste und die Leine langsam nach oben gleiten liess, entleerte sich der Sack, ohne den Korb stark zu erschüttern; das Verfahren hatte aber den Nachtheil, dass der Korb stellenweise durch die Sandsäcke in die Höhe gehoben wurde, so dass er nur mit wenigen gespannten Leinen schief am Ring hing. Man hatte mit dieser schiefen Stellung, welche ja keineswegs gefährlich, nur etwas unbequem war, von vornherein gerechnet; es kamen jedoch so viele Korbleinen ausser Zug, dass diese Methode doch nicht empfohlen werden kann. So war es z. B. schon recht zeitraubend, sich aus dem grossen Ballastvorrath immer diejenigen Säcke herauszusuchen zu müssen, welche das Gleichgewicht am meisten störten.

An der Fahrt vom 11. Juli betheiligte sich ausser den beiden Verfassern dieses Berichtes noch zum Zwecke physiologischer Experimente Herr Dr. Hermann von Schrötter jun. aus Wien, der schon



11. Juli 1901. 8^a. Isobaren.



11. Juli 1901. 8^a. Isothermen.

früher das Wesen der Höhenkrankheit eifrig studirt hatte. Ein äusserer Fortschritt wurde bei dieser Fahrt schon insofern erreicht, als zum ersten Male in Höhen über 5000 m die Wirkung der Luftverdünnung und der Einfluss der Sauerstoffathmung im Ballon durch einen mit solchen Messungen wohl vertrauten und sorgfältig hierauf vorbereiteten Fachgelehrten untersucht worden sind. Diese Experimente störten allerdings mehrfach die meteorologischen Beobachtungen; sie hatten aber auch für uns Meteorologen schon dadurch insofern unmittelbar praktische Bedeutung, dass sie unzweideutig bewiesen, dass reichliche Sauerstoff-Zufuhr in die Lungen ein völlig genügender Schutz gegen die Wirkung verdünnter Luft ist. Ueber einige Ergebnisse seiner physiologischen Versuche hat Herr Dr. von Schrötter kurze Mittheilungen auf dem fünften internationalen Physiologen-Kongress in Turin und auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg im September 1901¹⁾ gemacht. Die ausführliche Verarbeitung wird später erscheinen.

Ueber den Verlauf der Fahrt selbst ist wenig zu berichten, da sie bei klarem Wetter stattfand, die Führung also keine Schwierigkeiten bereitete. Bei fast völliger Windstille erhob sich der Ballon um 8 Uhr 13 Min. Das Schlepptau war wegen des beschränkten Raumes an der Gasanstalt vorher nicht ausgelegt; es geschah dies sofort nach der Abfahrt, und es entstand dadurch leider in den meteorologischen Beobachtungen eine Pause von 10 Minuten, während welcher der Ballon um etwa 1500 m anstieg. Er war nämlich, wie meist bei unseren Hochfahrten üblich, nicht ganz, sondern nur mit $\frac{4}{5}$ seines Inhaltes, d. h. mit

¹⁾ Der Vortrag ist theilweise veröffentlicht in der Medizinischen Woche vom 23. Sept. 1901, No. 38, unter dem Titel: »Zur Kenntniss der Wirkung bedeutender Luftverdünnung auf den menschlichen Organismus.«

6900 cbm Gas, gefüllt worden, so dass er etwa bei 1800 m Höhe prall voll wurde. Alsdann stieg er in Folge der starken Sonnenwirkung noch bis nahezu 3000 m ohne Ballastauswurf. In sanftem Anstieg erreichte der Ballon um 3¹/₂ Uhr seine Maximalhöhe mit 7500 m. Dazu wurde verhältnissmässig viel Ballast verbraucht, da der Ballon während der ganzen Fahrt keine Neigung zeigte, horizontal zu schwimmen. Es wurde vielfach versucht, ob er nicht von selbst wieder steigen würde, nachdem er gefallen war, aber fast immer musste schliesslich zum Sandsack gegriffen werden. Auch in der grössten Höhe hielt sich der Ballon



10. Juli 1901. 9^p. Isobaren.



10. Juli 1901. 9^p. Isothermen.

nicht lange mehr, als kein Ballast geworfen wurde; er flog dann allerdings sehr langsam und gleichmässig abwärts und war durch geringe Ballastmengen (25 kg) aufzuhalten.

Die Erde war während der ganzen Fahrt stets zu sehen. Die bei dem heissen, ruhigen Wetter selbstverständliche Dunstschicht verhinderte zwar eine weite Fernsicht, aber der Blick nach unten war meist ungewöhnlich anmuthig und abwechslungsreich. Interessant war besonders der Unterschied in dem Charakter der zahlreich überflogenen kleinen Mittelgebirge und der zwischen ihnen sich einbettenden Thäler und Flüsse. Die Fahrt brachte uns zunächst über den öden Fläming; die Elbe wurde bei Rosslau



11. Juli 1901. 7^a. Isobaren.



11. Juli 1901. 7^a. Isothermen.

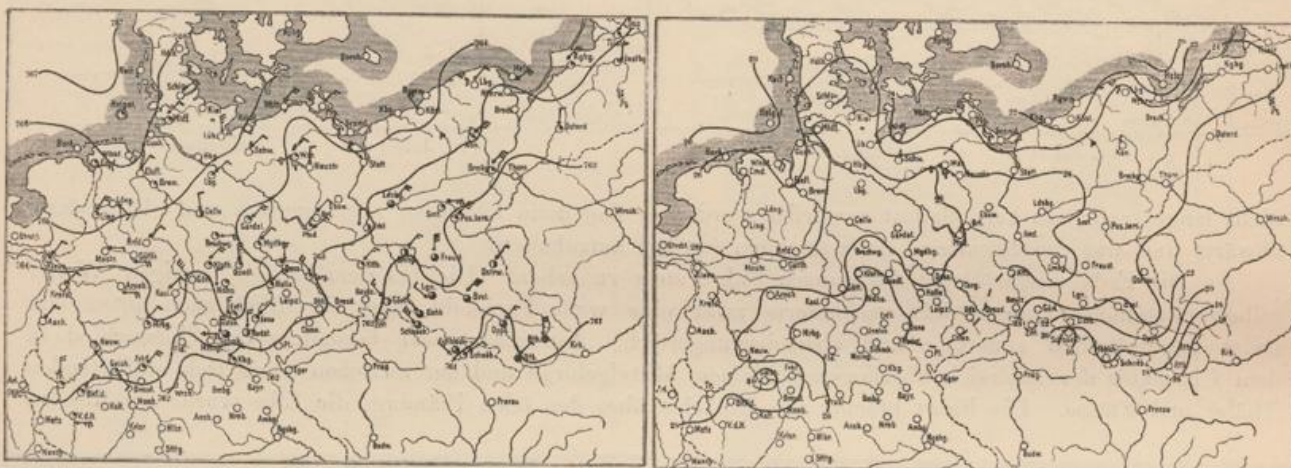
überschritten: es folgten das walddreiche Anhalt und die fruchtbaren Gefilde zwischen Harz und Thüringerwald. Letzterer wurde in seinem nordwestlichen Theil, nahezu vertikal über dem Inselsberge, überflogen; die Fahrt ging weiter über die Rhön und den Vogelsberg, an den Abhängen des Spessart entlang bis zum Main bei Hanau. Die sonnige Niederung zwischen Main und Rhein wurde bei Darmstadt passirt, dann der Rhein überschritten und schliesslich der Haardt central von NE nach SW gequert. Am Abhange des Haardt, bei dem pfälzischen Dorfe Hoheinöd, setzte das Schlepptau zum ersten Male auf; es schien jedoch rathsam, die vor uns liegenden hohen Waldungen am Schlepptau zu überfliegen. Der Ballon gehorchte hierbei vorzüglich auf Ventil und Ballast, und Dank seiner grossen Segelfläche zog er den Korb glatt durch

die hohen und dichten Tannenwipfel. Allerdings wird es einen etwas gefährlichen Anblick geboten haben, als er, allen Unebenheiten des Geländes folgend, in ein schluchtähnliches, enges Seitenthal des Erbaches hinunterfuhr und dann am gegenüberliegenden Gehänge wieder aufstieg. Unmittelbar hinter den Waldungen wurde um 5 Uhr 38 Min. nach ganz kurzer, leichter Schleiffahrt sanft gelandet auf theilweise abgeernteten Feldern unweit der Bahnstation Thaleischweiler zwischen Pirmasens und Zweibrücken. Technisch hatte die Ballonfahrt das willkommene Resultat ergeben, dass sich der »Preussen« bei aufmerksamer und besonnener Führung leicht beherrschen lässt.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Die Fahrt bietet, abgesehen von ihrer Bedeutung als Probe für den Aufstieg vom 31. Juli, besonderes Interesse durch ihre Erforschung einer sehr warmen, sommerlichen Anticyklone. Der Umfang dieses Hochdruckgebietes wird schon allein dadurch charakterisirt, dass der Ballon sich über 9 Stunden lang mit der beträchtlichen mittleren Geschwindigkeit von 16 m p. s. in einer Luftströmung von nahezu konstanter nordöstlicher Richtung bewegte.

Wetterlage. Zur Kennzeichnung derselben muss daran erinnert werden, dass Anfang Juli im nordwestlichen und mittleren Deutschland eine etwa achttägige Periode heissen, ruhigen Wetters einsetzte.



11. Juli 1901. 2P. Isobaren.

11. Juli 1901. 2P. Isothermen.

Begünstigt durch kräftige Sonneneinstrahlung nahm die Temperatur von Tag zu Tag zu, überschritt seit dem 11. Juli mehrfach 30° und stieg am 13. und 14. stellenweise bis zu 34° . Vom 10. bis 12. Juli war die Anticyklone über Deutschland am reinsten ausgeprägt mit allen ihren charakteristischen Merkmalen: nahezu wolkenloses Wetter, schwache nördliche Winde, starke tägliche Periode in Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck. Die tagsüber aufsteigende Luftbewegung bleibt also innerhalb mässiger Grenzen; keine preussische Station meldet Gewitter.

Am 11. Juli erstreckt sich nach obiger Wetterkarte das Hochdruckgebiet von der Biscaya-See bis Skandinavien; der höchste Barometerstand ist zwischen Nord-England und Jütland anzunehmen. Verhältnissmässig niedriger Luftdruck liegt über dem Mittelmeer und Südost-Europa. Die Ballonfahrt fand also im südöstlichen Rande des Hochdruckgebietes statt, und es ist für die meteorologischen Ergebnisse wichtig, hervorzuheben, dass gerade von diesem Südostrande aus das Maximum zerstört wurde. Am 11. Juli war allerdings in Deutschland hiervon noch nichts zu spüren, dagegen hatten doch schon Mittel- und Süd-Italien, sowie Süd-Frankreich Gewitter; am 12. wurden elektrische Erscheinungen aus Mittel-Italien und Nord-Frankreich gemeldet und am 13. beginnen die Gewitter in Deutschland. Der 14. Juli war für Deutschland einer der gewitterreichsten Tage des Jahres.

Die Luftdruckvertheilung über Nord- und Mittel-Deutschland ist zur Zeit der Ballonfahrt zwar keineswegs besonders regelmässig, jedoch sind die vielfachen Ausbuchtungen der Isobaren wohl durch thermische Anomalieen, nicht durch dynamische Kräfte zu erklären. Die Temperaturvertheilung zeigt zunächst das charakteristische Gefälle von Mittel- und besonders Südwest-Deutschland nach den Küsten. In der Nacht vom 10. zum 11. Juli kühlte sich die Luft vielfach unter 10° ab (Berlin 8.7°), erwärmte sich dann aber sehr rasch am Morgen. Die Isothermen für 7° sind hauptsächlich deshalb so unregelmässig. Der Temperaturanstieg betrug z. B. zwischen 6 und 9° in Berlin und in Erfurt 10° ; dann aber erfolgte die Zu-

nahme langsamer und gleichmässiger, wenigstens in dem Gebiete, welches für die Ballonfahrt in Betracht kommt. Um 2^p kann man für das ganze vom Ballon im Laufe des Tages überflogene Gebiet — also von Brandenburg nach der Rheinpfalz — eine ziemlich gleichmässige Temperatur von 28—29° im Meeresniveau annehmen. Das Temperaturmaximum wurde erst gegen 4 Uhr mit rund 30° erreicht. Als Temperaturen für die Fusspunkte der Ballonbahn, reducirt auf Meeresniveau, kann man folgende Werthe setzen:

6 ^a	8	10	12 ^a	2 ^p	4	6 ^p
13°	20	24	26 ^{1/2}	28	29 ^{1/2}	27.

Die relative Feuchtigkeit sank von fast völliger Sättigung bald nach Sonnenaufgang bis zu etwa 30^{0/0} um 4^p. Unterhalb der Ballonbahn bildeten sich nur vereinzelte, ganz lose Cumuli, deren Höhe 2000 bis 2500 m betragen haben mag. Cirrus wurde nur einmal bemerkt.

Mit Rücksicht auf die konstante Druckvertheilung, die gleichmässige Windrichtung und den geringen Wasserdampfgehalt der Atmosphäre wird man einen recht einfachen vertikalen Gang der Temperatur erwarten. Insbesondere interessirt die Frage, ob — entsprechend der übernormal warmen Witterung am Erdboden — auch abnorm warme Luftschichten in der Höhe angetroffen seien. Es mag vorweg bemerkt werden, dass dies nicht der Fall war, dass wir vielmehr im Wesentlichen die nach Berson¹⁾ für eine Anticyklone typische vertikale Temperaturvertheilung wiedergefunden haben.

Zur näheren Begründung und Erläuterung schicken wir eine Zusammenfassung der Beobachtungen nach Schichten von je 500 m Dicke und eine Zustandskurve der Temperatur voran. In dem Diagramm verbindet eine gestrichelte Linie die in der grössten Höhe gefundene Temperatur mit der gleichzeitigen Temperatur unten.

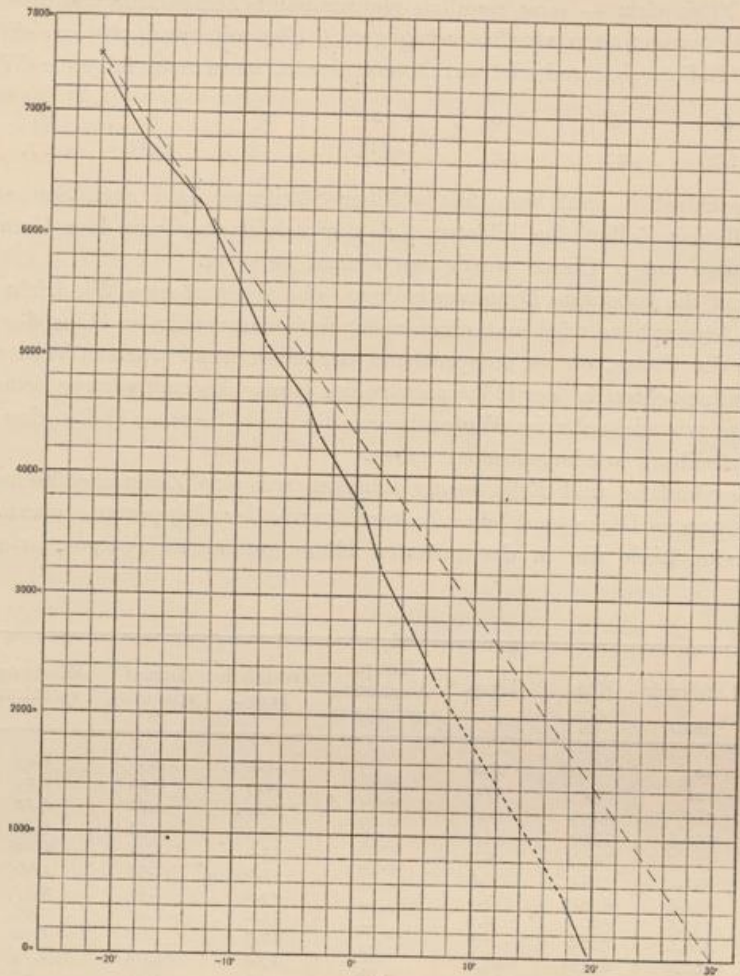
Höhen- schicht	Luftdruck mm	Höhe m	Temp. C°	Temp.- Aenderung auf 100 m	Potentielle Temp.	Dampf- spannung	Mischungs- verhältniss	Rel. Feucht. 0/0
Erde	763	40	19.6		19.2	10.2	8.43	60
0—2000	722	503	17.6	0.43	21.9	8.26	7.19	55
2000—2500	583	2299	6.8	0.60	29.0	4.11	4.41	55
2500—3000	552.5	2746	4.6	0.49	31.3	2.94	3.34	46.5
3000—3500	522.5	3219	2.2	0.51	33.6	1.72	2.06	32.5
3500—4000	491.0	3721	0.6	0.32	37.2	1.54	1.96	32.5
4000—4500	454.5	4351	- 3.2	0.60	39.8	1.51	2.07	40
4500—5000	441.5	4600	- 4.2	0.40	41.2	1.43	2.02	42
5000—5500	416.0	5085	- 7.7	0.72	42.7	1.26	1.90	49
5500—6500	360.5	6218	-13.0	0.47	49.4	1.03	1.78	61
6500—7000	334.6	6792	-18.4	0.92	49.6	0.81	1.42	75
7000—7500	312.0	7340	-21.5	0.58	52.1	0.65	1.34	83

Diese Daten lassen erkennen, dass die Temperatur dicht über dem Boden nur langsam abnahm, vielleicht zunächst konstant blieb, wie dies ja an einem wolkenlosen Sommermorgen, besonders bei dem Vorhandensein einer Dunstschicht, das übliche ist. Leider liegen zwischen 600 und 2000 m keine Messungen vor, da bei dem raschen Aufstieg des nur zu ⁴/₅ gefüllten Ballons technische Arbeiten die Zeit völlig beanspruchten. Jedoch sind hier grössere Temperaturstörungen durchaus unwahrscheinlich. Voraussichtlich wird oberhalb der Dunstschicht — etwa bei 500 m — ein etwas rascheres Sinken der Temperatur und dann wieder der mittlere Werth von 0.5° Abnahme auf 100 m bestanden haben. Diesen Betrag von 0.5° (genau 0.49°) finden wir auch im Mittel aller 500 m-Schichten bis zu 6000 m, d. h. es herrschen ungewöhnlich gleichförmige Verhältnisse bis zu dieser Höhe. Kleine Unstetigkeiten, theilweise sogar Temperaturumkehrungen, wird man nicht allzu hoch einzuschätzen haben. Sie kommen wohl stets vor; auch der Registrirballon zeigt derartiges. Es muss dahingestellt bleiben, ob es bloss Zufall ist, dass diese Störungen sich gerade in der von Wolken bevorzugten Höhe von 4000 m befinden; zu Wolkenbildungen selbst reichten sie nicht aus. Eine charakteristische Aenderung setzt jedoch bei etwa 6000 m Höhe ein, nämlich eine Steigerung der vertikalen Temperatur-Abnahme von 0.5° auf 0.75°. Die mittlere Temperatur-Abnahme für die ganze vom Ballon durchfahrene Luftmasse steigt entsprechend der raschen Erwärmung im Laufe des Tages an, und erreicht um 4^p den ganz normalen Werth von 0.8° auf 100 m.

Zwei Minuten vor dem Ballon »Preussen« erhob sich ein Registrirballon, der eine Höhe von etwa 13000 m erreichte und nach zwei Stunden bei Zerbst nahezu zur selben Zeit, als der »Preussen« diese Ge-

¹⁾ Wissenschaftliche Luftfahrten, Band 3, Seite 110.

gend überflog, niederfiel. Die Bedingungen zu einer Vergleichung der Aufzeichnungen in beiden Ballons sind also sehr günstige, um so mehr, da die vertikale Geschwindigkeit des Registrierballons wohl dauernd



11. Juli 1901.

eine zur Ventilation des Thermographen ausreichende gewesen ist, denn der Ballon hat in vertikaler Richtung durchschnittlich gegen 4 m p. s. zurückgelegt.

Aus einer graphischen Darstellung des Temperaturverlaufs erhält man für je 1000 m nachstehende Vergleichstabelle:

Höhe m	Temperatur			Temperatur-Abnahme für 100 m	
	Registrier-Ballon C°	»Preussen« C°	Differenz P.—R.—B. C°	Registrier-Ballon C°	»Preussen« C°
0	19.7	19.7	0.0		
1000	16.1	(14.6)	(-1.5)	0.36	0.51
2000	11.7	8.7	-3.0	0.44	0.59
3000	7.1	3.4	-3.7	0.46	0.53
4000	2.2	-1.2	-3.4	0.49	0.46
5000	-4.8	-7.0	-2.2	0.70	0.48
6000	-11.0	-11.9	-0.9	0.62	0.49
7000	-18.6	-18.9	-0.3	0.76	0.70
8000	-32.3	—	—	1.37	—
9000	-45.2	—	—	1.29	—
10000	-51.0	—	—	0.58	—
11000	-56.7	—	—	0.57	—

Die Temperaturen des Registrierballons sind also bis zu 5000 m erheblich höher als die im Freiballon, während umgekehrt über 7000 m eine verdächtig schnelle Temperaturabnahme einsetzt. Die Ver-

gleichung der Einzelwerthe erscheint daher nicht lohnend und die Ergänzung der Beobachtungen im »Preussen« durch Registrirungen nicht einwandfrei. Dagegen ist die Verschiedenheit der Temperatur-Abnahme unter und über 6000 m auch im Registrirballon ausgeprägt: von 0 bis 6000 m beträgt die mittlere Aenderung 0.51° auf 100 m (nahezu übereinstimmend mit dem »Preussen«), von 6000—12000 m 0.95°, also ein sehr starkes Anwachsen.

Die grosse Konstanz der Temperaturverhältnisse, bezw. der regelmässige anticyklonale Aufbau der Luftmassen wird bestätigt durch die Zahlenreihen über potentielle Temperatur und Mischungsverhältniss. Die potentielle Temperatur erreicht in 2500 m den Werth von 30°, d. h. die Maximaltemperatur am Erdboden. Ungefähr in dieser Höhe schwebten auch die losen cu-Wolken, und man wird daher nicht fehlgehen, wenn man bis hierher den Einfluss der tagsüber vom Boden aufsteigenden Luftmassen setzt. Berechnet man die theoretische Höhe der Cumulus-Basis aus der mittags am Boden beobachteten Temperatur und Feuchtigkeit, so gelangt man wiederum zu dem Werthe von rund 2500 m. Es ist auch bemerkenswerth, dass morgens, als die aufsteigende Bewegung noch nicht zu voller Entwicklung gekommen war, der Feuchtigkeitsgehalt anscheinend ununterbrochen abnahm bis zu einer Höhe von mehr als 3000 m. Man wird dies als Beweis dafür ansehen können, dass die Wolken des 11. Juli nicht durch seitliche Luftzufuhr, sondern durch thermodynamische Kräfte entstanden sind.

Ueber 3000 m Höhe wird die Gleichförmigkeit der Luftschicht durch die innerhalb eines Zehntel-Gramm übereinstimmenden Werthe des Mischungsverhältnisses in geradezu überraschender Weise bestätigt. Erst über 6000 m beginnt das Mischungsverhältniss in schnellerem Tempo herabzusinken. Die Regelmässigkeit der Zahlen ist eine so grosse, dass man beinahe versucht wird, sie als indirekten Beweis für die Brauchbarkeit des Psychrometers im Ballon bei tiefen Temperaturen anzuführen. Die im Verhältniss zu den unteren Schichten rasche Abnahme der Temperatur und des Mischungsverhältnisses über 6000 m deuten darauf hin, dass hier Mischung verschiedener Luftmassen stattgefunden hat, und zwar wahrscheinlich in Folge des Abfliessens der Luft von dem Kerne des Hochdruckgebiets. Aus der Temperatur- und Druckvertheilung am Erdboden muss man nämlich schliessen, dass das Centrum der Anticyklone sich in grösseren Höhen nach NNE bis NE verschoben hatte.

Das Charakteristische für die Anticyklone dürfte wohl die warme Zone in mittlerer Höhe (rund 3000—6000 m) sein. Indem diese Schicht von unten durch thermische, von oben durch dynamische Kräfte mehr und mehr eingeengt, bezw. abgesondert wird, werden sich an ihren Grenzen Unstetigkeiten ausbilden, welche den Witterungsumschlag beschleunigen und eventuell durch elektrische Vorgänge verstärken.

Die aktinometrischen Differenzen zeigen nur unbedeutende Veränderungen mit der Höhe; auch ist der Betrag dieser Differenzen für einen wolkenlosen Tag recht gering. Vielleicht haben doch über 7500 m Kondensationen des Wasserdampfes stattgefunden, obgleich kein sichtbarer Cirrus vor die Sonne trat; der Himmel hatte auch keineswegs eine besonders intensive, rein blaue Farbe, sondern war mehr weisslich-blau.

Die Windverhältnisse werden durch folgende Tabelle veranschaulicht.

Punkte	Höhenschicht m	Entfernung km	Zeit Min.	Mittlere Windrichtung	Geschwindigkeit m p. s.
Berlin—Räsdorf	40—2400	43	65	N 36° E	11.0
Räsdorf—Rosslau	2400—3350	60	65	N 50° E	15.3
Rosslau—Saale	3350—3600	45	50	N 51° E	15.0
Saale—Fröttstedt	3600—5000	113	118	N 48° E	16.0
Fröttstedt—Fulda ¹⁾	5000—6200	80	72	N 48° E	18.5
Fulda—Main	6200—7300	65	50	N 48° E	21.7
Main—Rhein	7300—7000	51	34	N 50° E	25.0
Rhein—Thaleisweiler . .	7000—200	82	111	N 47° E	12.3

Abgesehen von den untersten Schichten, ist die Windrichtung eine ganz konstante, nahezu nordöstliche bis zu mindestens 7500 m gewesen und wahrscheinlich noch bis in erhebliche Höhen darüber die gleiche geblieben, da der Registrirballon dieselbe Bahn wie der »Preussen« eingeschlagen hat.

Das Ansteigen der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ist ziemlich gross, nämlich zwischen Boden und 7000 m im Mittel 3 m p. s. auf je 1000 m. Die Zunahme ist natürlich keine gleichmässige; sie ist sehr erheblich in den unteren Luftschichten und wächst bis zu 2500 m Höhe von 2 auf 15 m p. s. Dann folgt ein sehr langsames Anwachsen — nur etwa 1 m auf 1000 m Höhendifferenz — in der schon er-

¹⁾ Der Punkt »Fulda« ist weniger genau als die übrigen, da die Stadt nicht senkrecht überflogen wurde; die daraus abgeleiteten Zahlen passen jedoch so gut in die Tabelle, dass sie als Ergänzung hier wohl einen Platz verdienen.

wähten gleichförmigen Schicht zwischen 3000 und 6000 m und darüber hinaus dann eine ziemlich plötzliche Zunahme bis auf 25 m p. s. in der grössten Höhe. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass der Befund über Richtung und Geschwindigkeit der Luftströmung — entgegen demjenigen über Temperatur — durchaus nicht dem mittleren Verhalten anticyklonaler Winde entspricht; man hätte hiernach eine Rechtsdrehung und ein langsames Anwachsen der Windstärke mit der Höhe erwarten sollen.

Berson und Süring.

No. 90—93.

Die Aufstiege vom 31. Juli 1901.

Zweite Hochfahrt des Ballons »Preussen«.

Der »Preussen« war von seiner Probefahrt nach der Rheinpfalz (siehe No. 89, 11. Juli 1901) unverehrt zurückgekommen und hatte sich, wie in der Beschreibung jenes Aufstieges bereits hervorgehoben, als ein durchaus leistungsfähiger Ballon erwiesen, der auch bei gewisser Erfahrung in der Führung grösserer Aërostaten sich leicht und sicher manövriren liess. War es mit dem für Ballonfahrten höchst ungünstigen, da überaus schweren Charlottenburger Leuchtgas nur gelungen, 7500 m Höhe zu erreichen, so durfte man mit reinem Wasserstoff auf die Möglichkeit hoffen, bis auf 11—12000 m und vielleicht noch höher steigen zu können. Ursprünglich war beabsichtigt worden, für diesen Zweck einen von der äusseren Luft hermetisch abschliessbaren Korb, und zwar durch Umhüllung mit 6—8fachem Ballonstoff, zu bauen, um, von allen physiologischen Einflüssen unabhängig, thatsächlich in die höchsten dem grossen Ballon zugänglichen Schichten gelangen und dort Beobachtungen vornehmen zu können. Leider erwiesen Berechnungen, dass die Reissstärke dieser doch so kräftigen Stoffe noch nicht im Stande wäre, dem mächtigen Ueberdrucke von mindestens $\frac{1}{3}$ Atmosphäre (bei Abschliessen des Korbes in etwa 400 mm Luftdruck) Stand zu halten; von der sehr alten Idee eines Korbes aus Stahlblech hatten wir schon vorher nach reiflicher Ueberlegung Abstand genommen. So beschlossen wir denn, die Fahrt unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln und nur bei durchaus günstiger Witterung in der bei uns herkömmlichen Weise auszuführen. Nur sollte die mitzunehmende Sauerstoffmenge viel beträchtlicher sein als gewöhnlich, um für mindestens achtstündigen ununterbrochenen Bedarf von zwei Mann bestimmt auszureichen. Von dem Gebrauch von Masken und ähnlichem für die Athmung sahen wir gleichfalls nach einigen Vorversuchen und Besprechungen ab, als nach unserer Ueberzeugung, wenigstens in der unvollkommenen uns damals gebotenen Form, mehr hinderlichen als nützlichen Komplikationen und führten nur einige unwesentliche Aenderungen in der Sauerstoffzuführung ein. Wegen anderer Einzelheiten der Anordnung vergleiche man die Fahrtbeschreibung.

Wie bei der ersten Fahrt des »Preussen«, so stellten sich auch bei der eigentlichen Hochfahrt allerhand technische und persönliche Schwierigkeiten ein, welche es nach wiederholten Aufschüben erst am 30. Juli gestatteten, den Aufstieg für den 31. in Aussicht zu nehmen. Da die Witterung sich für diesen Tag günstig gestaltete, so beschlossen wir, die Fahrt auch nicht um einen Tag mehr zu verschieben, ob schon der folgende 1. August ein internationaler Termintag war, um nicht die Ausführung des schwierigen Unternehmens bei einem eventuellen raschen Wetterumschlage aufs Spiel zu setzen. Selbstverständlich sollte gleichzeitig mit der Fahrt auch ein Ballon-sonde-Aufstieg stattfinden, da ja die Vergleichung beider Beobachtungsmethoden ein Hauptzweck der Hochfahrt war (vergl. S. 45), und auch der Drachenballon oder, falls der Wind später zunehmen sollte, Drachen emporgeschickt werden. Da nun thatsächlich alle diese Aufstiege ausgeführt wurden, am 1. August aber als dem »internationalen Tage« und in hier üblicher Art bereits seit dem Vorabend wieder Registrirballons, freie und gefesselte, in Thätigkeit traten, so ergeben thatsächlich die beiden Tage des 31. 7. und 1. 8. 1901 eine derartige Häufung von Experimenten, wie sie bei uns noch nicht in Scene gesetzt worden war. Es liegt daher nahe, die gesammten meteorologischen Feststellungen der beiden Tage einer gemeinsamen Betrachtung zu unterziehen. Dies ist in der Hauptsache auch am Schlusse der Besprechung der Experimente vom 1. August durch den Abtheilungsvorsteher geschehen; insbesondere wurde sowohl der Gang der meteorologischen Elemente in den unteren Schichten bis 1500—2000 m, welcher durch die fast fortlaufende 27stündige Registrirung des Drachenballons ziemlich genau bekannt ist, einer umfassenden graphischen Darstellung und Erörterung unterzogen, als auch die Ergebnisse der Ballon-sonde-Aufstiege im Einzelnen besprochen und unter einander verglichen. In Anbetracht des besonderen Interesses jedoch, welches die bemannte Hochfahrt vom 31. Juli nicht nur in der Reihe unserer Experimente, sondern auch in der Geschichte der Luftschiffahrt überhaupt beanspruchen muss, und ihrer anderweitigen Zusammengehörigkeit mit der ersten Hochfahrt des »Preussen« vom 11. Juli werden die Aufstiege vom 31. Juli zunächst für sich in tabellarischer Form gegeben und im Anschluss daran erörtert, und zwar gleich der Fahrt vom 11. Juli seitens der beiden Theilnehmer

Berson und Dr. Süring. Diese Besprechung wird sich aber im Wesentlichen, ausser einer Beschreibung der Hochfahrt und Schilderung der Wetterlage, auf die kurze Beleuchtung der wichtigsten Ergebnisse der bemannten Fahrt und eine Vergleichung derselben mit den Registrirungen des gleichzeitig gestiegenen »Ballon-sonde« als der wichtigsten Momente beschränken. Dagegen verweisen wir, sowohl betreffs einer eingehenden Darlegung aller Verhältnisse in den unteren Schichten als des Zusammenhanges der Zustände in den höchsten Zonen mit den Witterungsvorgängen, auf die umfassenden Darlegungen in der oben erwähnten Bearbeitung des 31. Juli und 1. August durch Prof. Assmann, unter No. 94—96.

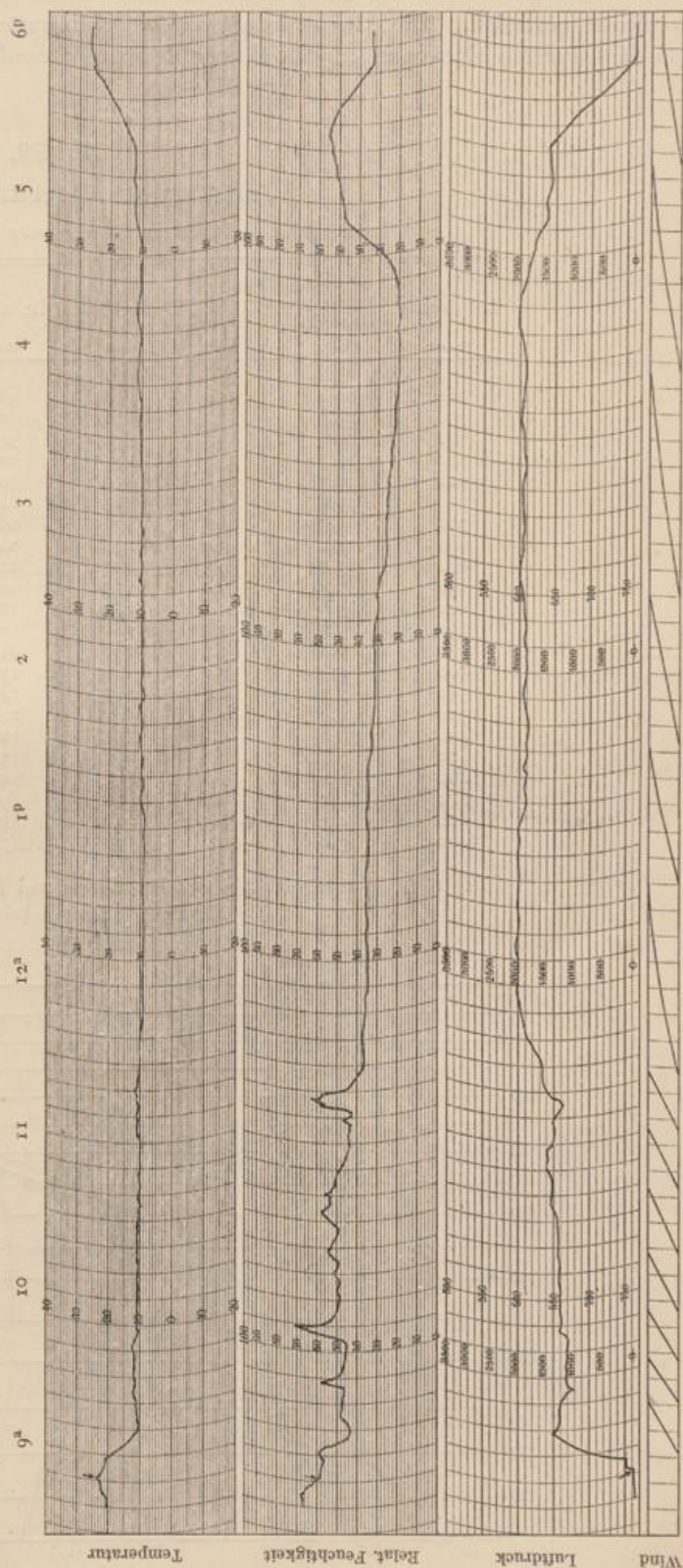
Wir bemerken noch, dass speciell über die Hochfahrt des »Preussen« bereits von unserer Seite mehrfach berichtet worden ist, und zwar ausser durch Zeitungen und Vorträge in Fachvereinen und anderen gelehrten Gesellschaften, auch in den »Illustrierten Aëronautischen Mittheilungen«, Jahrgang 1901, S. 117—119. Ueber den Ballon, dessen Maasse, Gewichtsverhältnisse u. s. w. findet man nähere Angaben a. a. O., Jahrgang 1900, S. 114.

No. 90.

Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³; 2750 m Kabel.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
8 51 ^a	763	40	Ballon auf			21.8	66
9 10	651	1390	10.8	44	4.4	—	—
44	672	1124	11.5	50	5.4	23.1	61
Ballon in Wolken							
10 53	642	1508	10.0	44	3.5—4.4	—	—
11 58 ^a	597	2120	9.0	35	zwischen 0.9 und 1.5	—	—
12 54 ^p	600	2076	9.0	35		25.4	43
1 54	605	2002	9.4	32		—	—
2 53	604	2017	9.8	27		26.6	35
3 55	609	1954	11.0	20		28.8	29
Wolken theilen sich							
4 57	641	1510	11.7	49	—	—	
5 24	642	1495	12.0	55	—	—	
40	702	732	18.2	46	—	—	
52	760.2	40	Ballon unten			26.5	28



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

31. Juli 1901.

No. 91.

Aufstieg des Registrierballons I.

Gummiballon von 1500 mm Durchmesser mit Apparat III.

Derselbe stieg um 10^h 5 a. m. auf und wurde erst abends am Ufer des Wupatz-Sees bei Fangschleuse gefunden. Die Registrierung war völlig zerstört, wie es scheint, durch das Wasser im See, so dass nur die Entfernung und Richtung festgestellt werden konnte. Dieselben sind: 34 km nach S 66° E.

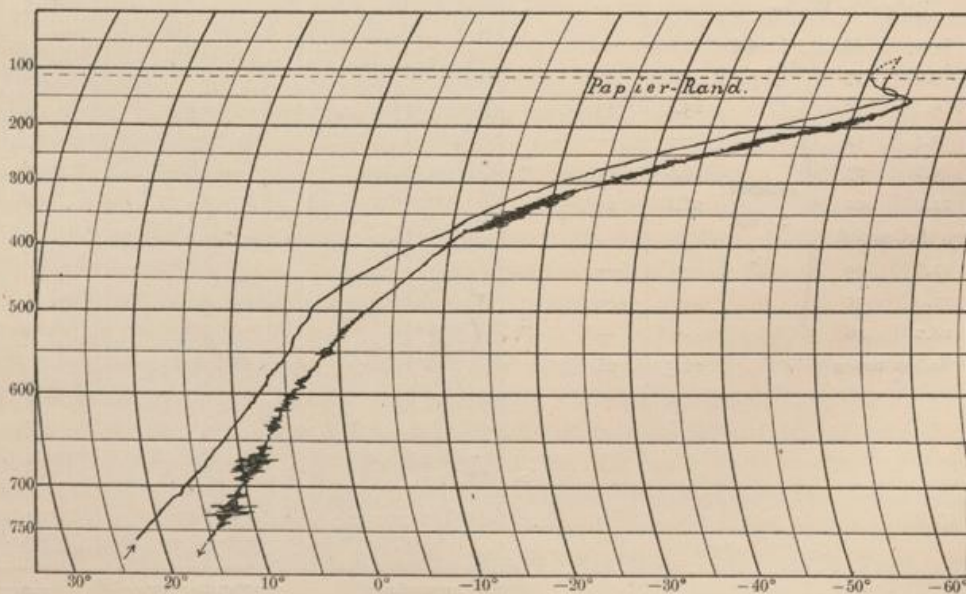
No. 92.

Aufstieg des Registrierballons II.

Gummiballon von 1800 mm Durchmesser mit Apparat II. Auf 10^h 18^a.

Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m	Luftdruck mm	Temperatur		Seehöhe m
	Aufstieg C°	Abstieg C°			Aufstieg C°	Abstieg C°	
764	23.0	15.0	40	380	-10.0	-12.0	5766
750	21.5	14.3	201	360	-12.0	-15.0	6185
740	20.4	13.5	317	340	-14.4	-18.0	6623
730	19.7	12.7	435	320	-17.3	-20.8	7085
720	18.3	12.0	554	300	-20.9	-25.4	7570
710	17.4	11.4	674	280	-24.0	-29.5	8080
700	16.5	10.8	795	260	-28.1	-33.0	8625
680	14.2	9.0	1040	240	-32.5	-38.5	9200
660	12.5	7.9	1292	220	-36.5	-43.5	9812
640	10.8	7.0	1550	200	-42.7	-49.2	10470
620	9.0	6.0	1815	180	-46.5	-52.0	11180
600	7.9	4.5	2087	170	-50.0	-53.0	11560
580	6.8	3.3	2369	160	-52.0	-55.5	11957
560	5.4	2.0	2657	150	-53.5	-55.5	12380
540	4.5	0.8	2955	140	-53.5	-52.5	12825
520	3.7	-0.8	3262	130	-52.5	-52.0	13310
500	3.0	-2.1	3582	120	-51.5	-52.0	13825
480	1.3	-4.0	3913	110	-50.5	-52.0	14395
460	-0.6	-5.6	4255	(100)	(-50.5)	(-52.0)	(15020)
440	-2.3	-7.0	4610	(90)	(-51.0)	(-52.0)	(15710)
420	-4.7	-8.5	4980	(80)	(-51.5)	(-52.0)	(16480)
400	-7.0	-10.2	5365	(70)	(-52.0)	—	(17345)

Gefallen 12^a im Walde zwischen Erkner und Fangschleuse 35.5 km nach S 67° E.
Mittlere Geschwindigkeit 5.8 m p. s.



No. 93.

Fahrt des bemannten Ballons.

Ballon »Preussen« von 8400 m³, gefüllt mit 5400 m³ Wasserstoff.

Beobachter: Süring, Berson.

Zeit	Luft- druck reduc.	See- höhe	Luft- tempe- ratur	Dampf- spannung	Relative Feuchtig- keit	Aktino- metrische Differenz	Son- nen- schein	Bewölkung		Bemerkungen
								oben	unten	
h m	mm	m	C°	mm	%	C°				
10 50 ^a	762.0	40	23.4	15.3	72	—	☉ ²	—	—	Aufstieg (vom Tempelhofer Felde).
54	718.5	550	20.4	10.4	58	21.3	—	—	—	
57	667.5	1180	14.6	7.65	62	—	—	—	—	Es geht zunächst nach SE
11 0	614.5	1880	10.5	4.35	46	—	☉ ²	1 ¹ ci am Horizont	3 ¹ cu	Fast an der oberen Grenze der cu.
7	566.0	2575	7.6	3.0	39	—	—	—	—	
16	499.0	3620	3.5	1.4	23	—	—	—	—	»Preussen« dreht sehr stark nach rechts
30	423.0	4940	-6.3	1.15	42	21.3	—	—	—	und fliegt nunmehr nach SW.
44 ⁿ	412.0	5150	-7.8	0.40	17	22.8	—	—	—	
12 16 ^b	388.0	5630	-9.2	1.8 (?)	84 (?)	—	—	—	—	
28	384.0	5710	-10.5	0.59	31	26.5	—	—	—	Wir beginnen mit der Sauerstoff- athmung.
40	369.0	6030	-12.5	0.74	46	—	—	—	—	
57	355.5	6340	-12.5	0.61	38	—	—	—	—	
1 0	345.0	6535	-16.1	0.59	51	32.1	—	—	—	
11	336.8	6720	-17.3	0.72	70	—	☉ ²	2 ¹ ci	2 ¹ cu	Ballon scheint zeitweise gegen Berlin zurückzufliegen.
20	325.3	6985	-19.2	0.58	67	—	—	—	—	
34	315.8	7205	—	—	—	—	—	—	—	
39	312.3	7290	-21.6	0.51	74	28.6	—	3 ¹ ci, ci-str	1 ⁰ cu	
46	300.3	7595	-23.3	0.49	83	—	—	—	—	
51	294.0	7740	-24.7	0.44	85	—	—	—	—	
2 1	287.8	7895	—	—	—	—	—	—	—	
13	277.0	8170	-27.8	0.36	95	32.8	—	—	—	Wir sind beide blass, es wird empfind- lich kalt.
25	268.5	8400	—	—	—	—	—	—	—	Zwischen Potsdam und Schiessplatz Kummersdorf.
28	259.0	8695	-29.6	—	—	—	—	—	—	
45	246.8	9050	-30.4	—	—	—	—	—	—	
52	243.5	9155	-32.2	—	—	—	—	—	—	
55	232.3	9500	-33.0	—	—	—	—	—	—	
3 3	225.0	9735	-37.3	—	—	—	—	—	—	Störungen des Befindens treten nur ganz vorübergehend auf.
10	214.5	10085	-38.9	—	—	—	—	—	—	Wir sind jetzt ziemlich gleich hoch mit den Cirren.
28	210.5	10225	-39.7	—	—	—	—	—	—	Wir fallen beide, nachdem Berson noch wiederholt das Ventil gezogen hat, in tiefe Ohnmacht. ²⁾
ca. 3 32	202.5	10490	?	—	—	—	—	—	—	
ca. 3 40	193 ¹⁾	10800 ¹⁾	?	—	—	—	—	—	—	

Wir kommen erst nach ca. $\frac{3}{4}$ Stunden zu uns. — Abstieg in mehreren Stufen ganz langsam ausgeführt.²⁾

6 25 Leichte Landung bei Briesen, nahe Kottbus.

Mittlere Richtung: S 40° E (sehr veränderlich, siehe Beschreibung); Dauer der Fahrt: 7 Stunden 35 Min.;

Länge: ca. 140 km; Mittlere Geschwindigkeit: ca. 5 m p. s. (schwankend zwischen 1 und > 20 m).

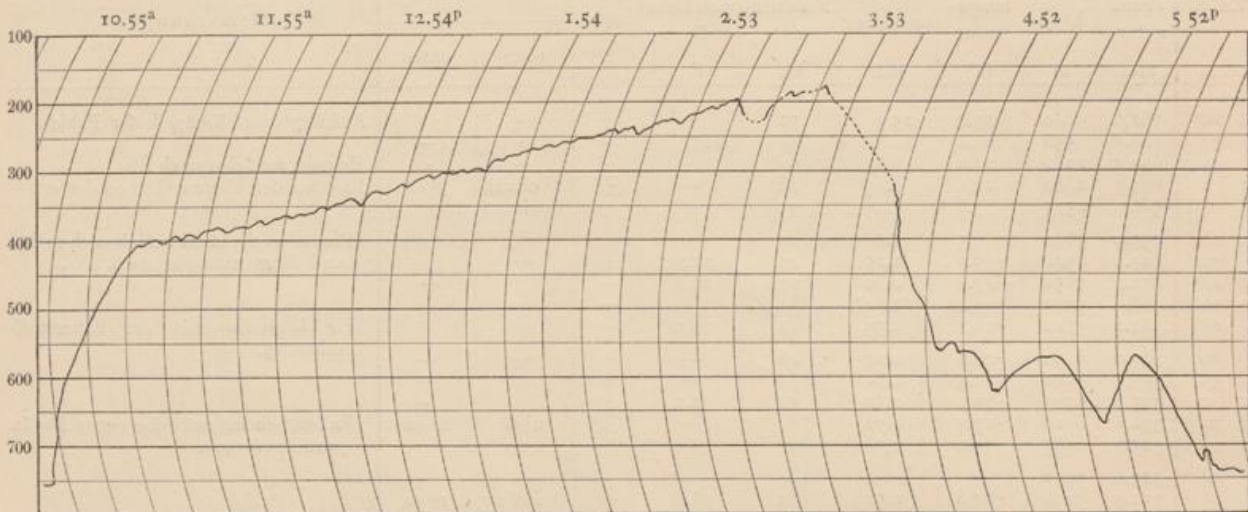
A. Beschreibung der Hochfahrt.

Bei den ungewöhnlichen Schwierigkeiten, mit denen sowohl eine Füllung des grossen Ballons, in Beziehung auf Gaseinführung, genügende und geübte Kräfte zum Festhalten und Loslassen, Disposition des Füllungs- und des mitzunehmenden Korbballastes, ruhige Witterung u. s. w., als auch die Fahrt selber verknüpft war, welche nur bei heiterem und sonnigem Wetter sowie schwachem, jedenfalls aber nicht auf die See zu stehendem oder abdreihendem Winde erfolgreich sein konnte, war die Verantwortung nicht gering, die mit der Ertheilung des Befehls zum Beginne der Füllung verbunden, welche einmal begonnen, nicht gut mehr unterbrochen werden dürfte. Nur sehr zögernd entschlossen wir uns deshalb, in deren Hände die Entscheidung gelegt war, am 30. Juli Abends die telephonische Bitte um Inangriffnahme der letzten Vorbereitungen an den die Füllungsarbeiten leitenden Hauptmann v. Tschudi vom Königl. Luftschifferbataillon zu richten, und am folgenden Morgen, als die noch Abends aus West drohende leichte Bewölkung wieder abnahm, um 6 Uhr früh den endgültigen Beschluss zu fassen, an diesem Tage das lange in die Wege geleitete Unternehmen auszuführen. Sofort begann die Füllung; wegen der sehr interessanten Einzelheiten derselben und aller dazugehörigen Veranstaltungen sei hier auf den im Deutschen Verein für

¹⁾ Nach dem Barographen. ²⁾ Siehe die Fahrtbeschreibung.

Luftschiffahrt gehaltenen Vortrag des Hauptmanns v. Tschudi verwiesen, über welchen die »Aëronautischen Mittheilungen« in Heft 2 des Jahrg. 1902, S. 101—102 einen Bericht brachten.

Auch wegen der Beschreibung der Fahrt selber müssen wir uns für manche Einzelheiten sowohl auf den bereits früher erwähnten Artikel in den »Aëronautischen Mittheilungen« wie auch die gleichfalls dort S. 48 und 51, Heft I, 1902, wiedergegebenen Vorträge der Verfasser im Berliner und Münchener Verein berufen; denn schon wegen der Raumverhältnisse kann hier nicht auf alles eingegangen werden.



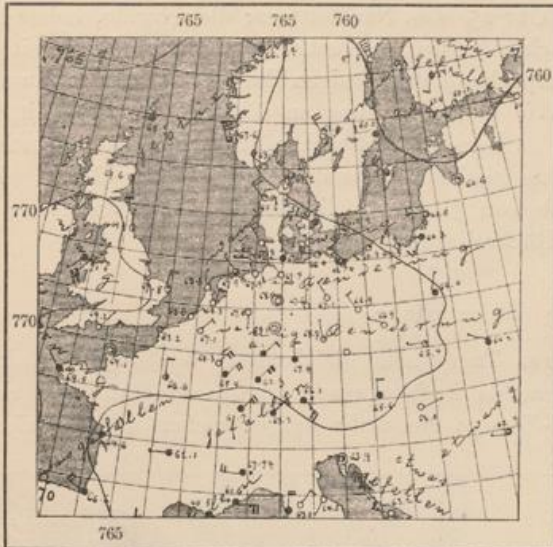
31. Juli 1901. Kurve des Barothermographen (die Druckangaben ohne Korrektion nach dem Original).

10 Minuten vor 11 Uhr erhob sich der mit 5400 m³ Wasserstoff gefüllte »Preussen« mit uns beiden und ca. 3600 kg Sand- und Eisenballast (in der Form von Feilspänen) sehr ruhig in die Luft, bei nur zum kleinen Theile von cu- und cirrus-Wolken bedecktem Himmel und schwachem Nordwestwind. Der zu $\frac{3}{5}$ volle Ballon stieg rasch und anhaltend; nach 40 Minuten hatte er bereits rund 5000 m Höhe erreicht, wo er erst die Kugelform annahm. Bald darauf begannen wir völlig nach rechts abzdrehen und bekamen Fahrtrichtung auf die Gegend südlich von Potsdam; die Temperatur war bereits um mehr als 30°, von 23 $\frac{1}{2}$ unten auf —7° gesunken. Wir fingen bereits zwischen 5 und 6000 m mit der regelmässigen Sauerstoff-Athmung an, mehr aus Vorsicht und um unsere Kräfte zu sparen, als aus dringendem Bedürfniss. Im allgemeinen wurde nun der Ballon in stetigem Aufstieg gehalten, indem wir stets grössere Ballastmengen, zwischen 60 und 150 kg schwankend warfen; dann wurde bei Erreichung der Ruhelage eine vollständige Beobachtungsreihe ausgeführt, gelegentlich auch eine kurze Orientirung vorgenommen, darauf wieder der Ballon um weitere Ballastsäcke entlastet u. s. w. Ausser den regelmässigen Ablesungen, die sich bei einer Hochfahrt naturgemäss stets auch auf das Hg-Barometer erstreckten, wurden gelegentlich noch zwei besonders eingerichtete Schwarzkugelthermometer beobachtet, deren eines nach oben, das andere nach unten gegen Strahlung geschützt war. Nach etwas über dreistündiger Fahrt hatten wir 8000 m erstiegen, nach 4 Stunden 9000 m und damit bald auch die grösste bis dahin erreichte Höhe (9155 m am 4. 12. 1894) überschritten. Der Einfluss der nunmehr unter $\frac{1}{3}$ Atmosphären-Druck verdünnten und auf —32° abgekühlten Luft machte sich wohl in einer Steigerung des nach kaum dreistündiger Nachtruhe ohnehin vorhandenen Schlafbedürfnisses geltend; doch zeigte sich diese Wirkung nur in einem vorübergehenden Einnicken, aus dem wir uns durch Anruf sofort wieder ermunterten. Nur wurde jede schwerere Arbeit immer anstrengender empfunden, und auch die Energie reichte noch wohl zur Ausführung sämtlicher instrumenteller Ablesungen nebst deren Aufzeichnung, sowie zu den Ballastarbeiten u. s. w., nicht aber mehr zur Fortführung einer kontinuierlichen genaueren Ortsbestimmung. So kann denn aus diesen grossen Höhen nur gesagt werden, dass in der südwestlichen Bewegung einmal ein völliger Stillstand, ja der Beginn einer rückkehrenden Strömung auf Berlin zu beobachtet wurde, dann das Wiedereinsetzen des langsamen Fluges nach Südwest — in den grössten Höhen aber der jähe Eintritt eines sehr starken Westwindes, der nun den Ballon rapide gegen Osten brachte.

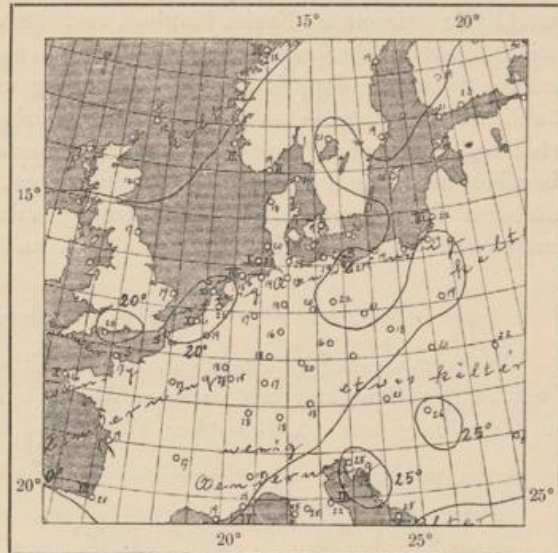
Die letzte, Druck sowohl wie Temperatur¹⁾, umfassende Beobachtungsreihe (und zwar den ersteren

¹⁾ Mit den Ablesungen der feuchten Thermometer hatten wir absichtlich aufgehört, als die Lufttemperatur sich —30° näherte, da solche in diesen Kältegraden keinen psychrometrischen Werth mehr besitzen.

am Aneroid und Hg-Barometer abgelesen) wurde in 10225 m Höhe um 3 18°, bei 210¹/₂ mm und —39.7° ausgeführt und noch prompt und völlig deutlich niedergeschrieben. Bald darauf fielen wir beide in kurzen Zwischenräumen in tiefe Ohnmacht; Berson zog noch unmittelbar vorher mehrfach das Ventil, als er seinen Gefährten schlafen sah. Während des Ventilziehens wurde, etwa 4—5 Minuten nach jener letzten Ablesungsreihe, von ihm noch ein Barometerstand von 202¹/₂ mm, entsprechend 10500 m Höhe, beobachtet. Sowohl aus der nothwendigen Wirkung des bei 10250 m geworfenen Ballastes in der Gesamtmenge von



31. Juli 1901. 8^a. Isobaren.



31. Juli 1901. 8^a. Isothermen.

ca. 185 kg, als aus dem hier wiedergegebenen Barogramm ergibt sich gleichmässig, dass der Ballon noch, kurz nachdem auch der zweite Korbinsasse bei 10500 m das Bewusstsein verloren hatte, um mindestens 300 weitere Meter stieg, somit eine Maximalhöhe von sicherlich 10800 m (vielleicht 11000 m) erreicht und hierauf, unter Nachwirkung des Ventilzuges, in ein jähes Fallen umbog. Die Ohnmacht beider Luftschiffer ging wohl bald in einen tiefen und schweren Schlaf über; erst nach reichlichen ³/₄ Stunden wachten sie ziemlich zu gleicher Zeit auf und fanden den Ballon, in dauerndem raschen Fall begriffen, in



31. Juli 1901. 7^a. Isobaren.



31. Juli 1901. 7^a. Isothermen.

einer Höhe von nur noch 5500—6000 m. Ein Gefühl grosser Mattigkeit, besonders aber bleierner Schwere in den Extremitäten machte zunächst jede Arbeit, ja jede Bewegung trotz völligem Wiedererlangen des Bewusstseins, unmöglich. Später gelang es, sich soweit aufzuraffen, dass wir die Führung des Ballons wieder in die Hand bekamen — an eine Wiederaufnahme der Ablesungen war jedoch nicht zu denken. Dass überhaupt nicht die Ohnmacht, bzw. der Schlaf zu einer Katastrophe führte, ist wohl ausschliesslich der warmen Pelzbekleidung aus Rennthierfellen und den Thermophorwärmern für Füsse und Hände zu verdanken. Genossen haben wir in der ganzen Zeit bis zur Landung, ja bis zum späten Abend nach derselben nichts.

Wie das Barogramm bestätigt, führten wir den Abstieg in mehreren Stufen aus, nachdem es erst gelungen war, den zu raschen Fall des »Preussen« zu mildern und bei 2500 m den Ballon sogar völlig in's Gleichgewicht zu bringen. Gegen 1/36 Uhr abends konnten wir daran denken, zur Landung zu schreiten. Doch zogen wir jetzt auf eine Gruppe ausgedehnter Seen hin, die bald vertikal unter uns lagen; in der Nähe erschien eine grössere Stadt: es war Kottbus und die Peitzer Seen. Mit äusserst langsamer Fortbewegung überflogen wir endlich die grossen Wasserspiegel und führten, nachdem wir noch über eine kleine Bahnlinie und Chausseen mit Telegraphenleitungen hinüber mussten, eine leichte Landung in der Nähe des wendischen Dorfes Briesen, im Kreise Kottbus, aus. Es war 6 Uhr 25 Min. Nachmittags; die schwüle, heisse Luft und die ungeheure herbeigeströmte Menschenmenge machten neben der sehr vorgerückten Tageszeit die bei unserer Schwäche doppelt schwere Entleerung und Verpackung des riesigen Ballons — stets ein äusserst umständlicher Vorgang — so gut wie unausführbar. Wir begnügten uns an diesem Abende damit, den endlich leergewordenen »Preussen« nothdürftig zusammen zu legen, Nachtwachen an demselben auszustellen und begaben uns, nur die Instrumente mitnehmend, in das gastliche Haus des Herrn Pastor Bolte. Erst am nächsten Tage konnten wir neugekräftigt mit Hilfe von 30 Mann die Bergung und Verladung des gesammten sehr schweren Materials bewältigen und die Rückreise antreten.

B. Meteorologische Ergebnisse.

Witterungslage. Nachdem bereits seit mehreren Tagen sehr gleichmässig vertheilter Luftdruck ohne bestimmten Charakter mit warmem Wetter und schwacher Luftbewegung Europa bedeckt hatte, nahm dessen Gestaltung am 30. Juli über West- und Mittel-Europa ein mehr ausgesprochen anticyklonisches



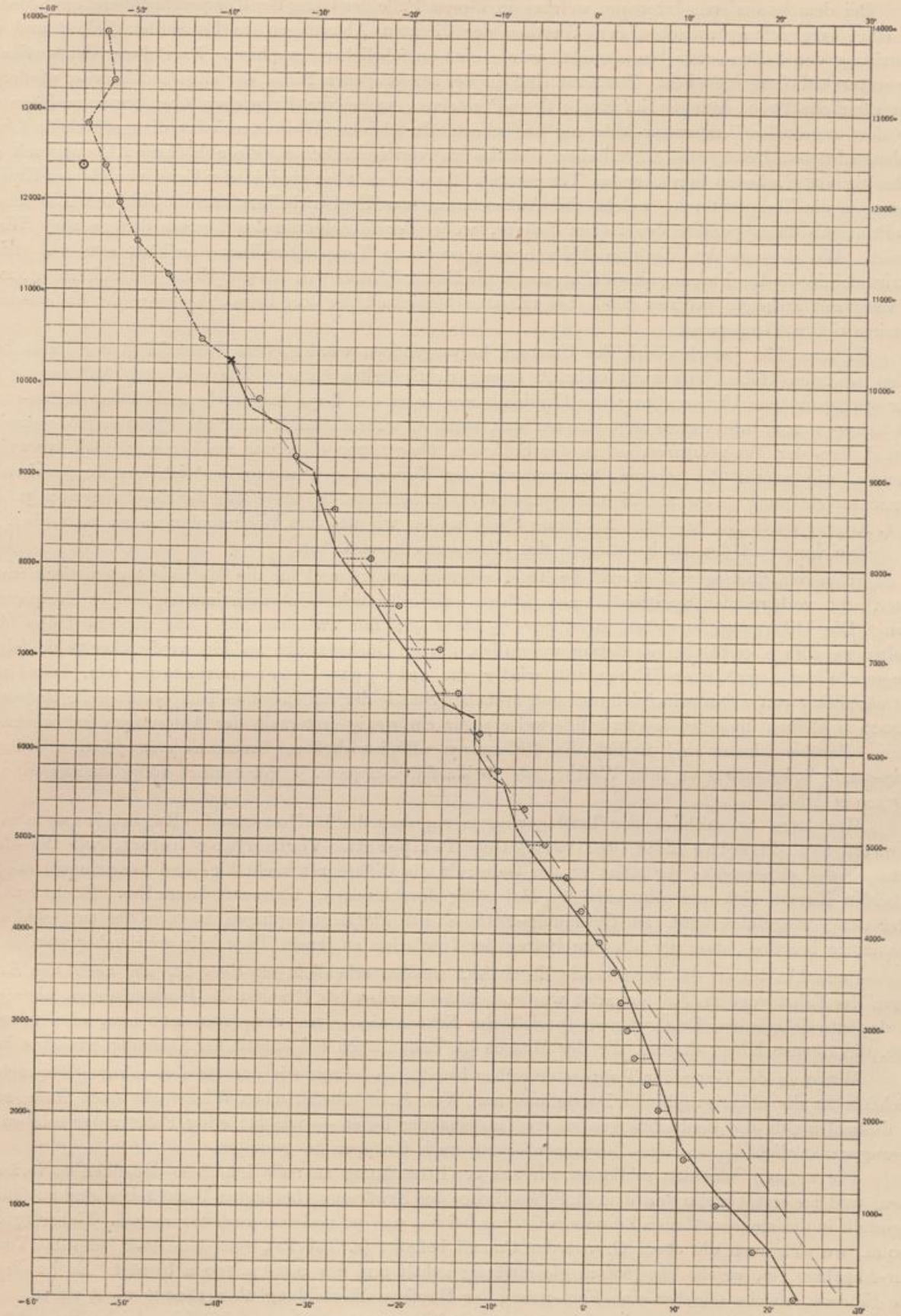
31. Juli 1901. 2^p. Isobaren.



31. Juli 1901. 2^p. Isothermen.

Gepräge an. Das Maximum lag im Westen der britischen Inseln und rückte bis zum 31. fast nicht von der Stelle, wobei die Anticyklone sich in einem breiten Kamm über Mitteleuropa vorschob, in drei Flanken von Depressionen begrenzt, welche über Finland, im fernen Osten und über dem Mittelmeere lagen; jedoch nur die erstere, sehr entfernte hatte eine nennenswerthe Tiefe. Die Witterung war, dem Verlaufe der Isobaren gemäss, im norddeutschen Binnenlande am Morgen wolkenlos bei sehr schwachen Winden aus nördlicher Richtung, während sowohl die Ostseeküste wie Süddeutschland unter dem Einflusse der erwähnten Minima mehr bewölktetes Wetter mit stärkeren Winden aus Ost bzw. West hatten, ja der Süden völlige Trübung mit lokalen Regenfällen.

Aus den Specialwetterkärtchen für Norddeutschland sieht man, dass am Morgen die Luftdruckvertheilung im Einzelnen etwas unregelmässiger gestaltet war durch Entstehung eines sekundären, doch nur sehr schwach ausgebildeten anticyklonischen Kernes über Hessen und Thüringen, während am Nachmittage diese Störung verschwunden, das Barometer aber allgemein um 2—3 mm gefallen war. Die Morgentemperaturen sind über Deutschland nicht übermässig hoch, meist 16—18°, nur zwischen Weser und Ems erreichen sie 22°; bis zum Nachmittage tritt jedoch eine erhebliche Steigerung ein, so dass bereits um 2^p mit Ausnahme der Küstenstriche das Thermometer überall auf 24—27° steht, das Tagesmaximum aber in Berlin rund 29° erreicht (um 4^p). Die zum Abende eintretende Aenderung des Wetters und die weitere Gestaltung der Lage ist in der folgenden Bearbeitung der Aufstiege 94/96 vom 31. Juli bis 1. August besprochen, worauf hier verwiesen sei.



31. Juli 1901.

Bei dem besonderen Interesse, welches in diesem Falle der Gang der Temperatur überhaupt, speciell aber eine Vergleichung zwischen den Werthen der direkten Ablesungen im bemannten Ballon und der Registrirung des Ballon-sonde beansprucht, wurde eine ausführlichere graphische Darstellung der vertikalen Temperaturvertheilung gegeben. Zunächst sind in der ausgezogenen Linie, der »Zustandskurve«, wiedergegeben sämtliche Beobachtungen im Korbe des »Preussen«, wobei das Kreuzchen über 10200 m Höhe die letzte dort angestellte Temperatur-Ablesung bezeichnet. In üblicher Weise verbindet die gestrichelte Linie, um den mittleren Betrag des thermischen Gefälles zu veranschaulichen, diese höchste Ablesung mit der gleichzeitig am Erdboden herrschenden Temperatur. Ausserdem aber sind in der Form von kleinen Kreisen eingetragen die Temperaturen, welche die Aufzeichnung des Registrirballons für die mit den Ablesungen im »Preussen« korrespondirenden Höhen lieferte, wobei der Mittelpunkt des Kreises den genauen Werth darstellt. Wo die aus den direkten Ablesungen gewonnene Temperatur-Kurve aufhört, setzt als strichpunktirte Linie die Registrirung des Ballon-sonde die Zustandskurve fort bis zur Höhe von nahezu 14000 m. Der vereinzelt stehende grössere Kreis bei 12400 m bezeichnet die dort beim Abstiege des Ballon-sonde registrirte tiefste Temperatur.

Es muss hier jedoch gleich der Umstand hervorgehoben werden, dass dieser Theil der Darstellung in den obersten Höhen jetzt nicht mehr als streng richtig gelten kann. Eine erst nach Anfertigung der Figur vorgenommene Untersuchung der Originalkurve unter der Lupe hat ergeben, dass der Ballon-sonde nicht knapp 14000, wie vorher angenommen war, sondern wahrscheinlich mehr als 17000 m Höhe erreicht hat und dass der Temperaturverlauf in den Schichten über 12000 ein etwas anderer war. Wir verweisen deswegen, wie wegen der ganzen Auswerthung der Kurve, der Deutung der sich aus ihr ergebenden Inversionserscheinung u. s. w. auf die mehrgenannte zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse vom 31. Juli und 1. August unter No. 94—96. An dieser Stelle wollen wir uns, um Wiederholungen zu vermeiden, auf eine Vergleichung mit den Beobachtungen des »Preussen« beschränken.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Tafel zeigt die grosse und für die Methode systematisch ausgeführter, gut vorbereiteter Registrirballon-Aufstiege sehr erfreuliche Uebereinstimmung beider Temperaturreihen. Die Differenzen erreichen meist nur $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}^{\circ}$; nur zwischen 6600 und 8000 m Höhe überschreiten sie diesen geringfügigen Betrag wesentlich, um im Höchstwerthe auf ein wenig über 3° zu steigen. Aber gerade in den grössten Höhen tritt wieder eine sehr gute Uebereinstimmung ein. Dabei kann nicht eigentlich von einem principiell und stets zu hohen Stande der Ballon-sonde-Temperaturen die Rede sein; bis 4000 m bleiben dieselben merkwürdigerweise sogar ein wenig unterhalb der Ablesungen im bemannten Ballon. Darüber hinaus sind freilich die Differenzen »Registrirballon—Preussen« stets positive, d. h. der Ballon-sonde liefert etwas zu hohe Werthe, oder beide fallen nahezu, ja gelegentlich völlig zusammen, z. B. bei 9200 m Höhe.

Man kann bei Anblick der Tafel gewiss sagen, dass die Ballon-sonde-Registrirung uns im wesentlichen dasselbe Bild der vertikalen Temperatur-Vertheilung liefert, wie die Beobachtungen des »Preussen«; vor allem ist der Gang, da die Differenzen nicht hin- und herspringen, sondern die beiden Kurven sich nur ein einziges Mal völlig durchkreuzen, nahezu derselbe. Doch ist, wie weiter unten ausgeführt wird, ein Strahlungs-Einfluss auf die Registrirungen nicht völlig ausgeschlossen. Auch ist zu beachten, dass der absolute Betrag der Insolation an jenem Tage kein sehr hoher war.

Immerhin bildet das vorstehende Ergebniss, welches erheblich günstiger ist, als nach den Erfahrungen der Fahrt vom 11. Juli erwartet wurde, mit das werthvollste Resultat des Hochaufstieges, abgesehen von den physiologischen Erfahrungen, speciell der Erkenntniss, dass etwa 190—200 mm, also 11000 m Höhe, die Grenze bilden dürften, die der Mensch im Ballon auch bei künstlicher Athmung erreichen kann.

Was nun den Gang der Temperatur selber betrifft, so lehnen wir uns für dessen kurze Besprechung gleichfalls an die obige graphische Darstellung an. Von einer tabellarischen Wiedergabe nach Stufen sehen wir diesmal ab, da die Beobachtungen zu weit auseinander liegen — wie bei einer Fahrt unter solchen Bedingungen natürlich —, um eine Zusammenfassung nach Gruppen zu gestatten.

Die unteren Schichten schliessen wir aus der Betrachtung aus: die innerhalb derselben so veränderlichen, weil an erster Stelle von dem täglichen Gange der Erwärmung bedingten Verhältnisse sind ausführlich dargestellt in der mehrerwähnten Zusammenfassung bei No. 94—96 und dort auch besprochen. Ueber 1700 bis 1800 m, wo sich auch die obere Grenze der Cumuli befindet (s. Tabelle), setzt eine sehr langsame Temperatur-Abnahme ein, welche bis 3600 m gleichmässig anhält und nur 0.40° p. 100 m beträgt. Es ist dies die erste Störung, welche offenbar eine Fortsetzung der Haufenwolkenbildung über 1800 m nicht zulies. Von 3600 m bis etwa 5200 m herrscht viel stärkeres Gefälle, 0.74° p. 100 m, ziemlich gleichzeitig setzt die starke Drehung nach rechts ein und der Ballon kommt in den Nordoststrom. In ganz charakteristischer

Weise hört auch bei 3600 m das über 1700 m stetige Fallen der relativen Feuchtigkeit auf; sie erreicht hier ein erstes Minimum von 23%, um dann auf den doppelten Betrag hinaufzugehen. Bei 5200 m wird die rasche Temperatur-Abnahme unterbrochen und gleichzeitig tritt ein zweites Minimum der relativen Feuchtigkeit mit 17% ein. Damit beginnt eine zweite, bis 6350 m reichende und sehr viel stärker ausgeprägte Störung, eine charakteristische Mischungszone mit sehr unregelmässiger, doch im Durchschnitt langsamer Temperatur-Abnahme, die zwischen 6000 und 6300 m in völlige Isothermie übergeht, und hin und her springenden Feuchtigkeitswerthen. Innerhalb dieser Zone scheinen auch starke Schwankungen in der Windrichtung und Geschwindigkeit bis zur Stille und totalem Umkehren stattgefunden zu haben; doch ist die Koïncidenz bei den mangelhaften Ortsfeststellungen nicht ganz sicher.

Mit der Erreichung von 6300 m hört die zweite Störung auf; es tritt eine stetige Temperatur-Abnahme ein, welche bis 8200 m nicht weniger als 0.84° p. 100 m beträgt. Dann tritt in derselben eine Verlangsamung bis 9000 m ein, um schliesslich in den grössten Höhen wieder einem unregelmässigen, doch im Durchschnitt ziemlich raschen Gefälle Platz zu machen (im Mittel 0.6° p. 100 m). Dieser ganze Theil über 6300 m scheint bereits der Zone aufsteigenden Luftstromes anzugehören, an deren oberer Begrenzung sich die Cirruswolken befanden, welche der »Preussen« bei rund 10000 m Höhe erreicht hat. Auch die von 38% bei 6340 m bis auf 95% in 8200 m fast kontinuierlich zunehmende Feuchtigkeit deutet auf eine solche Auffassung. Wahrscheinlich hatten die Cirruswolken erhebliche Mächtigkeit, und erst die Inversionsschicht, die nach dem »Ballon-sonde« zwischen 12000 und 13000 m beginnt, bedeutet ihre obere Grenze. Man vergleiche darüber bei No. 94—96 a. a. O.

Diesem oberen System der Cirrusbildung gehörte nun erst der sehr starke Westwind an, der den Ballon in kurzer Zeit von der Gegend zwischen Potsdam und Sperenberg bis in die Nähe von Kottbus trug. Auch die an jenem Tage in Potsdam angestellten Beobachtungen der Cirruswolken ergaben für dieselben Zugrichtung von W nach E und grosse Geschwindigkeit. Für den Ballon kann sie in dieser Zone nur sehr ungenau aus der Thatsache ermittelt werden, dass diese obere Strömung erst gegen oder kurz nach 3 Uhr erreicht wurde, gegen 4 Uhr aber der »Preussen« wieder unter die Höhen, in denen sie herrschte, gesunken war. Die Bewegung in dieser Richtung hielt demnach höchstens eine Stunde an, in welcher der Ballon immerhin 70—90 km zurücklegte (genauer ist nicht bestimmbar), also mindestens mit einer Geschwindigkeit von 20—25 m flog. Dagegen hatte die Bewegung in dem unteren NW- und dem darüber wehenden NE-Winde kaum wenige Meter p. s. betragen, ja sie war zeitweise in völligen Stillstand übergegangen. Auch der Drachenballon registrierte unterhalb der Cumuli immerhin noch 3—5 m p. s., darüber, zwischen 1500 und 2100 m, kaum $1-1\frac{1}{2}$ m.

Wie man sieht, herrschten bei uns am 31. Juli durchaus nicht so rein anticyklonale Zustände, wie man nach dem äusseren Eindruck, den die Witterung hervorrief, zunächst schliessen möchte. Nach der Wetterkarte befindet sich aber auch Norddeutschland recht weit vom Kerne des hohen Druckes, und zwei Depressionen machen bereits in grosser Nähe ihren Einfluss geltend, wie wir in der Schilderung der Wetterlage schon ausführten. Der obere Westwind mit Cirrusbildung gehört offenbar zu dem grossen Depressionssysteme im ferneren Norden, während unterhalb von 6000—8000 m allerhand Störungen auftraten, die aus der Wechselwirkung des Hochdruckgebietes und anderer flacher Minima herrührten und im Einzelnen keine Deutung gestatten. Da man bei der ersten Einsicht in die Beobachtungen wahrnimmt, dass mehrere, von einander durch Unstetigkeiten getrennte Schichten vorliegen, verspricht die Betrachtung unter Herbeiziehung des Mischungsverhältnisses keinen Nutzen; aus dynamischen Vorgängen in der Vertikale allein zu erklärende Zustände waren an diesem Tage mit sehr gemischtem Charakter jedenfalls nur schwach entwickelt.

Die Strahlungsbeobachtungen, welche bis 8200 m fortgesetzt wurden, zeigen einen ziemlich geringen Betrag der Insolation, der allerdings über der mehrfach erwähnten Grenzzone von 6300 m immerhin noch grösser war als bei der Hochfahrt am 11. Juli. Was die Versuche mit den zur Hälfte gegen Strahlung gedeckten zwei Aktinometern anbetrifft, so traten bei dem nach oben (also zur Sonne zu) geschützten naturgemäss alsbald starke aber ziemlich konstante Differenzen gegen das freie ein, dagegen steht das gegen Strahlung nach oder von unten geschützte Schwarzkugelthermometer nur wenig höher als das freie, bis über der Grenzzone von 6300 m die Differenzen plötzlich auf den vierfachen Betrag steigen, dann aber wiederum ziemlich konstant bleiben.

Höhe	Aktinometrische Differenzen			Differenzen		
	I untere Kugelhälfte zugedeckt	II ganz frei	III obere Kugelhälfte zugedeckt	II—I	II—III	I—III
550	21.3	21.3	—	0.0	—	—
4940	21.3	21.3	—	0.0	—	—
5150	25.9	22.8	15.4	- 3.1	7.4	10.5
5630	25.3	—	16.3	—	—	9.0
5710	28.9	26.5	16.9	- 2.4	9.6	12.0
6030	29.0	—	17.8	—	—	11.2
6535	43.1	32.1	19.5	-11.0	12.6	23.6
6720	42.8	—	20.8	—	—	22.0
7190	39.6	28.6	18.6	-11.0	10.0	21.0
8170	42.8	32.8	20.2	-10.0	12.6	22.6

Absolute Strahlungswerthe lassen sich aus der Kombination dieser drei Instrumente zwar nicht ableiten. Da aber die Uebereinstimmung der Lufttemperatur mit der Temperatur der äusseren Glashülle des Aktinometers bei allen drei nahezu dieselbe gewesen sein wird, so dürfte aus den Zahlen hervorgehen, dass die direkte Sonnenstrahlung oberhalb der Grenzzone von 6300 m erheblich stärker zugenommen hat, als dies nach den Angaben des üblichen Schwarzkugelthermometers scheint. Auch stimmt die sprungweise Aenderung des Aktinometers I gut überein mit dem Verhalten der übrigen meteorologischen Elemente.

Am auffälligsten sind die Differenzen I—III sowohl wegen ihrer Konstanz unterhalb und über 6300 m als auch wegen des plötzlichen Sprunges in dieser Höhe. Der Antheil direkter Sonnenstrahlung an der Gesamtstrahlung scheint sich hiernach über dieser Zone ungefähr verdoppelt zu haben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die zwischen 6000 und 8000 m offenbar zu hohen Registrirungen des Ballon-sonde doch auf Insolationseinflüsse zurückzuführen sind, allerdings muss man dann annehmen — da aktinometrische Messungen über 8000 m fehlen —, dass in noch grösseren Höhen wieder eine Schwächung der direkten Strahlung eingetreten ist.

Die wenigen an den verschieden exponirten Schwarzkugelthermometern angestellten Beobachtungen können natürlich nur eine Vorstellung davon geben, nach welcher Richtung hin absolute Strahlungsmessungen die bisherigen Resultate verändern dürften; sie werden aber schon die Nothwendigkeit solcher absoluter Bestimmungen mit genügender Deutlichkeit zeigen.

Berson und Stüring.

No. 94—96.

31. Juli und 1. August 1901. 19. Internationale Fahrt.

No. 94. 31. Juli und 1. August, Aufstieg des Drachenballons „C“.

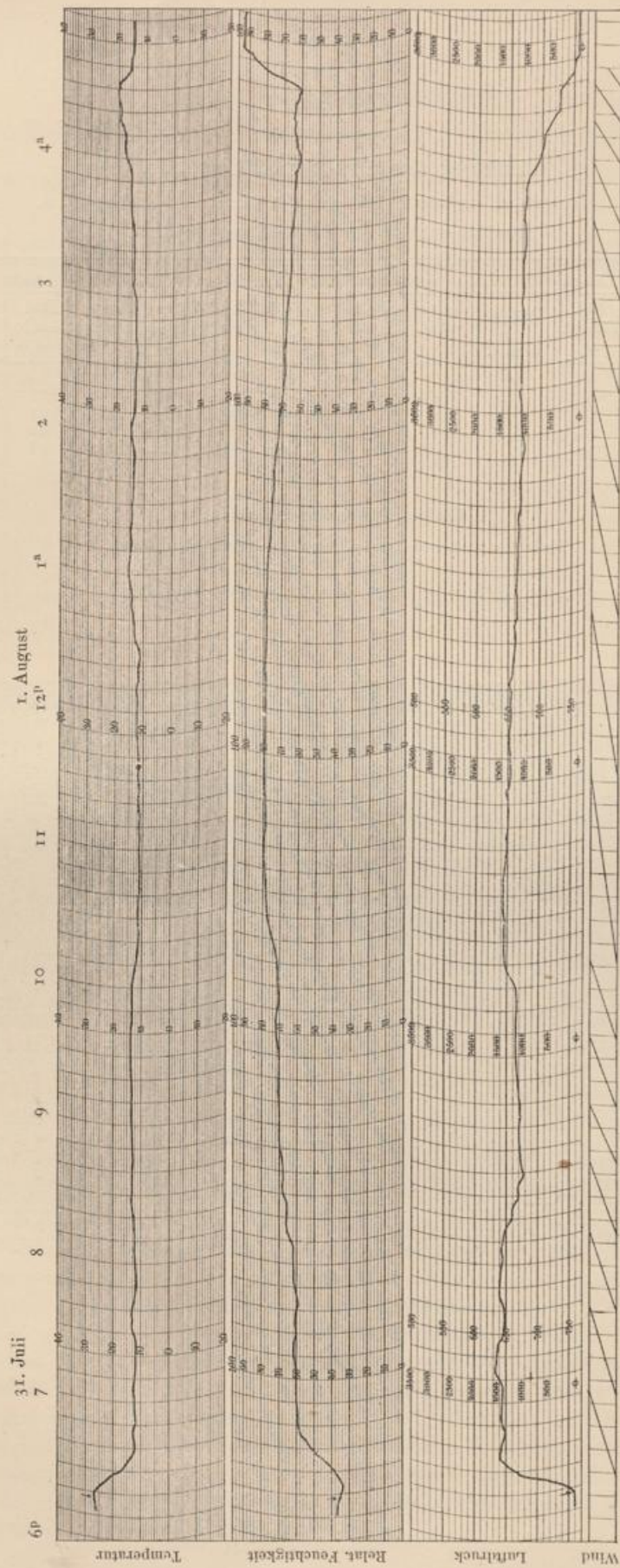
Ballon von 68 m³; 2030 m Kabel; auf am 31. Juli 6^h 20^m p. m., unten am 1. August 4^h 42^m a. m.

Bewölkung 3¹ eu, Wind N 2—3 m p. s.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten			Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Tempe- ratur C°				Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	
31. Juli																
6 20 ^p	760	40	26.2	34		26.2	34	1. August	12 51 ^a	664	1210	13.0	78			
5 55	647	1480	12.6	58		—	—	1 40	672	1110	13.6	74			15.2	84
7 18	636	1580	11.5	60		24.0	50	2 45	672	1110	13.5	68			—	—
8 13	644	1475	11.5	64		—	—	3 45	678	1040	14.7	64			15.1	93
9 2	675	1075	14.5	70		19.4	68	4 5	704	720	17.0	61			—	—
10 20	652	1360	11.4	75		—	—	25	730	415	19.6	64			—	—
11 45 ^p	653	1375	11.6	79		15.6	55	34	740	295	20.0	60			—	—
								40	750	185	15.4	82			—	—
								42	758.3	40	15.0	95			15.0	95

Mittlere Temperatur-Abnahme

Erde—1580 m = 0.96⁰ p. 100 m (abends)
 1375—1110 » = 0.75⁰ » » » (mitternachts)
 815—295 » = 0.80⁰ » » »
 295—Erde » = -1.96⁰ » » » Zunahme } (morgens)



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.
31. Juli / 1. August 1901.

No. 95.

1. August 1901.

Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³, 1980 m Kabel, auf 5^h 33^m a. m., unten 11^h 17^m a. m.

Bewölkung 4^l cu, Wind NE—E 4–5 m p. s.

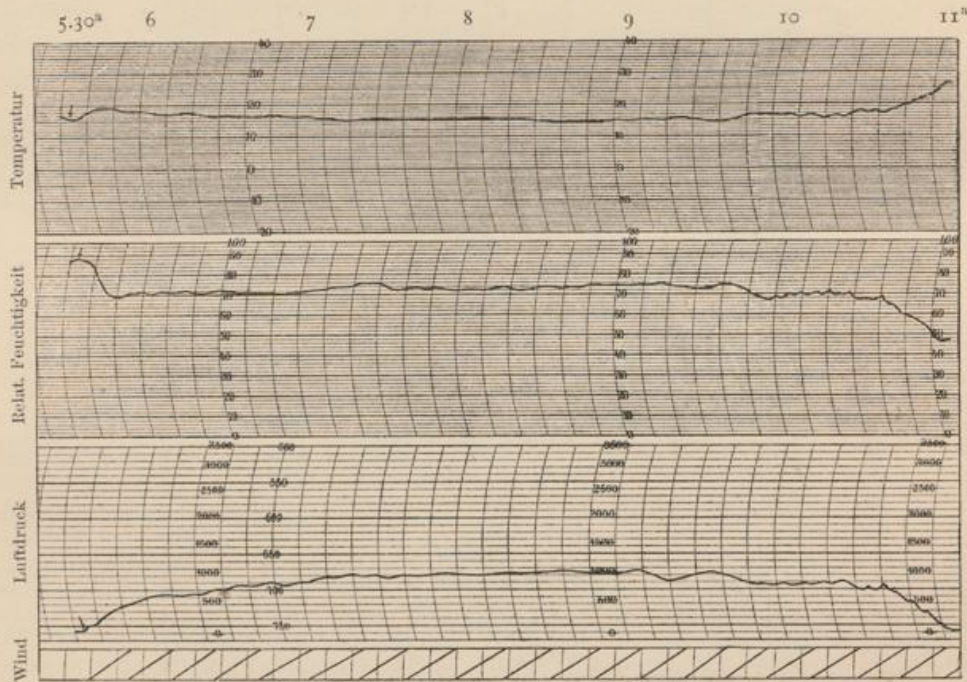
Zeit		Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit		Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.					Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h	m	mm	m	C ^o	%	m p. s.	C ^o	%	h	m	mm	m	C ^o	%	m p. s.	C ^o	%
5	33 ^m	758	40	16.5	88	5-5 1/2 m p. s.	16.7	88	9	50 ^m	677	1060	14.3	73	5-5 1/2 m p. s.	—	—
	44	731	400	19.0	71	—	—	—	10	40	687	950	15.8	71	—	26.4	48
6	13	709	665	17.5	72	—	—	—	11	6	730	415	21.0	60	—	—	—
	21	683	975	15.0	75	—	—	—	17		756.5	40	26.0	48	—	26.0	48
8	48	677	1050	14.3	73	—	23.5	57	20		—	—	—	—	—	25.6	48

Mittlere Temperatur-Abnahme.

Erde—400 m = -0.70^o p. 100 m (morgens) Zunahme

400—1060 » = 0.71^o » » » (Aufstieg)

1060—Erde » = 1.14^o » » » (Abstieg, vormittags)



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.

1. August 1901.

No. 96.

1. August 1901.

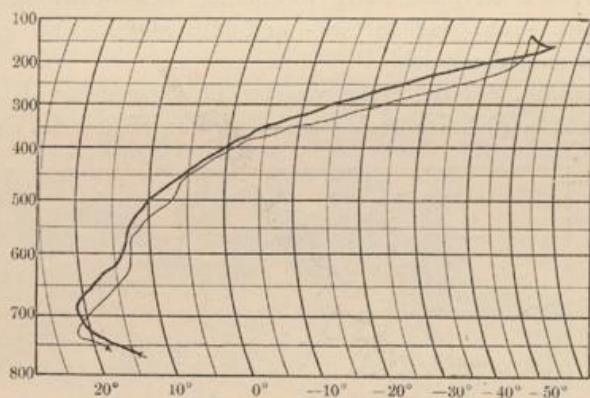
Aufstieg eines Registrierballons.

Gummiballon von 1800 mm Durchmesser mit 4 m³ H. Barothermograph Assmann No. I.

Auf 3^h 35^m a. m. Bewölkung 5^l cu, Wind E-NE 3-4 m p. s.

Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe
	Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg	
mm	C°	C°	m	mm	C°	C°	m
759	15.1	—	40	420	2.3	1.6	5022
750	17.0	19.5	142	400	0.4	-1.2	5415
740	18.4	20.2	257	380	-2.5	-4.2	5826
730	19.5	21.7	374	360	-4.3	-8.0	6255
720	20.3	21.4	493	340	-8.1	-14.3	6705
710	20.8	20.8	613	320	-11.7	-18.0	7175
700	21.0	19.9	735	300	-13.4	-22.5	7670
680	20.9	18.0	986	280	-18.9	-27.0	8192
660	19.5	16.3	1244	260	-22.5	-32.0	8740
640	17.6	14.3	1508	240	-27.0	-38.0	9322
620	15.3	13.0	1779	220	-33.5	-43.5	9938
600	13.5	12.5	2056	200	-40.0	-47.0	10595
580	13.7	13.0	2342	190	-44.5	-47.6	10940
560	13.2	11.4	2637	180	-48.5	-47.4	11295
540	12.4	10.9	2943	170	-51.5	-47.6	11667
520	11.4	9.1	3259	160	-54.4	-47.6	12055
500	10.0	6.9	3587	150	-50.0	-47.5	12472
480	9.5	6.0	3926	140	-48.0	-47.5	12925
460	6.5	6.0	4279	135	-47.5	—	13130
440	4.4	3.6	4644				

Gefunden am 7. August bei Lietzow (bei Nauen) 34.5 km nach N 70° W.



1. August 1901.

Mittlere Temperatur-Abnahme

Erde—257	m = -1.52 ⁰ p. 100 m	} Zunahme
275—493	» = -0.80 ⁰ » » »	
493—735	» = -0.29 ⁰ » » »	
735—986	» = 0.04 ⁰ » » »	
986—1779	» = 0.71 ⁰ » » »	
1779—2056	» = 0.65 ⁰ » » »	} Zunahme
2056—3926	» = 0.21 ⁰ » » »	
3926—9322	» = 0.71 ⁰ » » »	
9322—12055	» = 0.95 ⁰ » » »	
12055—12472	» = -1.27 ⁰ » » »	
12472—12925	» = -0.44 ⁰ » » »	} Zunahme
12925—13130	» = -0.24 ⁰ » » »	

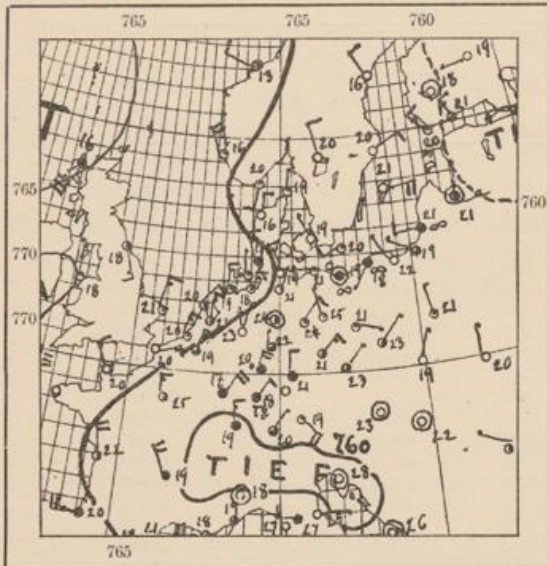
No. 94—96.

Die internationalen Aufstiege vom 31. Juli und 1. August 1901.

Bei Gelegenheit der 19. internationalen Fahrt, die am 1. August 1901 stattfand, wurden, wie am Aëronautischen Observatorium üblich, schon am Vortage und in der nachfolgenden Nacht Experimente unternommen, zu deren Ausführung wegen des schwachen Windes der Drachenballon diente. Im vorliegenden Falle war aber wegen der gleichzeitig erfolgenden Hochfahrt Berson's und Dr. Süring's früher damit begonnen worden als sonst, so dass schon um 8 Uhr morgens ein Drachenballon aufstieg, der die ungewöhnliche Höhe von 2120 m erreichte und um 5^h 52^p herabgeholt wurde; ausserdem wurden zwei Registrierballons aufgelassen. Da diese Experimente zur Ergänzung der Hochfahrt dienen sollten, wurden sie auch gemeinsam mit dieser im vorigen Abschnitte erörtert und sollen hier zunächst ausser Betracht bleiben.

Die im weiteren Anschluss hieran erfolgenden Auffahrten dagegen, ein die ganze Nacht hindurch fortgesetzter Drachenballon-Aufstieg, die Auffahrt eines weiteren Registrierballons vor Sonnenaufgang und ein abermaliger Drachenballon-Aufstieg am Morgen und Vormittage, gehörten den internationalen Veranstaltungen an und sollen demgemäss hier behandelt werden.

Wetterlage. Das seit mehreren Tagen herrschende stille, warme und trockene Wetter, wie es unter dem Einflusse eines Central- und Westeuropa überlagernden Hochdruckgebietes zu Stande gekommen war, erlitt am Abend des 31. Juli insofern eine Aenderung, als, wie das Kärtchen vom 31. Juli 8^p zeigt ¹⁾, eine flache Depression vom Mittelmeere her über die Alpen zog und ihren Einfluss im Laufe der Nacht und des nächsten Tages (s. die Karte vom 1. August 8^a) über ganz Centralearopa ausdehnte. Bei leichten



31. Juli 1901. 8^p.



1. August 1901. 8^a. Isobaren.

nordöstlichen Winden trat hierbei, von Süd nach Nord fortschreitend, Bewölkung des bisher heiteren Himmels ein, ohne dass die Temperatur nennenswerth sank, und in Süd- und Mittelddeutschland kamen Gewitter mit zum Theil recht starken Niederschlägen zum Ausbruch.

Die in den Nachmittagsstunden gefundene starke, bis zur Höhe von 700 m sogar mehr als adiabatische Temperatur-Abnahme, über welcher eine Schicht beträchtlich geringen Temperaturgefälles, das nahezu



31. Juli 1901. 9^p. Isobaren.



31. Juli 1901. 9^p. Isothermen.

in Isothermie übergang, bis zu 1500 m Höhe ausgebreitet war, dauerte mit geringer Abweichung auch noch bis in die Abendstunden hinein fort: bis zur Höhe von 1750 m herrschte in der Zeit von 6^{1/4} bis 7^{1/4} Uhr ein mittlerer thermischer Gradient von 0.96° p. 100 m, während am Erdboden die Temperatur von 26.2° auf 24.0° sank, und zwar zeigte sich das Gefälle in allen Schichten als ein ungewöhnlich gleichmässiges. Im Laufe der Nacht trat nun eine allgemeine Abkühlung ein, über deren Gang folgende Zusammenstellung der Temperaturen in Stufen von je 100 m Auskunft giebt.

¹⁾ In der Seewartenkarte ist die Isobare 765 mit 760 und die für 760 mm im Nordosten mit 755 bezeichnet und demgemäss irrtümlich punktirt. In unserer Wiedergabe sind die richtigen Zahlen dafür eingesetzt worden.

Temperaturen in Höhen von	40 m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
6 ^h 20 ^p bis 7.20 ^p (Aufstieg)	26.2 ^o	25.6	24.7	23.8	22.9	21.9	21.0	20.0	19.1	18.1	17.2	16.2	15.3	14.3	13.4	12.5	11.5
7.20 ^p bis Mitternacht	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14.4	13.4	12.5	11.6	11.0	—
Mitternacht bis 4.42 ^a (Abstieg)	15.0 ^o	15.2	16.3	20.0	19.7	18.9	18.0	17.2	16.4	15.7	15.0	13.7	13.2	12.3	11.1	—	—
Abkühlung im Laufe der Nacht	11.2 ^o	10.4	8.4	3.8	3.2	3.0	3.0	2.8	2.7	2.4	2.2	2.5	2.1	2.0	2.3	—	—
Zahl d. Stunden zwischen Auf- u. Abstieg	10	10	10	10	10	10	10	9 ³ / ₄	9 ³ / ₄	9 ¹ / ₂	9 ¹ / ₄	9	8	6	5	—	—
Abkühlung pro 1 Stunde	1.12 ^o	1.04	0.84	0.38	0.32	0.30	0.30	0.29	0.28	0.25	0.24	0.28	0.26	0.33	0.46	—	—

Man erkennt hieraus, dass die Abkühlung in den untersten Schichten infolge der nächtlichen Wärmeausstrahlung die grössten Werthe erreichte, sodass eine intensive Temperatur-Inversion zwischen dem Erdboden und der Höhe von 1000 m zu Stande kam, die bei 300 m ihren höchsten Werth mit 20^o hatte. Oberhalb derselben war die Abkühlung eine erheblich geringere, und ihr Betrag verminderte sich ganz regelmässig weiter mit wachsender Höhe bis zu 2^o. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch die zwischen den beiden verglichenen Reihen liegende Zeit für die grösseren Höhen eine kürzere war als für die tieferen Lagen, doch fällt dies bei dem 5-stündigen Verweilen des Ballons in der grössten Höhe nicht wesentlich in's Gewicht.

Um den Einfluss dieser Ungleichheit der Zeit-Intervalle zu eliminiren, ist eine Reduktion der Temperatur-Aenderung auf eine Stunde vorgenommen worden, deren Werthe die unterste Zeile enthält. Der Gang ist bis zu 1000 m Höhe durchaus derselbe, doch scheint in den darüber liegenden Schichten der Betrag der Abkühlung wieder wachsen zu wollen, was auf einen anderartigen Vorgang, vielleicht advektiver Natur, schliessen liesse. Bei dem Abstieg des Ballons erscheint der thermische Gradient wegen dieser stärkeren Abkühlung der mittleren Schichten im allgemeinen etwas verringert, sodass das vorher in der ganzen Luftsäule herrschende labile Gleichgewicht nunmehr einem indifferenten Platz machte bis zur oberen Grenze der Inversionsschicht, wo nun ein starkes negatives Temperaturgefälle mit dem Werthe von 3.7^o p. 100 m zwischen 200 und 300 m einsetzt und ausserordentlich stabiles Gleichgewicht schafft.

Nachdem inzwischen die Sonne aufgegangen war, begann nach kurzer Pause, die im wesentlichen der Erneuerung des Registrirpapiere und dem Nachfüllen des Ballons diente, der neue Aufstieg. Die hierbei gewonnenen Aufzeichnungen lassen nun erkennen, wie die beginnende Erwärmung der unteren Luftschichten bald die Inversion in eine Isothermie überführte. Der sich hierbei und am weiteren Vormittage entwickelnde Temperaturgang wird durch folgende, der oben gegebenen analoge Zusammenstellung veranschaulicht.

Temperaturen in Höhen von	40 m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
5 ^h 33 ^a bis 9.50 ^a (Aufstieg)	16.5 ^o	16.9	17.6	18.3	19.0	18.4	17.9	17.2	16.4	15.5	14.7	14.0
9.50 ^a bis 11.17 ^a (Abstieg)	26.0 ^o	25.3	23.9	22.6	21.3	20.2	19.3	18.3	17.4	16.4	15.2	—
Erwärmung im Laufe des Vormittags	9.5 ^o	8.4	6.3	4.3	2.3	1.8	1.4	1.1	1.0	0.9	0.5	—
Zahl d. Stunden zwischen Auf- u. Abstieg	6	6	5 ³ / ₄	5 ¹ / ₂	5 ¹ / ₄	5	5	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₄	3 ³ / ₄	3 ¹ / ₂	—
Erwärmung pro 1 Stunde	1.58 ^o	1.40	1.10	0.79	0.44	0.36	0.28	0.25	0.24	0.24	0.14	—

Da auch bei diesem Aufstiege der Ballon 3¹/₂ Stunden lang (von 6 Stunden im ganzen) in der grössten Höhe über 1000 m sich aufhielt, kommt die Zeit der Erwärmung der einzelnen Luftschichten nur in abgeschwächtem Maasse in Betracht, wie sich aus der untersten Zeile der Tabelle ergibt. Diese lässt erkennen, dass die Erwärmung der untersten Schichten sehr schnell erfolgte, bis zu 600 m Höhe sogar schneller als die vorige nächtliche Abkühlung, bei 1000 m aber eine deutliche Verminderung erfährt, sodass auch hier die Vermuthung eines von der Erdoberfläche und der Tagesperiode unabhängigen anderen Regimes nicht von der Hand zu weisen ist, das etwa in einer niedriger temperirten Luftströmung zu suchen sein könnte. Vielleicht hängt dies mit der in den grössten Höhen wiederholt festgestellten schnellen Azimut-Aenderung des Ballons zusammen, der, in den mittleren Schichten zwischen W und WNW schwankend, eine Neigung zeigte, nach Süd herum zu gehen, was auf das Vorhandensein einer oberen Nordströmung mit niedrigerer Temperatur schliessen liesse.

Die vertikale Temperaturvertheilung lässt bei dem Aufstiege in der Frühstunde noch bis zur Höhe von 900 m eine Umkehrung erkennen, die mit 19.0^o bei 400 m ihren grössten Betrag erreichte; darüber

aber fand sich ein fast adiabatisches Gefälle, das sich mit vorschreitender Tageszeit infolge der schnellen Erwärmung der unteren Schichten nach abwärts ausbreitete und gegen 11 Uhr von 400 m Höhe bis zum Erdboden herab noch grösser wurde, sodass in dieser Schicht eine mittlere Abnahme von 1.26° p. 100 m herrschte. Die Fortpflanzung der barometrischen Depression nach Norddeutschland und das Auftreten von Gewittern in Mitteldeutschland — Berlin blieb allerdings gewitterfrei — dürfte vielleicht in diesen Verhältnissen eine Erklärung finden.

Die relative Feuchtigkeit, die in der untersten Luftschicht am Abend des 31. Juli den niedrigen Werth von 34% gehabt hatte, nahm in der Nacht unter dem Einflusse der Bodenausstrahlung und Abkühlung bis zu 95% zu, am nächsten Morgen aber bei östlicher Luftzufuhr trotz der Nähe der Depression wieder bis zu 48% ab. Ihren zeitlichen und vertikalen Gang lässt folgende Tabelle erkennen, in die auch die Werthe des ersten Aufstieges vom 31. Juli mit aufgenommen worden sind.

	Gang der relativen Feuchtigkeit von 10 ^a am 31. Juli bis 10 ^a am 1. August in Höhenstufen von 500 m													
	31. Juli								1. August					
	10 ^a	12 ^a	2 ^p	4	6	8	10	12 ^p	2 ^a	4	6	8	10 ^a	
2000	—	35	32	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1500	44	—	—	—	55	64	75	—	—	—	—	—	—	
1000	50	—	—	—	—	—	—	78	74	64	75	75	73	
500	—	—	—	—	46	—	—	—	—	61	72	68	60	
40	66	43	40	29	33	60	65	55	84	95	85	70	48	

Während der Gang der Luftfeuchtigkeit am Erdboden dem eines normalen Sommertages mit starker mittägiger Trockenheit und fast vollkommener Sättigung in den Stunden vor Sonnenaufgang entspricht — es verdient hervorgehoben zu werden, dass in unserem Falle trotz der Sättigung in der Nacht keine nennenswerthe Thaubildung beobachtet wurde —, haben sich in den höheren Schichten offenbar Vorgänge anderer Art abgespielt. In den Mittagsstunden des 31. Juli nahm die relative Feuchtigkeit bis zur Höhe von 2000 m langsam aber stetig ab, gegen 4 Uhr wurden unten (29%) und oben (20%) die niedrigsten Werthe gefunden. Von 6^p an wurde die Luft in der Höhe von 1500 m beträchtlich feuchter, während dies am Erdboden in viel geringerem Maasse erfolgte, so dass nun die oberen Schichten dauernd relativ mehr Wasserdampf enthielten als die unteren. Erst die starke nächtliche Abkühlung in den Stunden nach Mitternacht bewirkte wieder eine Abnahme der Feuchtigkeit mit der Höhe bis zu 500 m, darüber aber nahm sie wieder nicht unbeträchtlich zu, bis die Bodenerwärmung am Vormittag abermals eine Verminderung in der untersten Schicht hervorrief. Leider reichten die späteren Aufstiege des Drachenballons nicht wie der erste in Höhen von 2000 m empor, sodass über das weitere Verhalten der Zone sehr trockener Luft nichts bekannt wurde. In den mittleren Schichten dagegen nahm, wie die Tabelle lehrt, die Feuchtigkeit nicht nur während der Nacht, sondern auch am Morgen und Vormittage nicht unbeträchtlich zu.

Es erübrigt noch, die Aufzeichnungen des um 3^h 35 a. m., also eine Stunde vor Sonnenaufgang emporgeschickten Registrierballons zu erläutern.

Es war zu diesem Zwecke, um eine beträchtliche Höhe zu erreichen, ein Gummiballon von 1800 mm Durchmesser gewählt worden, dem durch Einfüllen von etwa 4 m³ Wasserstoff ein Auftrieb von 1.5 kg gegeben wurde. Wie die besonders bei dem Aufstiege tadelloso gezeichnete Kurve und die Tabelle ergibt, passirte der Ballon eine mächtige Inversionsschicht, die bis zu 1800 m Höhe reichte, an welche sich eine fast isotherme Zone bis zu 3000 m anschloss. Darüber wurde das Temperatur-Gefälle ganz beträchtlich grösser und erreichte zwischen 9000 und 12000 m den adiabatischen Grenzwert fast vollständig.

Der Auswerthung des obersten Theiles der Registrierkurve tritt die Schwierigkeit in den Weg, zu entscheiden, ob die aufgezeichnete Temperaturzunahme oberhalb der Höhe von 12000 m thatsächlichen Verhältnissen entsprochen habe, oder dem Einflusse der Sonnenstrahlung zuzuschreiben sei. Für diesen Fall ist das Fehlen einer Zeitregistrirung als ein Nachtheil anzusehen, da man ohne eine solche keinen Maassstab für die Aufstiegeschwindigkeit und hiermit für den Betrag der auf diese Weise erzeugten Ventilation des Thermometers besitzt.

Man wird a priori anzunehmen haben, dass bei einem ununterbrochenen Aufsteigen eines geschlossenen Gummiballons, der seinen Anfangsauftrieb so lange nicht verringert, als er nicht Gasverluste erleidet, ein Strahlungseinfluss nur allmählich eintreten kann und sich demnach durch eine schrittweise Verminderung der registrirten Temperaturabnahme in der Kurve ausprägen musste. Dies würde auch, wenn auch in einem schnelleren Tempo, bei einem Ballon eintreten, der durch Gasaustritt oder Diffusion seinen

Auftrieb verringert und eine Gleichgewichtslage erreicht. Die Kurve müsste im ersteren Falle in einem grösseren Bogen, im letzteren etwas kürzer nach links umbiegen, ebenso müsste die Druckkurve entweder weiter aufwärts gehen, oder eine gerade Linie bilden. Im vorliegenden Falle ist nun aber kein Zweifel daran vorhanden, dass der Ballon bei Erreichung seiner Maximalhöhe wirklich geplatzt ist: es geht dies daraus hervor, dass die Originalkurve eine deutliche Erschütterung in ihrem höchsten Punkte erkennen lässt, die allerdings in der Reproduktion nicht wiedergegeben worden ist. Offenbar ist der Ballon sofort mit grosser Geschwindigkeit und zunächst ohne seinen Fallschirm zu entfalten, niedergestürzt, und hat erst bei 10500 m Höhe seinen Fall soweit verlangsamt, dass der Thermograph der Temperaturänderung zu folgen vermochte. Der weitere Theil der Originalkurve ist durch zahlreiche Querstriche durchkreuzt, deren Entstehung, wie durch das auf S. 34 in der Fussnote erwähnte Experiment festgestellt worden ist, auf starke Schwankungen des geplatzten Ballons und Fallschirmes zurückzuführen ist. Die Fallgeschwindigkeit muss dann eine derartig mässige geworden sein, dass der Thermograph alle die schon beim Aufstiege vorgefundenen Abnormitäten der Temperaturvertheilung, Isothermien und Umkehrschicht, mit voller Deutlichkeit und nahezu in gleichen Höhen aufzeichnen konnte. In dem oben angeführten Versuche wurde eine Fallgeschwindigkeit von 5.5 m p. s. festgestellt, die auch im vorliegenden Falle nur in den obersten dünnsten Schichten nennenswerth überschritten sein dürfte.

Konnte man so die eigenthümliche Durchkreuzung der obersten Kurvenstücke erklären, so bleibt doch noch die Frage offen, wie die registrierte Temperaturzunahme zwischen 12000 und 13000 m Höhe zu Stande gekommen sei.

Da der Ballon erst nach einer Woche gefunden wurde, ist die für den Auf- und Abstieg verbrauchte Zeit nicht bekannt. Man kann aber daraus, dass die beim Aufstieg festgestellte Temperatur-Inversion auch beim Abstieg noch in vollem Betrage und gleicher Erstreckung vorgefunden wurde, einen Wahrscheinlichkeitsschluss derart machen, dass die Landung nicht später als um 5¹/₄ Uhr morgens erfolgt sein dürfte: die Registrirungen des Drachenballons liefern den Beweis, dass nur bis zu dieser Zeit eine Temperatur-Umkehrung bis zum Werthe von 20° bestanden hat. Hiernach würde die ganze Fahrt höchstens 1 Stunde und 40 Min. gedauert haben, von denen für den Aufstieg bei einer Geschwindigkeit von 4 m p. s. 55 Min., bei einem durchschnittlichen Fall von 6 m p. s. 37 Min. für den Abstieg entfallen würden. Hiernach liegt Grund zu der Annahme vor, dass ein längeres Verweilen in einer Gleichgewichtslage vor dem Platzen kaum stattgefunden haben kann.

Spricht nun nach diesen Ausführungen vieles gegen die Annahme, dass der Strahlungs-Einfluss dem höchsten Theile der Registrirung die eigenthümliche Gestalt gegeben habe, so würde man die Kurve als den Ausdruck thatsächlicher Verhältnisse betrachten und das Vorhandensein einer Schicht erheblich höherer Temperatur oberhalb von 12000 m als bewiesen ansehen müssen. Da eine nennenswerthe Verlangsamung des Aufstieges nicht wahrscheinlich ist, entspricht auch der ausserordentlich scharfe Knick in der Kurve bei 160 mm Druck einer der Zeit nach kurzen und jähen Temperaturzunahme. Dieselbe könnte nun entweder mit der oberen Grenze einer Cirrusdecke zusammengefallen sein oder auch ohne eine solche an einer scharf begrenzten Diskontinuitätsschicht ihren Anfang genommen haben. Das erstere darf wohl als das Wahrscheinlichere gelten und die Plötzlichkeit des Temperatursprunges besser erklären. Man hätte demnach auch hier, wie schon bei dem Aufstiege vom 10. April, 4. und 31. Juli, einen verhältnissmässig wahrscheinlichen Beweis für die Existenz einer beträchtlich wärmeren Luftströmung in grosser Höhe.

Es darf zum Schluss nicht unerwähnt bleiben, dass der untere Theil unserer Registrirkurve mit den durch den gleichzeitigen Fesselballonaufstieg ermittelten Werthen insofern nicht recht übereinstimmt, als bei ihr die Temperatur-Inversion in den unteren Schichten eine nicht unerheblich grössere Höhe zeigt als bei dem letzteren. Sie ergab die Maximaltemperatur von 21° in einer Höhe von 700 m, gegenüber 20° bei 300 m, und die Temperatur der untersten Luftschicht von 15° wurde erst bei 1800 m, statt bei 1000 m wieder angetroffen. Wenn auch nicht daran gezweifelt werden kann, dass die Drachenballonkurve wegen der erheblich langsameren Höhenänderungen das grössere Vertrauen verdient, so lässt sich doch kaum ein Beweis dafür finden, dass ein »Nachhinken« des Thermographen am Registrirballon die Veranlassung hierzu gegeben haben könnte. Mit einer Temperatur von 15° aufsteigend, hätten die Registrirungen bei der rapiden Temperaturzunahme in der untersten Schicht zunächst zu niedrige Werthe geben müssen — das ist aber keineswegs der Fall, denn zwischen 300 und 400 m sind die entsprechenden Temperaturen fast gleich, 19.5° und 20°; und ebenso unwahrscheinlich ist es, dass der Thermograph des Ballon-sonde nach dem schnellen Durchschneiden dieser Schicht seine höhere Temperatur noch erheblich länger festgehalten habe, sodass er z. B. in 1000 m Höhe 20.9° gegenüber 15.0° des Drachenballon-Apparates hätte angeben können: bei einer Aufstiegs-Geschwindigkeit von 4 m p. s. würde der Ballon in der nur 100 m dicken Schicht von 20° nur 25 Sekunden

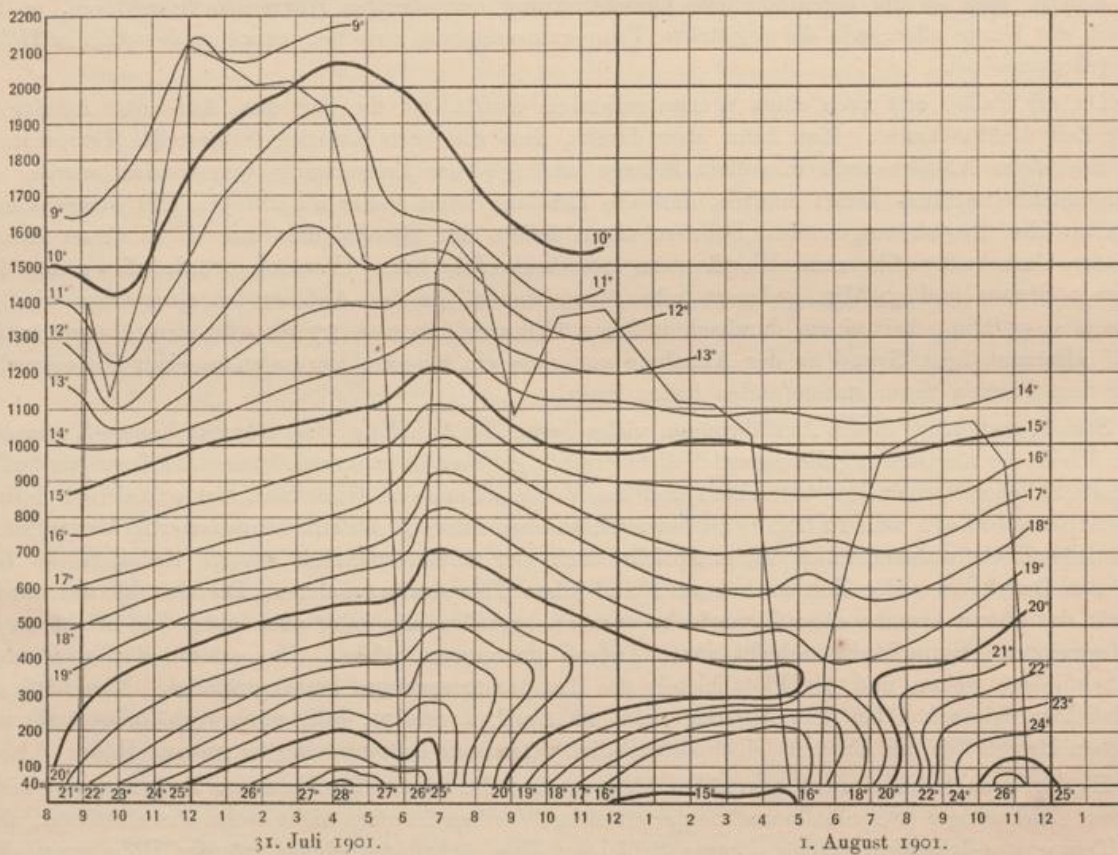
verweilt haben. Andererseits ist es nicht recht wahrscheinlich, dass die Temperatur von 20° in der Entfernung eines Kilometers um 300 m höher gelegen haben sollte als am Orte des Aufstieges; zu diesem Werthe würde man kommen, wenn man unter Zugrundelegung der ganzen Aufstiegsdauer von 1 Stunde und 40 Min. die mittlere Windgeschwindigkeit auf 5.8 m p. s. berechnet. Bei der ausgezeichneten Reinheit der Aufstiegskurve mit ihren vielen Einzelheiten lässt sich aber auch schwer an deren Zuverlässigkeit zweifeln.

Ein Einfluss der Sonnenstrahlung ist aus dem Grunde ausgeschlossen, dass der Aufstieg eine Stunde vor Sonnenaufgang erfolgte. Assmann.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Aufstiege vom 31. Juli und 1. August.

Die verhältnissmässig grosse Zahl der Aufstiege an den Tagen vom 31. Juli und 1. August, die in einem Zeitraume von $26\frac{1}{2}$ Stunden nicht weniger als 10 Querschnitte durch die Luftschichten bis zur Höhe von 1100 m, 6 bis zu 2000 m und 4 bis zu der ungewöhnlichen Erhebung von fast 11 km lieferten, während zwei Registrierballons noch beträchtlich darüber hinaus vordrangen, rechtfertigen eine zusammenfassende Betrachtung der hierbei gewonnenen Ergebnisse.

Zunächst seien die mittels der Drachenballons gewonnenen Registrirungen in derselben Weise durch



Thermo-Isoplethen für Höhe und Zeit.

ein Thermo-Isoplethen-Diagramm für Höhe und Zeit dargestellt, wie dies für die Experimente vom 12. und 13. Juni 1901 auf Seite 205 geschehen ist.

In der Darstellung sind die Zeiten und zugehörigen Höhen der einzelnen Aufstiege durch Linien kenntlich gemacht; hiernach entsprechen alle Schnittpunkte dieser Linien mit den eingezeichneten Isothermen thatsächlich registrirten Werthen, während der Verlauf der letzteren in den Zwischenräumen theils auf Grund der in 2 m Höhe mittels des Aspirationsthermometers angestellten Beobachtungen, theils aber auch durch Interpolation nach der Zeit ermittelt wurde; hierbei ist, soweit irgend thunlich, jede willkürliche Anordnung vermieden worden. Durch die dreimaligen Auf- und Abstiege und die wiederholten Höhenänderungen des Ballons in den oberen Schichten sind folgende Querschnitte gewonnen worden: bis zur Höhe von 1000 m sind deren 6 vorhanden, zwischen 1100 und 1400 m Höhe 8, darüber bis zu 1600 m 4 und bis zu 2100 m Höhe deren 2. Da nun ferner der Ballon von $26\frac{1}{2}$ Stunden 25 in der Luft war, darf das Material als recht reichhaltig bezeichnet werden.

In den Morgenstunden des 31. Juli, eines heiteren, warmen Sommertages, ist die vertikale Temperaturvertheilung eine ziemlich regelmässige; das starke Ansteigen der Isothermen in den unteren Schichten lässt auf eine nächtliche Umkehrung schliessen, ähnlich derjenigen, wie sie am 1. August erkennbar ist. In der That war, wie der Thermograph des Observatoriums zeigte, in den Frühstunden des 31. Juli eine intensive Bodenabkühlung vorhanden gewesen, welche die gegen 4^{1/2} Uhr morgens eingetretene Minimaltemperatur von 11.5° hervorrief. Das bis zur Höhe von 1000 m ziemlich normale thermische Gefälle zeigte zwischen 1000 und 1400 m eine eigenartige Unterbrechung, indem die Isothermen für 10 bis 13° zwischen 9 und 11 Uhr eine tiefe Senkung um 200 m erkennen lassen, an welche sich ein steiles Aufsteigen bis zum Nachmittag 4 Uhr anschliesst. Man könnte versucht sein, diesen Theil der Registrierung als irrthümlich anzusehen und hierfür die Trägheit des Thermometers verantwortlich zu machen, das beim Aufsteigen zu hohe und beim Absteigen zu niedrige Werthe angezeigt hätte. Dagegen spricht aber einerseits die selbst bei dem ersten Aufstiege nur 1 m p. s. betragende geringe Geschwindigkeit, die bei der darauf folgenden Abwärtsbewegung aber gar nur 0.13 m p. s. betrug, andererseits die Thatsache, dass um die Zeit der tiefsten Senkung der Isothermen, gegen 10 Uhr, der Eintritt des Ballons in Wolken festgestellt worden ist. Man muss deshalb das vorübergehende Eindringen einer niedrig temperirten Luftströmung, oder Vertikalbewegungen der Luftmassen annehmen, die zur vorübergehenden Wolkenbildung Veranlassung gegeben haben. Auch deuten wiederholte Aenderungen des Azimuts des Ballons und starke Schwankungen des von ihm ausgeübten Kabelzuges (zwischen 80 und 15 kg) auf Störungen in der Schicht zwischen 1000 und 1500 m Höhe hin. In den Nachmittagsstunden hatte sich in den erdnächsten Schichten eine starke Ueberhitzung bis zu 28.8° eingestellt, die zum Auftreten labilen Gleichgewichts bis zur Höhe von 600 m Veranlassung gab, während oberhalb von 1000 m sehr langsame Abnahme, über 1400 m Höhe sogar fast Isothermie bis zu 2000 m herrschte, die vielleicht mit der oberen Wolkengrenze ursächlich zusammenhing.

Die Erwärmung der unteren Schichten schritt nur langsam im Laufe des Spätnachmittages aufwärts, sodass z. B. die Isotherme für 20°, die 8° an der Erdoberfläche gelegen hatte, am Mittag in 450, um 4^p in 550 und um 7^p in 720 m Höhe gefunden wurde, und ähnlich finden wir in allen Schichten bis zu 1600 m die Maximaltemperaturen erst zwischen 6 und 7^p vor. Bei klarem Wetter trat nun aber von 7^p ab eine sehr beträchtliche Bodenabkühlung ein, die während der Nacht eine wohl ausgeprägte Temperatur-Inversion erzeugte, indem die Luftmassen zwischen 300 und 500 m Höhe sich nicht unter 20° abkühlten, während in der untersten Schicht die Temperatur bis auf 15° sank. Da auch oberhalb der Inversionsschicht die Temperatur durchschnittlich um weniger als 1° p. 100 m abnahm, war der Gleichgewichtszustand bis zum Sonnenaufgang und darüber hinaus ein durchaus stabiler und änderte sich erst bei höhersteigender Sonne in den Vormittagsstunden derart, dass er infolge von abermaliger Ueberhitzung der unteren Schichten bis zu der vom Ballon erreichten Höhe von 1100 m in einen labilen überging.

Während der Nacht hatte die Richtung des in den unteren Schichten schwachen Windes wiederholt zwischen N und E gewechselt, wobei auch der Kabelzug häufig schwankte; in den Abendstunden fiel ein aussergewöhnlich starkes Vibriren des Kabels auf, obwohl der Zug gleichzeitig nur ein mässiger war, sodass man es nicht mit einem starken Oberwinde in ursächlichen Zusammenhang bringen konnte¹⁾. Im allgemeinen schien die obere nördliche Strömung erheblich schwächer zu sein als die untere östliche; gegen Morgen verstärkte sich die letztere in den unteren Schichten vorübergehend sehr beträchtlich, sodass beim Einholen ein Kabelzug von 250 kg auftrat, der auf eine Windgeschwindigkeit von 12—13 m p. s. schliessen lässt. Eine ähnliche Windzunahme wurde bei dem Wiederauflassen des Ballons gegen 6^a festgestellt, wo in den unteren Schichten ein Kabelzug von 150 kg, oberhalb von 400 m nur von 60—70 kg am Dynamographen gemessen wurde. Man muss hieraus schliessen, dass bei dem langsamen Heranrücken der flachen, von Süd her kommenden Depression geschichtete Strömungen von verschiedener Herkunft und Stärke über einander hinwehten, die mit den in Mitteldeutschland zum Ausbruch gekommenen Gewittern im Zusammenhange gestanden haben dürften; diese breiteten sich indess auch in den nächsten Tagen nicht über die Linie Kassel, Chemnitz, Grünberg i. Schl. nordwärts aus. Dagegen trat in ganz Centraleuropa eine nicht unbeträchtliche Abkühlung ein.

Fassen wir nun noch die von den Registrierballons an den beiden auf einander folgenden Tagen aufgezeichneten Temperaturverhältnisse der grösseren Höhen zusammen, so fällt, abgesehen von den beträchtlich höheren Werthen des 1. August bis zur Höhe von 11000 m, ganz besonders die Thatsache auf, dass auch am 31. Juli eine Temperaturzunahme in den höchsten Schichten aufgezeichnet worden ist.

¹⁾ Wiederholt wurde auch bei anderen Aufstiegen ein auffallendes Vibriren des Kabels und Drachendrahtes beobachtet, das nicht selten einen lauten, weithin hörbaren pfeifenden, ja zuweilen fast schreienden Ton erzeugte, ohne dass gleichzeitig besonders starker Wind herrschte. Eine Erklärung dieser Erscheinung steht noch aus.

Zur näheren Erläuterung dieses Kurvenstückes diene Folgendes. Nachdem bis zu einer Höhe von 11000 m eine verhältnissmässig starke Temperaturabnahme (0.8° p. 100 m) geherrscht hatte, vermindert sich dieselbe trotz weiteren Aufsteigens des Ballons bis zu 13000 m auf den Werth von 0.1° p. 100 m (-53.5°) und geht nach kurzer Isothermie in eine Zunahme über, welche bis zur Höhe von 14400 m 3° beträgt (-50.5°). Leider verlässt nun die Kurve, nachdem die bisherige Temperaturzunahme bei 110 mm Druck abermals in eine Isothermie übergegangen ist, das Papier; sie erscheint dann in der gleichen Höhe wieder als Abstiegskurve mit einer Temperatur von -52.0° , wobei sie, fast völlig genau dem von dem Schreibhebel beschriebenen Kreisbogenstücke entsprechend, bis zur Höhe von 13000 m keine Temperaturänderung erkennen lässt. Erst hier biegt sie, analog der Aufstiegskurve, um und geht nun, diese durchkreuzend, um 2° unter sie hinab bis -55.5° in 12000 m Höhe; nunmehr schliesst sie sich, infolge der Kondensation des Wasserdampfes um einige Grad niedriger, der Aufstiegskurve in fast streng parallelem Verlaufe an.

Um bei der Deutung dieses sonderbaren Kurvenverlaufes thunlichst alle Momente berücksichtigen zu können, ist die Kurve mit allen den im Originale sichtbaren Ausläufern wiedergegeben worden, welche bei den übrigen Reproduktionen als unwesentlich unterdrückt worden sind. Wie schon oben auseinandergesetzt, sind diese Rauigkeiten der Kurven ein untrüglicher Beweis dafür, dass der Gummiballon geplatzt ist und nun infolge des hin- und herflatternden Stoffes den Fallschirm in heftige Seitenschwankungen bringt, sobald er sich entfaltet hat. Hiernach hat sich der Verlauf des Auf- und Abstieges in den grössten erreichten Höhen mit grosser Wahrscheinlichkeit folgendermaassen abgespielt.

Nimmt man, was ich mit aller Bestimmtheit glaube vertreten zu können, an, dass der stetig aufsteigende Ballon einen Einfluss der Sonnenstrahlung auf das Thermometer nicht hat zustande kommen lassen, so folgt daraus, dass die registrierte Temperatur-Zunahme den thatsächlichen Verhältnissen in einer wärmeren Luftschicht entsprochen hat, die von einer Höhe von 13000 m bis zu 14400 m gereicht hat. Nach kurzer Isothermie, die noch in der Kurve angedeutet ist, muss in den höheren Schichten wieder eine Temperatur-Abnahme vorhanden gewesen sein, die nach einer recht wahrscheinlichen, in der Zeichnung punktiert dargestellten Extrapolation bis zum Druck von 70 mm, entsprechend einer Höhe von 17350 m mit einer Temperatur von -52° gereicht haben dürfte. Hier ist offenbar der Ballon geplatzt und nun, bevor sich sein Fallschirm entfalten konnte, mit sehr grosser Geschwindigkeit bis zur Höhe von 13000 m abgestürzt; hierbei konnte erklärlicher Weise das Thermometer den Temperaturen dieser Schicht solange nicht folgen, als nicht durch Entfaltung des Fallschirmes die Abstiegs geschwindigkeit beträchtlich vermindert wurde. Als dies endlich bei 13000 m Höhe erfolgte, zeichnete der Thermograph eine mit der des Aufstieges fast genau zusammenfallende Kurve, die charakteristischer Weise so lange einen Einfluss der Kondensation von Wasserdampf nicht erkennen lässt, als die Temperatur eine Abnahme erfährt. Erst nachdem die isotherme Schicht passirt ist, tritt der Reifbeschlag auf und erniedrigt den Stand des Thermometers unter die entsprechende des Aufstieges.

Auf Grund dieser Interpretation der Kurve, die sich durchaus innerhalb der vollen Wahrscheinlichkeit bewegt, müsste man annehmen, dass der Gummiballon von 1800 mm Durchmesser, dem durch Einfüllen von 4 m^3 Wasserstoffgas ein Anfangsdurchmesser von 2000 mm gegeben worden war, sich bis zu einem solchen von 4400 mm, d. h. dem 2.44-fachen, ausgedehnt hat, ehe er geplatzt ist. Dieser Werth liegt, wie oben bei dem Aufstieg vom 10. April 1901, S. 168, direkt nachgewiesen werden konnte, durchaus innerhalb der Möglichkeit. Bei dem Aufstiege wäre dann zunächst in 13000 m die untere Grenze einer Umkehrschicht angetroffen und bis zu denjenigen oberen Schichten durchmessen worden, in denen wieder eine Temperatur-Abnahme ihren Anfang nahm.

Die Aehnlichkeit der beiden Registrirungen in den höchsten Luftschichten an den auf einander folgenden Tagen lässt sich nicht verkennen: am 31. Juli wird die untere Grenze der hohen Inversionsschicht bei 13000 m, am 1. August bei 12000 m Höhe erreicht; die hier registrierten Temperaturen sind fast die gleichen (-53.5°). Am 31. Juli durchdringt der Ballon noch den grösseren Theil der höher temperirten Luftschicht und zerplatzt erst nahe unter deren wahrscheinlicher oberer Grenze bei etwa 17000 m; am 1. August dagegen platzt er schon inmitten derselben bei 13700 m.

Aus einer Mittheilung des Herrn Teisserenc de Bort ergibt sich nun noch ferner die wohl kaum zufällige Thatsache, dass zwei am 1. August dort aufgelassene Ballons-sondes, obwohl sie bis zur Höhe von 10500 m bis zu 9° niedrigere Temperaturen registrierten als der Berliner Ballon, von 11000 m an fast identische Werthe mit diesem ergaben und nun nach einer Isothermie von 500 m Mächtigkeit gleichfalls eine deutliche Temperatur-Zunahme aufzeichneten, die bei 12000 m mehrere Grad betrug. Hiernach dürfte man annehmen, dass die hier nachgewiesene obere warme Strömung auch über Frankreich geherrscht hat und von den dort aufgelassenen Ballons-sondes eben erreicht worden ist. Da einer derselben um $2\frac{1}{2}^{\text{h}}$ a. m. aufgestiegen ist, dürfte ein Strahlungsfehler als ausgeschlossen zu betrachten sein. Assmann.

No. 97-99.

5. August 1901. Drei Aufstiege des Drachenballons „C“ (68 m³).

Windstilles Wetter, 7¹ cu-str, a-str. Barometer fallend.

No. 97. Erster Aufstieg (Vormittag).

1050 m Kabel.

No. 98. Zweiter Aufstieg (Mittag).

1800 m Kabel.

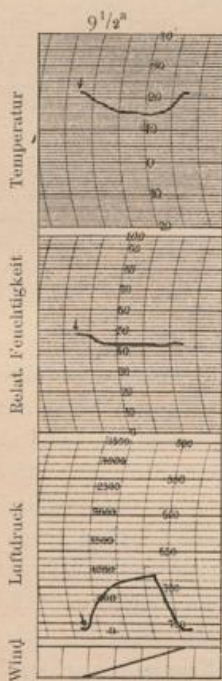
Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	
9 23 ^a	757	40	—	—	—	20.9	54	10 18 ^a	757	40	Ballon auf	—	—	—	—	
27	—	—	Ballon auf			—	—	38 ^{1/2}	677	1000	15.3	41	—	23.8	45	
40	696	760	16.4	44	} 3.2	—	—	55	662	1189	13.4	45	—	—		
54	684	910	15.7	44		—	—	11 17	664	1160	13.4	49	} 3.7	22.6	47	
10 1	757	40	Ballon unten			—	22.8	49	23	659	1224	12.7		51	—	—
									55	Bew. 9 ¹ cu, a-str, ci-str, Wind W r			—	—	—	
									12 0 ⁿ	Bew. 10 ¹ cu, a. W 2-3			5.3	22.9	47	
										Bew. 10 ¹ cu-ma, Wogenwolken			—	—	—	
									37 ^p	699	723	15.5	61	4.6	22.6	53
									50	722	448	18.2	60	5.9	—	—
									1 0	757	40	Ballon unten			—	—
									8	757	—	—	—	—	22.3	56

No. 99.

Dritter Aufstieg (Nachmittag).

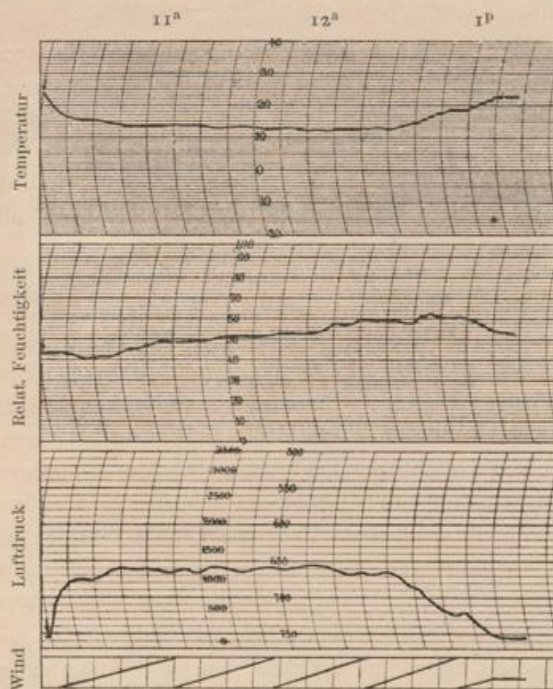
1000 m Kabel.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
5 39 ^p	756	40	Ballon auf			21.0	57	6 16 ^p	736	270	18.1	52	nicht	—	—
			Bew. 9 ¹ a-cu, cu-str, C			—	—	32	756	40	Ballon	unten	registriert	20.0	60
44	733	307	21.2	47	nicht	—	—								
49	711	568	17.0	48	registriert	—	—								



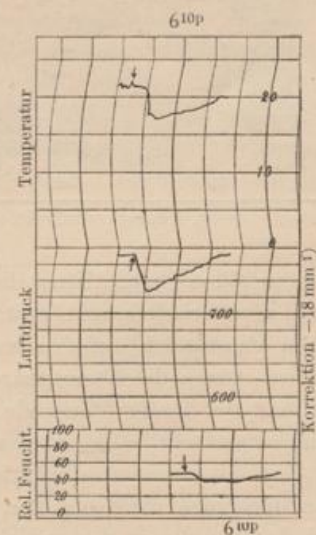
Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

5. August 1901, vormittags.



Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.

5. August 1901, mittags.



5. August 1901, nachmittags.

¹⁾ Infolge eines Versehens bei der Umzeichnung der Figuren sind bei diesem und mehreren späteren Aufstiegen grössere Korrekturen an die Luftdruckkurven des »Marvin«-Apparates anzubringen.

Bei dem Aufstiege am Nachmittage, No. 99, wurde zum ersten Male der von Prof. Marvin in Washington konstruirte, im allgemeinen Theile beschriebene Apparat benutzt, wodurch sich das andere Aussehen der Registrirung (s. letzte Figur auf voriger Seite) und die geänderte Reihenfolge der einzelnen Elemente erklären. Die Windaufzeichnungen des Apparates eignen sich wohl zur Auswerthung, doch nicht zu einer deutlichen Wiedergabe im Reproduktionsverfahren, welche deswegen hier und später unterblieben ist.

Mittlere Temperatur-Abnahme:

- a) Vormittags 10 Uhr, Erde— 910 m: $0,79^{\circ}$ p. 100 m,
- b) Mittags, Erde—1240 »: $0,91^{\circ}$ » » »
- c) Nachmittags 6 Uhr, Erde— 570 »: $0,72^{\circ}$ » » » (bis 300 m Isothermie, später abends Inversion; darüber rapide Abnahme).

Wetterlage: Südseite eines tiefen Minimums über dem europäischen Nordmeere; unsere Gegend liegt noch im Uebergangsbetriebe zwischen der Depression und der Anticyklone im Südwesten. Norddeutschland hat meist bewölkten Himmel bei schwachen Winden aus dem SW-Quadranten und ziemlich hohen Morgentemperaturen, die jedoch am Tage nicht mehr erheblich steigen.

Die drei kurzdauernden Aufstiege erstrecken sich über einen grossen Theil des Tages, doch so, dass die ersten Morgen- und frühen Nachmittagsstunden, also die Zeiten der Temperaturextreme am Erdboden fehlen. Aus diesem Grunde weist wohl die Registrirung für den vertikalen thermischen Gradienten keine so erhebliche periodische Aenderung auf, wie man erwarten würde. Er schwankt nur zwischen $0,7$ und $0,9^{\circ}$ im Durchschnitt und erreicht demnach bei weitem nicht die hohen Beträge, wie an so vielen anderen Tagen dieses Sommers (vgl. z. B. die folgenden Aufstiege vom 9., 12., 17. August und zahlreiche andere). Die



5. August 1901. 8^h. Isobaren.

Steigerung des Gefälles von 10 bis 12 Uhr ist lediglich eine natürliche Folge der Erwärmung unten und würde bei stärkerer Erhitzung des Bodens an einem heiteren Tage noch beträchtlicher gewesen sein, da die Lufttemperatur schon bei 700 und 900 m Höhe keine zeitliche Zunahme mehr aufweist. Bei Beginn des dritten Aufstiegs, um 6^h, tritt bereits die abendliche Erscheinung der Isothermie der bodennahen Schichten auf, die alsbald, mit weiterer Abkühlung der Erdoberfläche, in Inversion übergeht; um $\frac{3}{4}$ 6 Uhr liegt das Temperaturmaximum schon bei 300 m. Darunter aber und darüber finden wir enormes, natürlich in verschiedenem Sinne sich äusserndes Gefälle: dasjenige in der oberen Schicht erreicht mehr als 4° auf 260 m Erhebung.

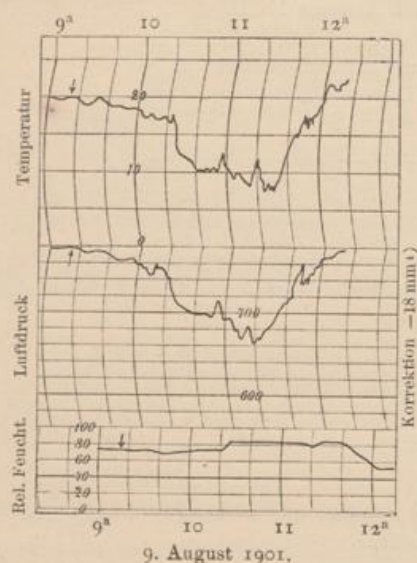
Dieses letztere Faktum und die Abwesenheit jeder Störungsschicht — allerdings sind die Verhältnisse lediglich bis 1240 m Höhe bekannt —, vielmehr das Dasein eines auch hier noch starken vertikalen Gradienten von mehr als 1° auf 100 m legen in Verbindung mit dem Auftreten von Cumuli mammati und

Wogenwolken gegen Mittag die Vermuthung nahe, dass der Einfluss der Cyklone im Norden sich in den folgenden Tagen erhalten und weiter ausbreiten werde. Dies war auch der Fall. Merkwürdig erscheint unter diesen Umständen auf den ersten Anblick die fast völlige Konstanz der relativen Feuchtigkeit im vertikalen Schnitte durch die Atmosphäre: ja dieselbe nimmt eher noch nach oben ab, besonders beim Morgenaufstiege, während der länger dauernde Mittagsaufstieg ein Wachstum mit der Zeit aufweist, welches den vertikalen Gang überdeckt. Es müssen also doch an diesem Tage starke Mischungen stattgefunden haben, welche den Zustand von den adiabatischen Verhältnissen eines rein dynamischen Depressionsregimes sehr entfernten. Man darf eben nicht aus den Augen verlieren, dass Norddeutschland sich sehr weit vom Minimum befand und durchaus noch dem »Uebergangsbetriebe« angehörte (vgl. »Wetterlage«).

Auch die Windregistrirung zeigt nicht die beträchtliche und anhaltende Zunahme mit wachsender Erhebung, die einem rein cyklonischen Zustande eigen ist, sondern sie bleibt überhaupt ziemlich niedrig und unterliegt zeitlichen Schwankungen, welche den Einfluss der Höhenunterschiede verwischen. Man vergleiche in dieser Beziehung speciell die Rubrik »Wind« in der kleinen Tabelle für No. 98.

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 1400 m: 1.00° p. 100 m (anwachsend bis zu 1.11°).

Wetterlage: Hochdruckgebiet über Mitteleuropa, flache Depressionen im Osten und Westen. Ueber Norddeutschland wehen schwache westliche bis nordwestliche Winde bei theilweise bewölktem Himmel und ziemlich hohen Temperaturen. In Berlin zur Aufstiegszeit: wolkig, WNW 3, 20° .



Wie die Registrirung zeigt, verlaufen die Kurven für Druck und Temperatur fast völlig parallel; die Abnahme der letzteren war in allen Schichten bis 1400 m eine durchweg adiabatische. Die Schwankungen und Unregelmässigkeiten, welche sich in dieser Beziehung einfinden, treten nur zeitlich auf, das wechselnde Spiel der auf- und absteigenden Luftsäulen bezeichnend, in welchen sich die Erwärmung bis zum Nachmittag von unten aufwärts fortpflanzt. So erschienen, im Einzelnen betrachtet, einmal in dieser, einmal in jener Schicht enorme Gradienten der vertikalen Temperatur-Abnahme, um dann auf normale Werthe von 1° p. 100 m oder nahe daran zu sinken, während nun das Gefälle in einer anderen Schicht vorübergehend einen Betrag annimmt, der einem völlig labilen Zustande entspricht.

Die allgemein sehr hohe Feuchtigkeit weist sofort darauf hin, dass bei uns die Anticyklone durchaus noch nicht zur Herrschaft gelangt war; wie am 8. August Norddeutschland noch durchaus dem Regime der nördlichen Depression angehörte, so hatte auch am 9. trotz der grossen Nähe des höchsten Druckes der reine absteigende Strom bei uns nicht eingesetzt, was ja schon die $\frac{3}{4}$ des Himmels und mehr bedeckende Bewölkung zeigt. Am nächsten Tage war dies aber der Fall und es ist interessant zu sehen, wie viel regelmässiger die Verhältnisse bereits während des Abstieges wurden, obwohl er nur etwa eine Stunde nach dem Aufstiege stattfand. Jetzt verschwinden die Ungleichförmigkeiten im Gange der Feuchtigkeit: sie nimmt von oben nach unten anhaltend ab. Leider konnten die Windstärken nicht registrirt werden, welche in dieser Beziehung auch lehrreich gewesen sein dürften.

Prognostisch wären die Registrirungen in diesem Falle kaum zu verwenden gewesen — dazu hätte man mit dem Apparat mindestens durch die Cumuluszone kommen müssen, um zu ermitteln, ob etwa darüber eine Störungsschicht vorhanden war, welche hingedeutet hätte auf das Einsetzen des anticyklonalen, abwärts gerichteten Lufttransportes über dem noch zur abziehenden Depression gehörenden Gewölke.

¹⁾ Siehe Fussnote bei No. 99 auf S. 245.

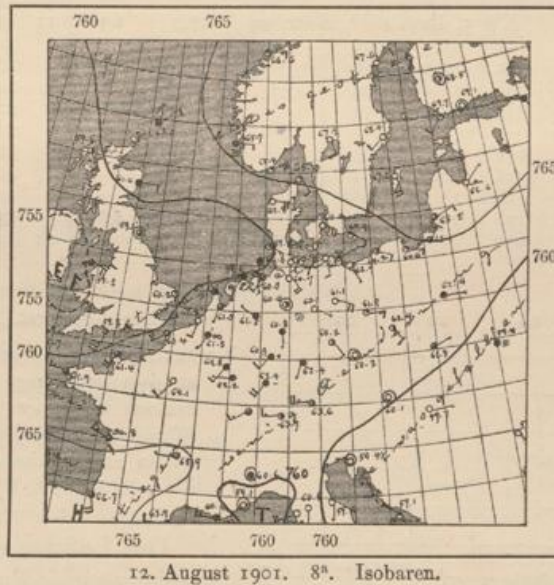
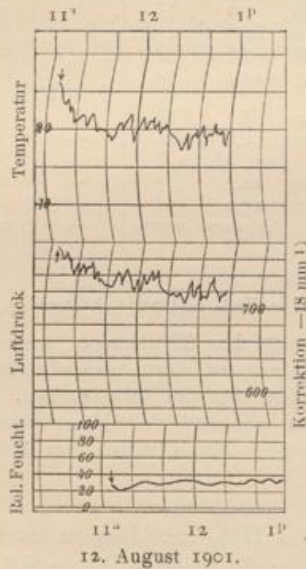
No. 102.
12. August 1901.
Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (12 m²); ca. 1500 m Kabel.
Bewölkung 1⁰⁻¹, ci-str; Wind SE-NE 4.

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
			Temperatur	Rel. Feucht.	Windrichtung	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Windrichtung	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%		C°	%	h m	mm	m	C°	%		C°	%
11 7 ^a	757	40	—	—	—	26.2	36	12 28 ^p	698	742	17.4	40	—	—	—
8 ^{1/2}	—	—	Apparat auf			—	—	34	691	829	17.4	40	—	—	—
20	727	393	21.1	36	—	—	—	40	—	—	—	—	—	28.4	21
32	742	215	22.5	40	—	—	—	50	723	442	21.1	41	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	58	693	805	17.9	43	S 63° E	—	—
46	712	571	18.8	40	S 71° E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 0 ^a	703	681	18.4	41	—	—	—	1 30	—	—	Apparat unten			29.0	27
15 ^p	731	346	21.9	39	—	27.6	32	36	757	40	Bewölkung 2 ⁰⁻¹ , ci-str, ci			30.4	21

Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 830 m; 1.37° (bis 1.65°) p. 100 m.

Wetterlage: Ein flacher Sattel höheren Druckes, zu dem sich das Maximum vom 9. (siehe die Besprechung bei No. 101) verengt hat, nachdem sein Kern nordwärts verzogen ist, liegt von NE nach SW quer über Centraleuropa, während den Nordwesten und Südosten Depressionen bedecken, die letztere mit einem Haupt- und einem sekundären Minimum. Auf diesem flachen Sattel hat sich in nächster Nähe des Aufstiegsortes ein wohl ausgebildetes, in dem Kärtchen nur durch die Barometerstände und die Windvertheilung kenntliches Theilminimum entwickelt, welches nahezu eine Verbindung zwischen den zwei grossen Centren niedrigen Druckes herstellt. Berlin, an der Nordseite dieses Theilminimums gelegen, hat ESE-Wind mit heiterem und sehr warmem Wetter (26—30°).



Der Charakter der Witterung ist am 12. vormittags auf der Erde noch durchaus anticyklonal: es ist sehr trocken, warm und heiter. Dabei hätte eine rasche Temperatur-Abnahme nach oben bis zu 1⁰ p. 100 m nichts Auffälliges. Allein der thermische Gradient ist ein geradezu enormer, und da die relative Feuchtigkeit immerhin bis zu der bescheidenen Höhe von 800 m über der Erde von 21 auf 40 % zunimmt — obschon mit anticyklonalen, auch im Gange der Temperatur über 700 m ausgeprägten Störungen — so ist bei derartig labile Gleichgewichte jeden Augenblick ein Hinabstürzen der oberen Luftmassen und eine Gegenbewegung der unteren, eventuell unter Gewitterbildung, zu erwarten. Diese würden den Uebergang zum Einbruche der nahe gelegenen Depression bedeuten; und zunächst würden schon Luftmassen, die bei kaum 530—700 m über dem Erdboden mit Temperaturen von 18.8 und 17.4° liegen, unten angelangt eine Abkühlung um ca. 5° herbeiführen, da sie adiabatisch nur auf 24—24^{1/2}° sich erwärmen könnten. Noch am Abend traten über dem nördlichen Sachsen Gewitter ein, die bis in die Mark hineinreichten; Berlin und

¹⁾ Vgl. Fussnote bei No. 99 auf S. 245.

Grünberg hatten Wetterleuchten. Am anderen Tage hatte schon ganz Deutschland unter Näherrücken der grossen östlichen Depression, mit welcher sich das obenerwähnte Theilminimum verschmolzen hatte, trübes und mehrfach regnerisches Wetter bei entsprechender mässiger Abkühlung.

Interessant ist die beim Aufstiege am 12. vorgefundene, noch durchaus anticyklonalen Typus aufweisende Winddrehung mit wachsender Höhe. Unten herrschte durchschnittlich reiner Ostwind, der bis 570 m bereits um rund 20°, bis 800 m um 27° nach rechts abwich. Dies stimmt überein mit dem Durchschnitt von 27°, der für die »Drehung nach rechts« bei anticyklonischem Regime für die unteren 1000 m in »Wissenschaftl. Luftfahrten« berechnet worden war (a. a. O. Bd. III S. 218).

No. 103.

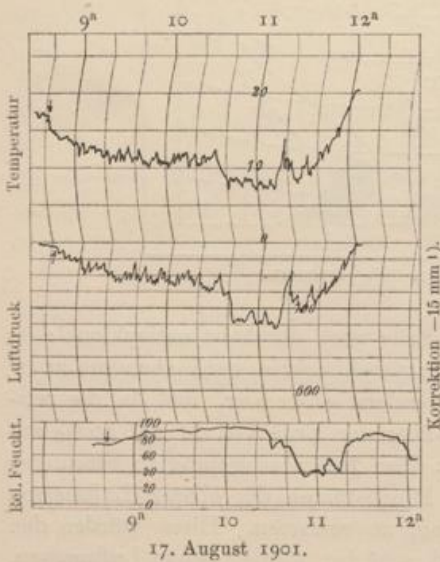
17. August 1901.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (12 m²). 2000 m Kabel.

Obere Wolken aus S, Wind NW 5.

Zeit		Luftdruck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit		Luftdruck mm	See- höhe m	oben			unten	
h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. %
8	43 ^a	763.1	—	Apparat auf	—	17.2	69	10	43 ^b	669	1145	7.9	12	—	—	—	
9	4	724	484	11.9	85	—	—	17.3	47	—	—	Drachen zeitweise in Wolken			—	—	
	12	748	208	13.9	90	—	—	—	56	682	987	9.1	40	—	20.0	67	
	24	—	—	NW 5, Bew. 4 ⁰⁻¹ , ci-str, cu			17.7	69	11	3	665	1197	7.6	38	—	—	
	25	713	612	11.3	91	—	—	—	11	—	—	Wind flaut oben ab			—	—	
	37	738	322	13.4	89	—	—	—	14	661	1248	7.6	44	—	—	—	
	51	711	636	10.4	94	—	—	—	19	731	405	14.4	74	—	20.3	63	
	55	736	345	12.6	94	—	—	—	26	—	—	N 26° W			—	—	
	56	—	—	—	—	17.1	72	29	681	999	8.3	82	—	—	—	—	
10	18	711	637	10.6	93	—	—	38	689	903	9.8	89	—	—	—	—	
	21	728	438	12.7	92	—	—	40	—	—	Bew. 4 ¹ , cu			—	—		
	31	—	—	Bew. 4 ¹ , cu, ci-str			—	—	44	707	687	12.1	87	—	19.6	56	
	33	728	438	12.9	76	—	—	19.2	54 ^a	730	417	15.0	78	—	—	—	
	40	711	639	10.2	72	N 37° W	—	—	12	4 ^p	763	40	Apparat unten	—	20.4	52	



Mittlere Temperat.-Abnahme zwischen Erde und 1250 m: 1.06° p. 100 m.

Wetterlage: Hochdruck über dem westlichen Mitteleuropa; unser Gebiet liegt an dem Ostabhange des Maximums und hat, unter Wechselwirkung der Anticyklone mit einer flachen Depression über den Ostseeländern, nordwestliche Winde mit meist bewölktem Himmel und ziemlich kühlem Wetter. Im Osten hatten am Vorabend mehrfach Gewitter stattgefunden. Am Aufstiegsorte um 9^a: halb bedeckt, NW 5, 17°.

Die Luftmassen bis 1250 m Höhe zerfallen in zwei Schichten mit sehr verschiedenem Charakter; die Grenze dieser Schichten verläuft jedoch recht unregelmässig. Im Aufstiege wurde bis zur halben Höhe reichlich adiabatisches Temperatur-Gefälle mit beinahe zur Sättigung anwachsender Feuchtigkeit gefunden, darüber viel langsamere Abnahme der Luftwärme von durchschnittlich noch nicht 0.5° p. 100 m — ja zwischen 1150 und 1250 m Isothermie — und grosse Trockenheit. Auch der Wind »flaut oben ab« (vgl. Bemerkung um 11^b 11) und zwar so beträchtlich, dass, wie das Tagebuch bemerkt, deswegen mit dem Einholen der Drachen begonnen werden musste. Zwischen 11 und 12 Uhr jedoch, während des Abstieges,

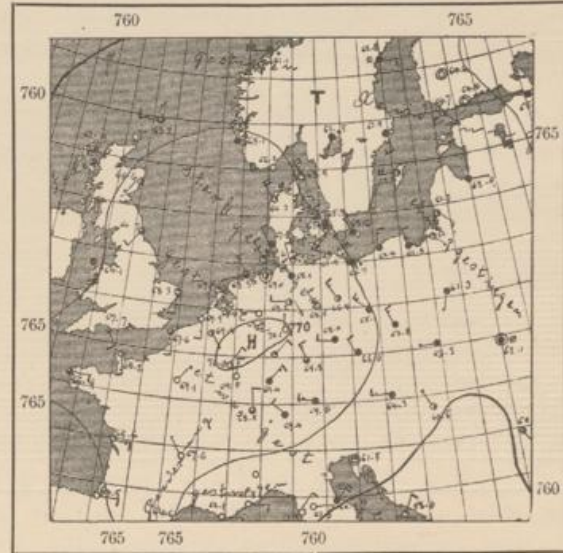
ist die Grenzzone zwischen beiden Schichten bis etwa 1000 m hinaufgerückt: jetzt reicht das starke thermische Gefälle und ungefähr auch die Zunahme der relativen Feuchtigkeit bis hierher, und erst über

1) Vergl. Fussnote bei No. 99 (S. 245).

900—1000 m tritt das umgekehrte Regime ein. Jedenfalls ist eine sehr ausgesprochene Mischungszone und grosse Unstetigkeit zwischen ihr und der Zone mit kräftiger vertikaler Bewegung darunter vorhanden. Diese Thatsache spricht dafür, dass die Anticyklone vom Westen in siegreichem Vordringen ist und die Oberhand behalten dürfte über das Minimum auf der Ostsee. Ein Blick auf die Wetterkarten der nachfolgenden Tage, 18. und 19. August, genügt um festzustellen, dass dies der Fall war; am 19. und 20. fanden übrigens wieder recht hohe Aufstiege statt, welche gestatten, die interessante Weiterentwicklung der Lage zu verfolgen.

Dass die Unregelmässigkeiten, welche die oben geschilderte Zweitheilung des vertikalen Ganges von Temperatur und Feuchtigkeit begleiten und sich besonders in ihrer Abgrenzung kundgeben, mit den Wolkenbildungen, beziehungsweise Verschiebungen in der Höhenlage der Cumulus-Basis und oberen Grenze zusammenhängen, liegt nahe. Im einzelnen lässt sich dies nicht verfolgen, wie bei einer bemannten Fahrt, besonders da die Drachen, wenn auch in der Höhe der Cumuli weiland, nur zeitweise in die Wolken geriethen und vielfach in den Zwischenräumen der Haufenwolken schwebten.

Uebrigens tritt der Uebergang zum anticyklonischen Regime im oberen Theile im Gange sämtlicher Elemente hervor: nicht nur in der geringen vertikalen Temperatur - Abnahme der Mischzone — die Schicht mit reiner absteigender Bewegung liegt natürlich noch höher — der plötzlichen Trockenheit und Abnahme der Windstärke, sondern auch in der Drehung der Windrichtung um 11° nach rechts von 640 m bis etwa 1000 m.



17. August 1901. 8^h. Isobaren.

No 104—105.

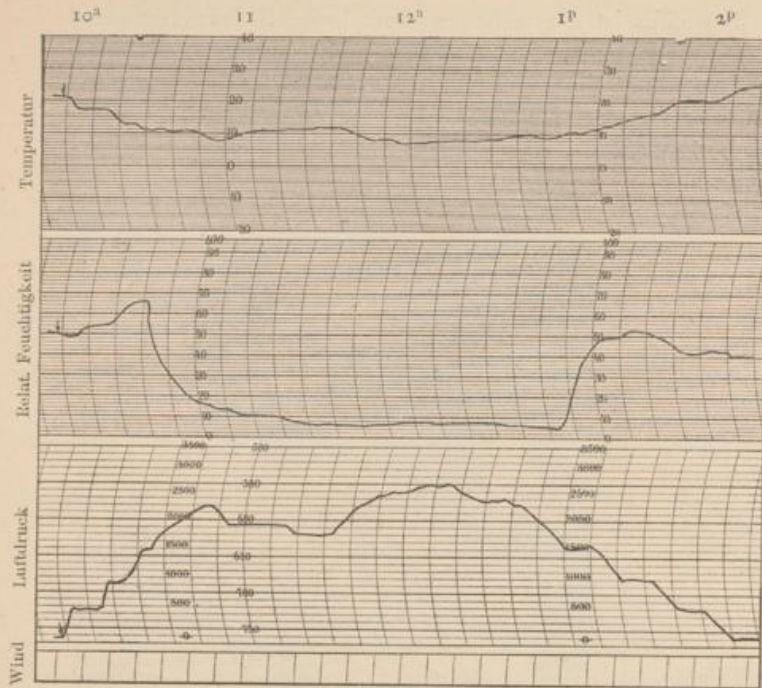
Die Aufstiege vom 19. und 20. August 1901.

No. 104. 19. August 1901. Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³. 2730 m Kabel.

Bewölkung 1¹ cu, Wind ENE 1.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten			Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Zeit				Luft- druck	See- höhe	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	
9 57 ^a	763.5	40	Ballon auf			—	—	12 17 ^p	561	2656	7.5	7	—	—	—	
10 8	729	437	17.1	54	1.4	22.5	52	21	560	2673	7.8	6	—	—	—	
23	687	941	12.4	66	1.2	—	—	44	—	—	Wind E 1; Bewölkung 2 ⁰ cu, a-str;			25.3	43	
34	643	1503	10.6	37	—	—	—	50	590	2234	8.9	6	—	—	—	
37	—	—	—	—	—	23.2	49	1 5	624	1760	10.4	5	—	—	—	
40	612	1924	10.8	20	—	—	—	10	—	—	—	—	0.4	—	—	
52	598	2111	7.9	14	—	—	—	18	640	1546	11.1	49	—	—	—	
11 21	617	1856	11.1	8	0.6	—	—	31	—	—	—	—	—	25.8	57	
39	630	1679	11.5	6	—	—	—	35	686	956	14.9	52	—	—	—	
47	—	—	—	—	—	24.2	46	59	725	484	20.1	42	—	—	—	
49	596	2144	9.0	6	—	—	—	2 6	—	—	—	—	—	25.8	41	
55 ^a	577	2417	7.9	6	—	—	—	11 ¹ / ₂	763	40	Ballon unten			25.3	39	
12 4 ^p	563	2624	7.3	7	—	—	—									
11 ¹ / ₂	563	2623	6.9	7	—	25.0	46									



19. August 1901.



19. August 1901. 8^a. Isobaren.

No. 105.

20. August 1901.

Drachen - Aufstieg.

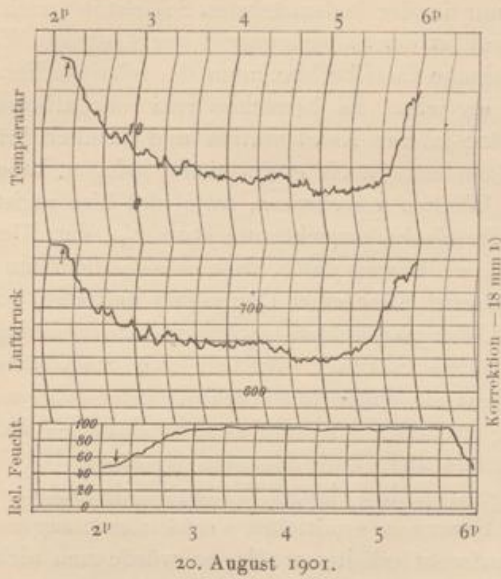
2 Drachen (12 m²). 3330 m Kabel.

Wetter heiter, Bewölkung 5 cu, a-cu; Wind WNW 7-8 m p. s.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten			
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind- richtung	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				h	m	mm	m	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind- richtung	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h	m	mm	m	C ^o	%		C ^o	%	h	m	mm	m	C ^o	%		C ^o	%
1	58 ^p	763	40	—	—	—	20.2	47	3	50 ^p	638	1530	2.6	96	—	—	—
2	8	—	—	Apparat auf			—	—	5	55	—	—	—	—	—	18.8	45
	14	743	267	16.1	57	—	—	—	4	0	635	1567	2.2	96	—	—	—
	19	—	—	—	—	N 71 ^o W	—	—	4	4	—	—	—	—	N 73 ^o W	—	—
	23	701	758	11.4	63	—	—	—	19	645	1440	3.6	96	—	—	—	—
	32	676	1058	8.2	78	—	—	—	26	—	—	—	—	—	—	18.4	48
	41	675	1070	7.8	87	—	—	—	41	617	1798	0.4	97	—	—	—	—
	44	—	—	—	—	—	19.1	49	51	620	1759	0.9	96	—	—	—	—
	47	660	1254	5.9	87	—	—	—	57	620	1759	0.8	96	—	—	—	—
3	2	645	1442	4.4	93	—	—	—	5	7	624	1707	1.0	96	—	—	—
	7	661	1242	6.1	93	—	—	—	18	629	1642	1.9	96	—	—	—	—
	9	—	—	Apparat in Wolken			—	—	29	643	1464	3.4	96	—	—	—	—
	13	638	1531	3.2	94	—	19.2	47	42	685	942	8.1	80	—	—	18.7	46
	19	655	1316	5.2	96	—	—	—	53	717	562	12.6	64	—	—	—	—
	30	639	1517	3.1	96	—	—	—	6	0	762.5	40	Apparat unten			18.6	47
	40	634	1580	2.7	96	—	—	—									

Mittlere Temperatur-Abnahme:

1. am 19. August Erde—2670 m: 0.68^o p. 100 m
2. » 20. » Erde—1800 m: 1.02^o » » »



20. August 1901.



20. August 1901. 8°. Isobaren.

Wetterlage. Die Anticyklone, welche vom 17. zum 18. ihren Kern direkt über unser Gebiet vorgeschoben hatte (vgl. die Erörterung zu No. 104), bedeckte noch am 19. ganz Mitteleuropa, wobei jedoch der höchste Druck nach dem Westen zurückwich. Die Witterung war noch heiter und warm, bei schwachen Winden aus wechselnder Richtung. Als jedoch der hohe Druck am 20. über den britischen Inseln noch zunahm, verschärften sich die Gegensätze, bezw. die Gradienten zwischen demselben und der von Finnland nach dem mittleren Ostseegebiete nähergerückten Depression, sodass Norddeutschland nunmehr in einem Uebergangsgebiete lag und bei stark auffrischenden nordwestlichen Winden sich Abkühlung, vielfach auch Trübung einstellte. Der Uebergang wurde, wie zumeist im Sommer, stellenweise durch Gewitter eingeleitet, besonders im Süden und Osten Deutschlands. In Berlin zur Aufstiegszeit am 19.: heiter, ENE 1, 22—26°; am 20.: halb bedeckt, WNW 5, 18—20°.

Die geschilderte sich vorbereitende Aenderung des Wetters ist in der vertikalen Vertheilung der meteorologischen Elemente sehr stark ausgesprochen.

Am 19., wo es gelang, den Ballon bis rund 2700 m emporzuschicken, findet sich eine strenge Zweitheilung: bis 1000 m ein Gebiet vertikaler Bewegung, charakterisirt durch indifferentes, ja labiles thermisches Gleichgewicht, zunehmende oder wenigstens konstante mittlere Feuchtigkeit, unveränderliche, im allgemeinen allerdings sehr geringe Windstärke; über 1000 m dagegen sehr langsame Temperatur-Abnahme, ja vielfach auf Hunderte von Metern nach aufwärts Isothermie oder schwache Inversion (so im Aufstieg zwischen 1500 und 1700 m, in den grössten erreichten Höhen sogar um 1° bei nur 50 m Höhenunterschied), jäh einsetzende aussergewöhnliche Trockenheit, und Abnahme der ohnehin schwachen Luftbewegung bis zu nahezu völliger Stille. Der Unterschied zwischen der Aufstiegs- und Abstiegskurve beruht nur auf der Erwärmung der Luftmassen bis etwa 1000 m um beinahe den vollen Betrag der Temperaturzunahme unten, während bei 1500 m nur noch sehr geringfügige Erhöhung eintritt, wodurch der Gradient zwischen 1000 und 1500 m sich vom Vormittag zum Nachmittag von 0.32 auf 0.64° steigert. Denn die Temperaturen waren:

	Erde	460 m	950 m	1225 m	
um 10—10 ¹ / ₂ Uhr	22.5°	16.9°	12.4°	10.6°	} über 1600 m findet gar keine Zunahme mehr statt.
um 1 ¹ / ₂ —2 »	25.8	20.4	15.0	11.2	
Δ	3.3	3.5	2.6	0.6	

Dass aber die relative Feuchtigkeit auf 900 m Höhenzunahme nur um 12—14% stieg — sowohl um 10° wie um 2° — zeigt, dass auch hier unten nicht rein dynamische Verhältnisse obwalteten, trotz des adiabatischen Wärmegefälles, denn das Mischungsverhältniss nahm nach oben sehr erheblich ab. Daher auch die sehr geringfügige Bildung von Wolken im aufsteigenden Luftstrom (cu 1), der nur ganz vereinzelt kräftiger und reiner zur Erscheinung gekommen sein kann.

Diese sehr stabilen Verhältnisse vom 19. erleiden zum Nachmittage des 20. eine starke Umänderung. Mit einer seltenen Regelmässigkeit nimmt jetzt das Temperaturgefälle in den gesammten Luftschichten von der Erde bis 1800 m (nur so hoch erstreckte sich diesmal der Aufstieg) von Stufe zu Stufe immer wieder fast

¹⁾ Vgl. Fussnote bei No. 99 (S. 245).

den genauen adiabatischen Werth des Trockenstadiums an, nur in der bodennächsten Schicht ihn noch überschreitend, wie gewöhnlich an Sommertagen. Gleichzeitig wächst der Sättigungsgrad der Luft mit Wasserdampf von 47⁰/₁₀ unten stetig bis 97⁰/₁₀, doch wird schon beinahe dasselbe Maximum der relativen Feuchtigkeit mehrere hundert Meter unterhalb der grössten Höhe erreicht. Es herrschen rein adiabatische Verhältnisse, die unmittelbar über der erreichten Höhe von 1800 m zur Kondensation und ziemlich kräftiger Wolkenbildung führen; übrigens muss stellenweise die Wolkendecke auch etwas tiefer gelegen haben, da der Apparat schon einmal zwischen 1300 und 1400 m in Wolken verschwand, trotz des hier registrierten Feuchtigkeitwerthes von nur 93—94⁰/₁₀. Aber diese Wolkendecke erreicht nur etwa ⁵/₁₀ der Himmelfläche und nimmt zum Abend und nächsten Tage wieder ab, ein Beweis dafür, dass es sich nicht um einen durchgreifenden aufsteigenden Strom handelt, wie sie in grösserer Nähe einer Dépression auftreten, sondern um den aus Auf- und Absteigen gemischten Zustand im Uebergangsbiete zwischen den zwei entgegengesetzten Druckregimes. Ob sich nicht über den Wolken eine Störung, eventuell eine Stabilitätsschicht vorfand, lässt sich nicht beurtheilen, ist jedoch wahrscheinlich; sie dürfte nur erheblich höher gelegen haben als am Vortage. Die fast völlig konstante Windrichtung zwischen 500 und 1500 m Höhe — kaum 2^o Drehung und dies nach links — ist wieder anderseits durchaus nicht anticyklonalen Gepräges.

So herrschte denn am 20. ein gemischter, dem Uebergangsbiete eigener Witterungscharakter. Wenn man nach den am 19., wo erheblich grössere Höhen erreicht wurden, ermittelten Verhältnissen angenommen hätte, dass die Anticyklone zunächst noch ihre Herrschaft aufrecht erhalten werde, so würde man nicht irgegangen sein. Der 20. August trug bei uns immerhin vorwiegend den Charakter schöner Witterung, und zum 21. trat, trotz des starken vertikalen Temperatur-Gradienten des 20., keine Annäherung der Depression ein, sondern eher weiteres Aufklaren, dem am 22. und später ein Vorrücken des Hochdruckgebietes folgte.

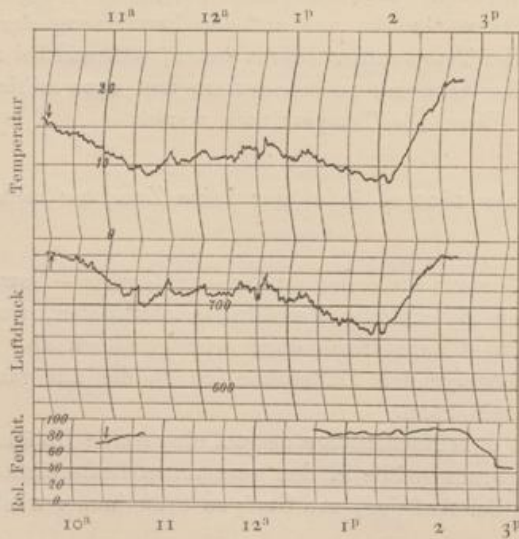
No. 106/107.

Die Aufstiege vom 23./24. August 1901.

No. 106. 23. August 1901. Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (12 m²). 1460 m Kabel.
Bewölkung 10² cu-str, cu; Wind W-NW 5-6 m p. s.

Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten		Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten	
h	m			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Windrichtung	Temperatur C°	Rel. Feucht. %	h	m			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Windrichtung	Temperatur C°	Rel. Feucht. %
10	20 ⁿ	763.5	40	Apparat auf	—	16.1	75	1	20 ^p	—	—	—	—	—	19.6	64	
	49	753.3	159	13.6	83	—	—		29	683.4	970	9.3	87	—	—	—	
11	8	727.9	455	11.3	—	N 45 W	—		42	684.7	923	9.7	89	—	—	—	
	25	697.4	806	8.7	—	—	17.0	76	48	—	—	Drachen in Wolken			20.4	60	
	40 ⁿ	732.9	384	12.0	—	—	—	—	2	2	665.6	1180	8.0	93	—	—	
12	28 ^p	—	—	—	—	—	18.6	72	19	720.2	525	14.0	84	—	—	—	
	42	738.0	322	14.0	—	—	—	—	29	747.2	212	17.8	65	—	—	—	
1	2	702.5	742	10.8	87	Bew. 7 ¹ cu, aufbrechend	—	—	44	762.5	40	Apparat unten	—	—	21.7	58	



23. August 1901.



23. August 1901. 8ⁿ. Isobaren.

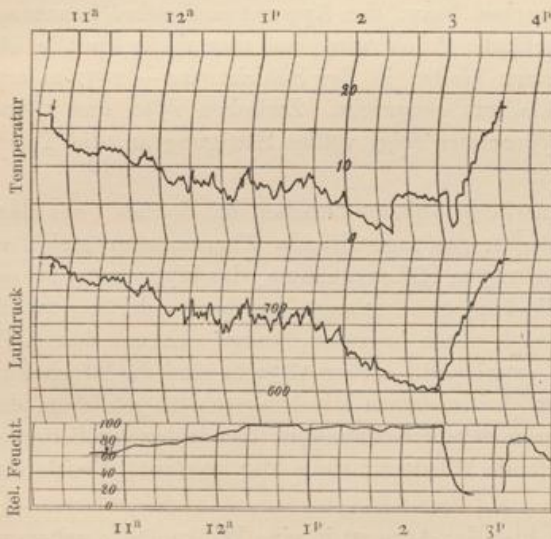
No. 107.

24. August 1901.

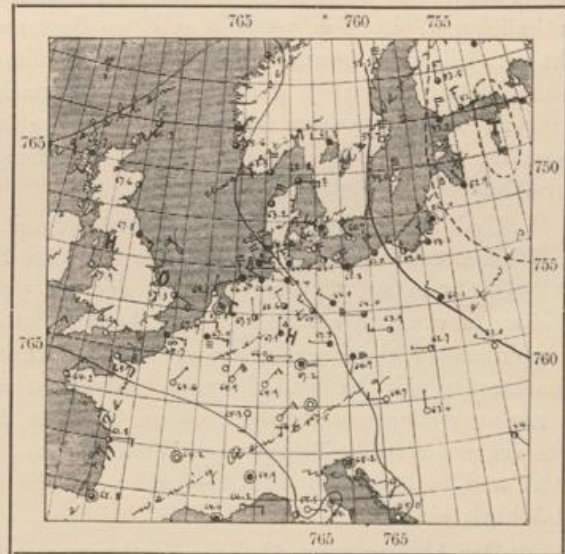
Drachen - Aufstieg.

3 Drachen (16 m²). 3000 m Kabel.

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	°C	%	m p. s.	°C	%	h m	mm	m	°C	%	m p. s.	°C	%
10 30 ^a	760.8	40	—	—	—	16.1	58	1 20 ^p	682	956	7.3	98	—	—	—
49	—	—	Drachen auf			—	17.0	60	45	677	1017	7.2	92	—	—
11 2	743	241	13.2	69	7.8 aus	—	—	50	676	1029	5.6	95	7.8	—	—
8	—	Bew. 8 ¹ cu, ci-str	—	—		—	—	—	2 8	650	1353	4.4		97	18.2	57
15	729	401	12.3	73	N 59 ⁰ W	—	—	12	636	1531	2.8	99	—	—	—
35	743	241	13.1	76		—	—	—	15	—	—	Drachen in Wolken			—
45	719	517	10.7	82	8.1 aus	17.5	58	17	631	1595	2.3	100	—	—	—
50 ^a	738	298	13.0	82		N 47 ⁰ W	—	—	20	643	1492	3.4	100	—	—
12 1 ^p	712	598	10.3	87	—		—	—	28	624	1685	1.7	100	—	18.5	57
3	—	Bewölkung 9 ¹⁻²			—	—	—	—	35	—	ob. Drachen hat Sonne			—	—
9	693	822	8.4	91	8.7 aus	—	—	40	613	1830	7.3	21	—	—	—
12	700	739	8.9	91		N 54 ⁰ W	—	—	46	606	1925	6.8	20	—	—
18	688	882	7.3	99	—		—	—	53	603	1966	6.6	? (<20)	—	—
21	710	622	9.8	99	—	—	—	59	603	1966	6.6	? (<20)	—	—	—
25	—	—	—	—	—	17.2	56	3 2	—	—	—	—	—	18.3	62
31	691	848	7.9	99	—	—	—	8	626	1659	2.8	48	—	—	—
33	705	683	9.9	99	—	18.2	58	Registritrommel	641	1468	3.4	54	—	—	—
39	683	944	7.3	100	—	—	—	zurückgeschlagen,	672	1082	7.2	84	—	—	—
42	673	1065	6.1	100	—	—	—	Zeit nicht bestimmbar	687	899	9.0	84	—	—	—
57	714	576	10.5	94	—	—	—		704	696	11.1	80	—	—	—
I 3	686	908	7.7	94	—	18.5	58		738	300	15.1	68	—	—	—
12	676	1029	6.4	98	—	—	—						—	—	—



24. August 1901.



24. August 1901. 8⁰. Isobaren.

Mittlere Temperatur-Abnahme:

1. am 23. August zwischen Erde und 1180 m: 1.2⁰ p. 100 m (um 3^p),
2. » 24. » » » » 1970 » : 0.62⁰ » » » (bis 1700 m 1⁰ p. 100 m; darüber starke Inversion).

Wetterlage: Anticyklonal, doch liegt der höchste Luftdruck mehr im Nordwesten des Erdtheils, besonders am zweiten Tage, wo unsere Gegenden sich schon im Uebergangsbiete befinden. Ueberhaupt ist an beiden Tagen ein starker Einfluss der vom baltischen Meerbusen unter Vertiefung des Minimums sich südwärts ausbreitenden Depression vorhanden; Norddeutschland befindet sich an ihrer Rückseite und die Witterung hier wird dadurch bestimmt, besonders im Küstengebiet, gegen welches die Depression eine starke Ausbuchtung entsendet. Bei nordwestlichen Winden ist es in der Provinz Brandenburg, wenn auch noch durchaus trocken, meist bewölkt und kühl, besonders am 24., während am Vortage der grösste Theil von

Deutschland bis nach Thüringen und Schlesien heiteres Wetter hat. Die lokalen Witterungsverhältnisse zur Aufstiegszeit sind: am 23. bedeckt, WNW 3, 16—21°; am 24. bedeckt, NW 3—4, 16—18°.

Der Uebergangscharakter der Lage prägt sich auch an diesen Tagen in dem vertikalen Gange der meteorologischen Elemente aus. Weniger ist dies am ersten zu sehen, wo eben der Aufstieg nicht hoch genug ging, um die grosse Störungsschicht zu erreichen, welche wohl ziemlich sicher auch damals über der Cumulo-stratus-Decke vorhanden war. Allein geringere Störungen, gekennzeichnet durch das Auftreten eines kleinen vertikalen Temperatur-Gradienten, der zwischen den sonst sehr starken Werthen des Gefälles eingelagert ist, oder sogar vorübergehende Inversionserscheinungen kommen auch hier vor, z. B. zwischen 150 und 320 m. Ebenso ist die sehr starke Rechtsdrehung des Windes — unten im Mittel W z N, bereits bei 450 m Höhe NW, also um mehr als 30° abweichend —, schliesslich auch die Tendenz zur Lockerung der Wolkendecke (siehe Notiz um 1^h 3^v) anticyklonal, während die im allgemeinen starke Bewölkung, die unten schon erhebliche, bereits bei 1200 m nahezu den Sättigungspunkt erreichende Feuchtigkeit, die ziemlich niedrige Temperatur an einem Sommertage sicherlich nicht den Bedingungen eines Hochdruckgebietes entsprechen. So trägt denn die Witterung auch am 23. kein ausgesprochenes Gepräge.

Noch weniger ist dies am 24. der Fall. Hier tritt jedoch der gemischte Charakter der Witterung, das »Uebergangsgebiet« mit Rückseitenwetter, viel schärfer in einer völligen Zweitheilung des vertikalen Ganges aller Elemente hervor. Von der Erde aufwärts bis knapp 1700 m Seehöhe findet sich ein durchaus adiabatischer Gang: der aufsteigende Luftstrom herrscht hier wohl fast uneingeschränkt. Das thermische Gefälle ist immer so stark, dass indifferentes Gleichgewicht herrscht, fast genau 1° p. 100 m; die relative Feuchtigkeit steigt bei konstantem Mischungsverhältniss bis rund 1000 m, wo fast im gleichen Momente, wie es die Theorie erfordert, (Ausgangsbedingungen: ca. 17¹/₂°, 761 mm, 7 g Wasserdampf p. kg Luft) bei etwa 679 mm und 7° Kondensation, bezw. 100 % Feuchtigkeit gefunden wurde. Freilich wurde erst nach Erreichen von rund 1500 m notirt »Drachen in Wolken«; allein die zwischen 1000 und 1500 m anhaltend 95—100 % erreichende Feuchtigkeit deutet darauf hin, dass schon diese ganzen Luftmassen, der Theorie entsprechend, der Kondensationszone angehören. Nur mochten die unteren Theile der Nebelmassen in gewöhnlicher Weise fein vertheilt sein, so dass man die Drachen bezw. den Apparat noch sehen konnte und nicht den Eindruck gewann, dass er sich bereits darin befand. Auch wird das thermische Gefälle über 1000 m nicht unmerklich geringer, wenn es auch noch stark bleibt: in der Schicht 944 — 1531 m 0.75° p. 100 m, was etwa dem adiabatischen Gange im Regenstadium entspricht. Zwischen 1530 und 1690 m scheint die dichte Wolkenmasse gelegen zu haben: das Hygrometer zeigt völlige Sättigung an, die Temperatur-Abnahme beträgt 0.72° p. 100 m.

Und nun finden wir, zusammenfallend mit der Bemerkung »oberer Drachen hat Sonne« (was durch eine Wolkenlücke sichtbar wurde), eine typische Sprungschicht: das registrirende Thermometer steigt von 1.7° bei 1685 m auf 7.3° bei 1830 m, also um 5.7° auf nur 145 m Höhenzunahme, das Hygrometer schnellt jäh abwärts von 100 auf 21 %! Der Apparat ist in die Mischungszone gelangt, welche den darüber zweifellos beginnenden absteigenden Strom aus der Anticyklone nach unten begrenzt, bezw. sich aus dessen Zusammentreffen mit den aufsteigenden Luftmassen unterhalb entwickelt. Ueber 1830 m sind die Drachen nur um 140 m gestiegen und dort noch im Bereiche der wesentlich isothermen Mischungsschicht geblieben, doch setzte schon schwache Temperatur-Abnahme ein. Die Hygrometernaufzeichnung ist hier leider vorübergehend gestört und es lässt sich nicht feststellen, ob die zu erwartende Wiederzunahme der relativen Feuchtigkeit thatsächlich eintrat.

Der Abstieg zeigt ähnliche Vertheilung, nur scheint hier der Apparat in eine Wolkenlücke gekommen zu sein, da nicht über 84 % relative Feuchtigkeit registriert werden. Dass sich jetzt bei 1660 m nur 48 %, bei 1470 m kaum 54 % finden, deutet ausserdem auf eine Senkung der oberen Wolkengrenze um etwa 200 m hin, welche ja oft in Form von Wellen und Bergen angeordnet ist — wenn nicht lediglich ein Nachbleiben des Hygrometers vorliegt. Ausserdem ist bis 1000 m und noch etwas höher überall Erwärmung um 1—2° eingetreten.

Auch die Thatsache, dass von 250 bis 1400 m die Windstärke fast konstant bleibt, ja nach geringfügiger Steigerung bis 800 m Höhe dann wieder etwas sinkt, zeugt für den Mischcharakter der Witterung; wenigstens steht sie nicht in Uebereinstimmung mit dem cyclonischen Regime, welchem die Witterung nach ihrem äusseren Ansehen angehörte.

Bei einem derartig alle Kennzeichen des Uebergangsgebietes tragenden Zustande in der Vertikalen müsste eine Prognose auf ein Rathen hinauslaufen, ob die Anticyklone oder die Depression sich um ein Weniges nähern würden. Wie die Folge lehrte, wäre jede, auch eine gelungene Voraussage nur sehr kurz-

No. 109.

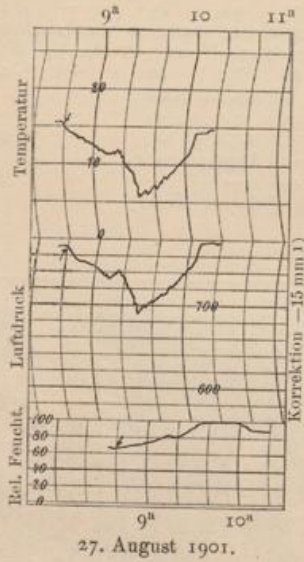
27. August 1901.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (12 m²). 1700 m Kabel.

Bewölkung eu, ci rasch aus WSW ziehend. Wind WSW 6 m p. s.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten		Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe mm	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰				Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind- richtung	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰
8 39 ^a	—	—	Apparat auf			—	—	9 30 ^a	676	937	6.2	96	—	—	—
43	752.8	—	—	—	S 74° W	15.7	64	40	686	817	7.3	100	—	—	—
50	733	266	13.6	67	—	—	—	47	—	—	—	—	—	15.0	62
9 0	723	381	12.4	71	—	—	—	50	689	783	8.8	100	—	—	—
2	Bew. nimmt stark zu, str-cu 9 ^a ; darüber ci aus SW														
10	715	474	11.3	76	—	16.0	64	10 0	717	452	10.8	95	—	—	—
18	719	427	11.9	78	—	—	—	26	753.1	40	Apparat unten		—	14.7	64



¹⁾ Vergl. Fussnote zu No. 99, S. 245.

lebiger Natur gewesen: denn unmittelbar lösten einander ab die Herrschaft der Anticyklone, die einen einzigen Tag lang am 25. mit ihrem Centrum gerade über Deutschland lag, und der Einbruch einer tiefen Depression, welche bereits am 26. über der Nordsee stand, ganz Westdeutschland in ihren Wirkungsbereich einbeziehend. Da vom 26. zum 28. wiederum drei höhere Aufstiege stattfanden — der letzte auf über 4000 m — so verweisen wir wegen der weiteren Gestaltung der Lage auf No. 108—110.

No. 108—110.

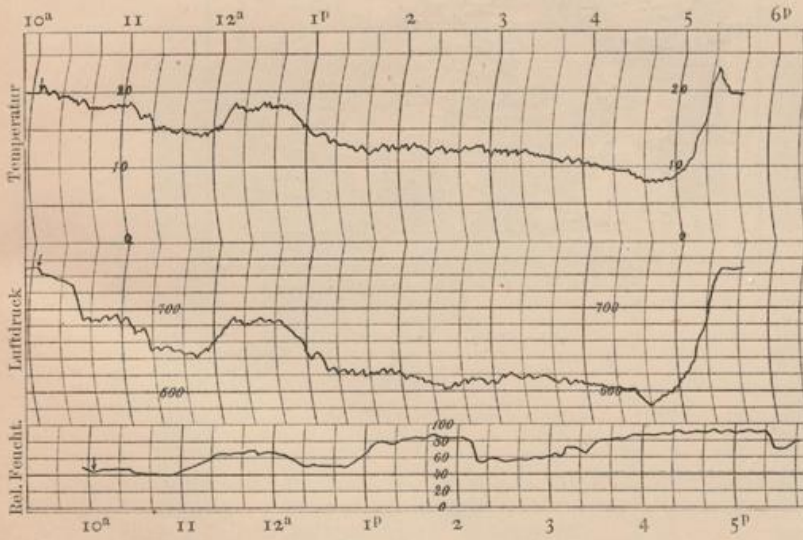
Die Drachen-Aufstiege vom 26.—28. August 1901.

No. 108. 26. August 1901. Drachen-Aufstieg.

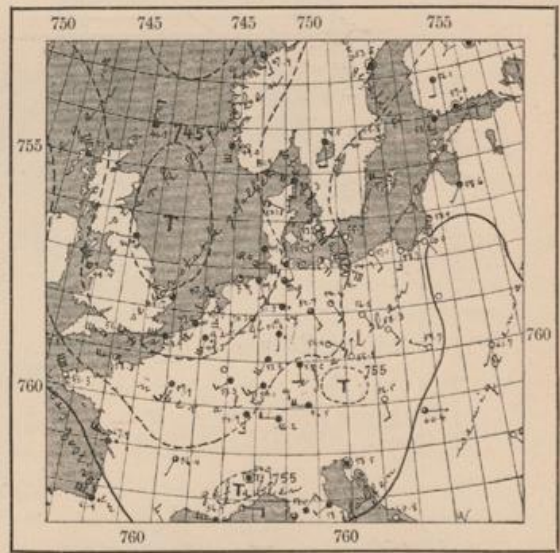
3 Drachen (11 m²). 3600 m Kabel.

Bewölkung cu, fr-cu, ci-cu, Wind SSE—S ca. 4 m p. s.

Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten		Zeit		Luftdruck mm	Seehöhe m	oben			unten	
h	m			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Windrichtung	Temperatur C°	Rel. Feucht. %	h	m			Temperatur C°	Rel. Feucht. %	Windrichtung	Temperatur C°	Rel. Feucht. %
9	55 ^a	750	40	—	—	20.2	53	2	33 ^p	—	—	—	—	—	24.3	44	
10	5	—	—	Apparat auf			—	—	3	0	609	1792	11.1	62	—	—	
	35	690	753	18.0	44	S 13° E	21.5	60		29	617	1681	11.5	78	S 21° W	24.5	45
11	4	694	703	18.9	46	—	—	—		53	611	1761	10.3	88	—	—	
	10	673	964	16.3	—	—	—	—	4	30	605	1840	9.2	89	—	24.2	45.0
	12 ^{1/2}	—	—	—	—	—	22.9	54	Bewölkung nimmt stark zu, wird niedriger und sieht gewitterhaft aus; Drachen in Wolken								
	25	655	1194	15.3	65	S 7° W	—	—		40	590	2044	8.2	90	—	24.4	44
	50 ^a	645	1321	14.5	68	—	—	—		50	—	—	—	—	—	—	—
12	12 ^p	690	748	18.2	60	—	23.4	58		19	675	905	14.5	90	—	—	—
	20	682	848	17.3	51	—	—	—		25	—	ca. 1000	23.4	69	—	23.4	50
	48	687	785	17.9	50	—	—	—		29	—	—	—	—	—	—	—
1	3	643	1323	14.2	75	S 19° W	25.0	42		32	746.7	40	—	—	—	—	—
2	0	624	1594	12.2	83	S 28° W	24.9	45					—	—	—	—	—
	30	606	1839	11.9	56	—	—	—					—	—	—	—	—



26. August 1901.



26. August 1901. 8^h. Isobaren.

No. 110.

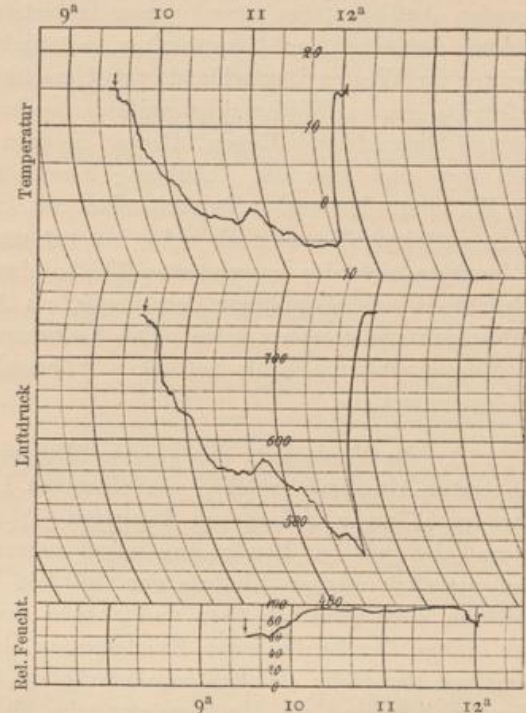
28. August 1901.

Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (12 m²); 7350 m Kabel.

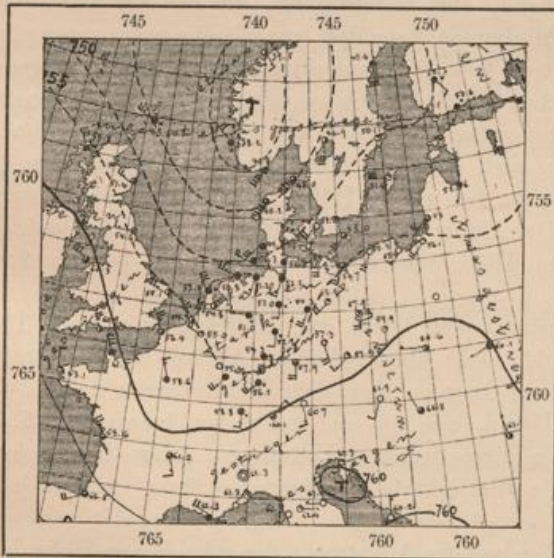
Barometer fallend, Bewölkung 6-7 fr-cu, im W ei in Wogen; Wind S 5-6 m p. s.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0
9 15 ^a	751	40	—	—	—	14.5	60
27	—	—	Apparat auf			—	—
35	735	221	13.4	62	—	—	—
40	—	—	—	—	—	15.1	55
50	648	1267	5.6	68	} S 11.7 19° W	—	—
57	625	1563	3.3	75		—	—
10 12	—	Drachen in den Wolken			S 25° W	—	—
17	556	2504	-1.8	94	} S 13.7 15.1	15.1	58
28	547	2634	-2.2	94		—	—
35	539	2604	-2.7	94	} S 13.9 29° W	—	—
45	568	2334	-0.8	94		—	—
53	—	—	—	—	} S 15.1	15.2	61
11 0	536	2796	-2.9	92		—	—
8	536	2796	-3.6	93	} S 16.2	—	—
15	495	3424	-5.3	93		—	—
27	477	3716	-5.5	94	} S 17.5	—	—
35	455	4088	-5.6	97		16.8	67

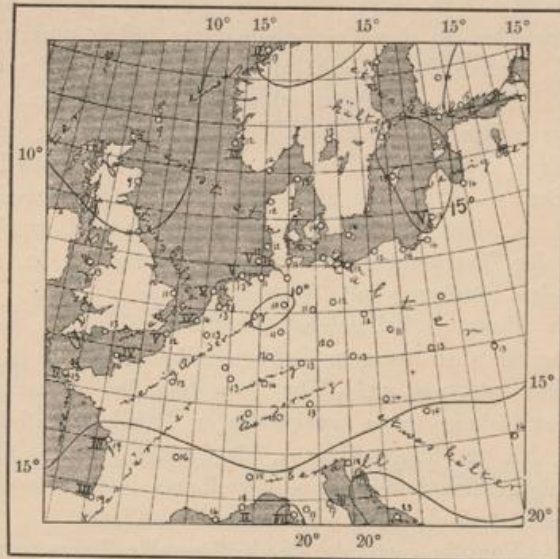


28. August 1901.

Aufstieg abgebrochen (Drachen reißen ab)



28. August 1901. 8^a. Isobaren.



28. August 1901. 8^a. Isothermen.

Mittlere Temperatur-Abnahme am 26.—28. August 1901:

1. 26. August 1901 zwischen Erde und 2050 m: 0.81° p. 100 m (nachmittags)
2. 27. » » » » » 940 » 1.09° » » » (9¹/₂ früh)
3. 28. » » » » » 4100 » 0.55° » » » (mittags); doch bis 3400 m 0.65° p. 100 m, darüber Isothermie.

Wetterlage: Ein tiefes Minimum beherrschte während der ganzen in Frage kommenden Zeit die Lage im grössten Theile von Europa. Im Verlaufe der drei Tage führte sein Centrum nur sehr geringe Bewegung in nordöstlicher Richtung aus, indem es sich langsam vom westlichen Theile der Nordsee nach dem südlichen Norwegen verlagerte, wobei die Intensität der Depression noch um mehrere Millimeter zunahm. Am ersten Tage befand sich das östliche Norddeutschland noch an der Vorderseite: die Luftbewegung war aus SE und bei heiterem Himmel erreichte die Temperatur in Berlin am Nachmittage 25° . Aber bereits gegen Abend ging der Wind nach SW um, es bezog sich und regnete, und an den beiden folgenden Aufstiegstagen stand unser Gebiet unter unmittelbarem Einfluss des Minimums, oder genauer einer von demselben nach S entsandten, in östlicher Richtung fortschreitenden Theildepression, wobei zahlreiche Gewitter im Westen Deutschlands den Umschlag einleiteten. Dabei herrschten auf verhältnissmässig geringe Entfernung grosse Witterungsgegensätze: so hatte z. B. am 27. früh Borkum vollen Sturm aus W mit bedecktem Himmel und Regen, Berlin dagegen noch einen heiteren Morgen mit mässigem Südwestwind. Doch war auch hier die Abkühlung bereits sehr stark geworden beim Eintritt der Luftzufuhr aus SW und W, statt der vorher herrschenden aus SE: die Temperatur erreichte während des Aufstiegs ($8\frac{1}{2}$ bis 10 vormittags) nur noch $14\frac{1}{2}$ bis 16° und auch am Nachmittag nicht mehr als 17° . Im Laufe des 28. bewegte sich das vorerwähnte Theilminimum direkt über unsere Gegenden fort: am Morgen wehte noch SW-Wind bei geringer Bewölkung, am Abend aber bereits WNW-Wind mit Aufklaren, nachdem es am Nachmittage geregnet hatte. Die Lufttemperatur hielt sich auch am 28. niedrig, am Tage auf $15-17^{\circ}$, das Morgenminimum sank auf 9° . Während der folgenden Tage hatte Norddeutschland veränderliches »Rückseitenwetter«.

An der Vorderseite des grossen Minimums finden wir zunächst am 26. im allgemeinen starke vertikale Temperatur-Abnahme, welche, von einzelnen Unregelmässigkeiten abgesehen — so einer vorübergehenden, später nicht mehr gefundenen Inversion (?) zwischen 1760 und 1840 m — bis ca. 1850 m reicht, und während der grössten Erwärmung unten nahezu 0.9° p. 100 m beträgt. In den unteren Schichten herrscht dabei natürlich starker Einfluss der täglichen Periode, den wir hier vernachlässigen; in der höchsten noch erreichten Zone zwischen 1840 und 2040 m, wo nun der Apparat bis zur Wolkenbildungsregion gelangt war, sinkt infolge der beginnenden Kondensation das Gefälle und beträgt nur 0.5° p. 100 m. Die Feuchtigkeit nimmt mit der Höhe ziemlich regelmässig zu, bis auf das Doppelte des Betrages unten (von 45 auf 90%); wahrscheinlich sind die Hygrometerwerthe für die grössten Erhebungen noch zu niedrig, da hier nahezu Sättigung geherrscht haben muss. Charakteristisch ist auch die Winddrehung: unten SSE, bei 1600 m bereits S 28° W, also um etwa 50° nach rechts abweichend, eine Erscheinung, die bei den südöstlichen Unterwinden an der Vorderseite eines nahen und tiefen Minimums besonders zuverlässig aufzutreten pflegt.

Schon diese Verhältnisse mussten darauf vorbereiten, dass die Depression auch in unsere Gegenden einen Einbruch ausführen würde und bereits der Abend brachte Südwestwind mit Regen. Noch günstiger in dieser Hinsicht gestaltete sich die Vertheilung der Temperatur nach oben am 27.: trotzdem es nun auf der Erde erheblich kälter geworden war, herrschte infolge noch stärkerer Abkühlung der Luftmassen über der Erde — Differenz unten um dieselbe Tageszeit ($9\frac{1}{2}^{\text{a}}$) 5° , bei 950 m Höhe volle 10° — ein so starker Gradient, dass das Gleichgewicht völlig labil wurde. Der Gang war jetzt völlig adiabatisch, ja in Betreff der Temperatur waren die Luftmassen in 1000 m Höhe unterkaltet, und bereits bei ca. 800 m herrschte Sättigung mit Wasserdampf.

Dass es bei solcher Vertheilung in der Senkrechten sehr leicht zur Entwicklung eines Theilminimums über unserem Gebiete selber kommen konnte, ist nicht überraschend. Als am 28. die Drachen zwischen $9\frac{1}{2}$ und $11\frac{1}{2}$ Uhr Vormittag den Apparat bis auf 4100 m über dem Meeresniveau hoben — es ist dies bislang unser zweithöchster Drachenaufstieg geblieben, nur um ca. 200 m von jenem am 26. Juli 1900, No. 32, übertroffen —, da befand sich das Centrum dieser unter »Wetterlage« schon besprochenen Theildepression bereits in unmittelbarer Nähe von uns: die Wetterkarte der Seewarte für 2^p legt es in die Gegend nördlich der Linie Chemnitz—Kassel.

Für die vertikale Vertheilung der Temperatur geben wir in Anbetracht der erheblichen Höhe dieses Aufstieges und des grösseren Interesses, welches er demgemäss beansprucht, ein Diagramm. Dasselbe zeigt, dass drei Schichten unterschieden werden können.

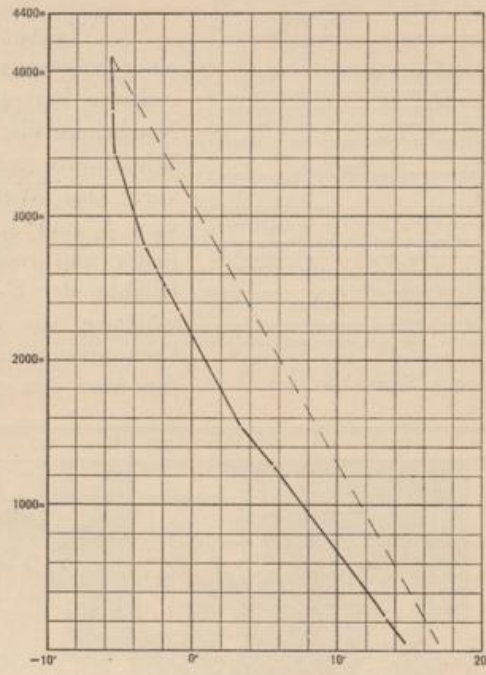
Bis etwa 1600 m herrscht starkes thermisches Gefälle, welches, in seinem Betrage von der täglichen Periode der Temperatur unten abhängig, zur Zeit des Maximums 0.97° p. 100 m, also adiabatischen Werth erreicht. Hier nimmt auch die Feuchtigkeit zu von $55-60\%$ unten auf $80-90\%$. Bald darauf¹⁾ traten

¹⁾ Wegen des starken Windes und der infolgedessen gefahrdrohenden Spannung des Drahtes musste sehr rasch abgesehen werden, sodass die Feststellung der Einzelheiten in den rapide nach abwärts führenden Kurven, bezw. der zeitlichen Zusammenghörigkeit, nur schwer ausführbar ist.

die obersten Drachen mit dem Apparat in die Wolken ein: sofort verlangsamt sich naturgemäss der Temperaturgradient sehr erheblich und beträgt nun bis 3420 m kaum 0.45°, während das Haarhygrometer anhaltend nahezu Sättigung anzeigt. Dieser Werth des Temperaturgefälles ist auch für eine Kondensationsschicht zwischen den Drucken von ca. 600 und 500 mm, bei einer Ausgangstemperatur von etwa 1 bis 3°, wie sie am unteren Wolkenrande herrschen mochte, beträchtlich unterhalb des adiabatischen. Es herrschte hier also nicht mehr der rein dynamische Vorgang eines aufsteigenden Stromes, sondern bereits innerhalb der Wolken traten Mischungen auf, wofür ja auch die zahlreichen Lücken in der Wolkenbildung sprechen (Bewölkung 7—8). Bei 3420 m sehen wir einen zweiten starken Knick in der Zustandskurve: auf eine vertikale Erstreckung von mehr als 600 m fanden hier die Drachen fast völlige Isothermie. Man wird annehmen dürfen, dass etwa bei 3400 m die obere Grenze der Wolken lag und die angebliche Konstanz, ja Zunahme der relativen Feuchtigkeit von 93 auf 97% auf eine Unzuverlässigkeit des Hygrometers zurückführen müssen, das ja bei Temperaturen unter 0° (hier $-5\frac{1}{2}^{\circ}$) nicht immer volles Vertrauen verdient. Denn innerhalb der Wolkenmasse wäre weder der plötzliche Sprung im Gange der Temperatur, noch auch schon an und für sich die mächtige isotherme Schicht verständlich.

Wir sehen demnach in der Störungszone, welche sich mindestens auf 650 m in der Senkrechten erstreckte — ob nicht noch höher Inversion die Isothermie ablöste, ist unbekannt — das Nahen der »Rückseite« angedeutet, welche bereits am Abend auch in dem Steigen des Barometers ihren Ausdruck fand. Die unter »Wind« angegebenen registrierten Windgeschwindigkeiten dürften, da während eines fast kontinuierlichen raschen Ablassens der Drachen (vgl. die Fussnote) aufgezeichnet, um 1—2 m p. s. zu erhöhen sein, also unter konstantem Anwachsen nach oben, wie es dem Depressionsregime eigen ist, in grösster Höhe bis 20 m p. s. erreicht haben. Trotzdem spricht das Auftreten der enormen Züge im Drahte, welche denselben schliesslich zum Reissen brachten, dafür, dass auch der Wind oben bereits jenen unruhigen, böigen Charakter besass, der auf der Rückseite der Minima auftritt. Ebenso entspricht die Art der Winddrehung, welche zwischen der Erde und 1500 m nur wenige Grade, bis zu höchstens 10°, dagegen zwischen 1500 und 2500 m weitere 20° erreicht, nicht mehr den durchschnittlichen Verhältnissen eines cyclonischen Wirbels.

Der hier besprochene gemischte »Rückseitencharakter« verblieb der Witterung noch bis in den Anfang des September hinein.



28. August 1901.

No. 111—113.

4. und 5. September 1901. 20. Internationale Fahrt.

No. 111. Drachen - Aufstieg.

2 Drachen (12 m²); 3500 m Kabel. Apparat Marvin No. 32.

Heiter, lange, im W konvergierende polarbandenartige Wogenwolken, Wind E 7 m p. s.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten			Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Zeit				Luft- druck	See- höhe	Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m. p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m. p. s.	C°	%	
4. Sept.																
10 17 ⁿ	763	40	—	—	—	13.0	61	11 6 ⁿ	687	908	4.0	85	—	—	—	
24	—	—	Apparat auf			7	—	15	695	814	5.1	81	—	13.6	52	
30	747	217	10.6	57	—	—	—	39	652	1335	0.2	91	—	—	—	
45	695	813	4.7	73	—	—	—	50	649	1872	0.2	88	—	13.9	49	
Extrem- werthe	588	2155	-5.0	46												

ca. 12^h 6ⁿ Uhr stehen geblieben. Drachen bis 7ⁿ am 5. 9. in der Luft.

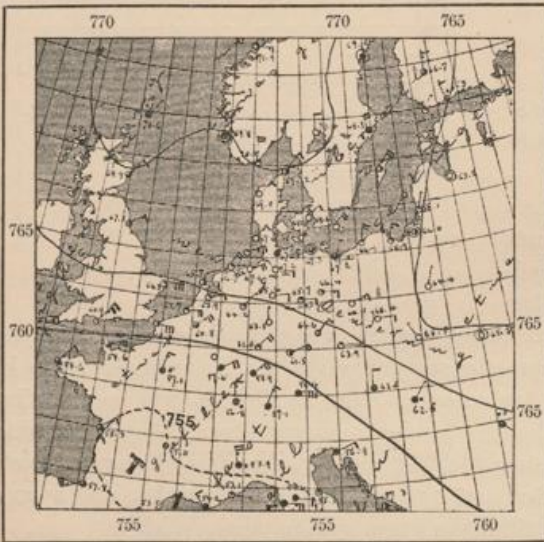


4./5. September 1901.

Mittlere Temperatur-Abnahme:

Erde—217 m	= 1.36° p. 100 m
217—813 »	= 0.99° » » »
813—1335 »	= 0.86° » » »
Erde—814 »	= 1.10° » » »
Erde—1372 »	= 1.03° » » »

Wetterlage. Ein breiter Rücken hohen Luftdrucks hatte sich hinter einer langsam nach Russland wandernden flachen, aber sehr gleichmässig gestalteten barometrischen Depression entwickelt, der am 4. September 8^a vom Nordmeere bis nach Südrussland reichte; in Südwesteuropa drang eine vom Mittelmeere gekommene flache Depression langsam nordwärts in Centraleuropa vor. Das Wetter war in Mittel- und Norddeutschland heiter. Die Nacht vom 3. zum 4. September war am Aëronautischen Observatorium fast still, heiter und recht kalt: das Temperaturminimum betrug nur 2.5°. Morgens frischte der E-Wind auf, 10^a m. hatte er 7 m p. s. Geschwindigkeit. Die Bewölkung, die morgens 0 gewesen war, nahm von 8 Uhr an zu, wobei sich Cumuluswolken, in langen Wogenzügen angeordnet, fächerartig von W aus fast über den ganzen Himmel erstreckten; nach N zu waren 10 solcher Wogen sichtbar, die einander in der Nähe des Horizontes überdeckten. Gegen 10^a verminderte sich die Bewölkung im Zenit und im Süden.



4. September 1901. 8^a. Isobaren.

Die Drachen, zwei hintereinander gefesselte Normaldrachen mit gekrümmten Stahlflächen und elastischen Zügeln, der Hauptdrachen von 7, der Vorspanndrachen von 5 m² Oberfläche, stiegen 10^h 24^m a. m. mit dem erst vor kurzem gelieferten und deshalb noch nicht in allen Theilen sicher erprobten Apparat Marvin No. 32 ohne Anemometer auf. Bei 300 m Höhe schwenkten sie von W langsam nach SW; die Wogenbildung wurde wieder stärker. Um 11^h 50 tauchte der obere Drachen in etwa 1350 m Höhe in eine Wolke ein; die Bewölkung bedeckte jetzt zu 8 Zehnteln den Himmel mit reihenartigen cu-, im Westen traten ci-str auf. 12^h 6 1/2^p trat auch der Apparat vorübergehend in die Wolken ein bei einer Höhe von 1450 m; während der nächsten Stunde war er bald in den Wolken, bald ausserhalb derselben. Nach

1 p. m. nahmen die cu- an Grösse und Dichte bedeutend zu und der Wind wurde recht böig.

In der grössten vom Apparat erreichten Höhe, die nach den Aufzeichnungen zwischen 2 1/2 bis 3 3/4 p. m. bei einer Drahtlänge von 3500 m und einem Winkel von 39° dem registrierten höchsten Werthe von 2155 m gut entsprechen würde, war die Temperatur am Erdboden 15.8°, die relative Feuchtigkeit 48 0/0; die Bewölkung bestand aus cu und ci-str, die besonders im Süden sichtbar waren. Ein Hilfsdrachen von 5 m², der um 1^h 56^p angebracht worden war, riss 3^h 14 ab in Folge einer stärkeren Böe. 3^h 57 zogen aus Nord cirröse Schleier schnell empor, in denen sich ein Sonnenring entwickelte. Gegen Abend nahm die Bewölkung beträchtlich ab und die Drachen gingen bei 1300 m Höhe nach SW herum, wobei der Apparat öfter vorübergehend in die Wolken gerieth. Die oberen ci-str zogen sehr schnell aus W. Nach Mitternacht zeigten sich wieder geschwungene ci-str, in Polarbanden W—E angeordnet, in quere Streifen getrennt; die Konvergenzpunkte waren um 10° nach rechts verschoben. Der Draht gab schon seit 10^p ein starkes singendes Geräusch von sich. 6^h 40^a ci-str Schleier, ci-cu, schwache Polarbanden W—E, im W und S tiefe str.

Als um 7 Uhr morgens die Drachen herabgeholt wurden, erfuhren wir die unerfreuliche Ueberraschung, zu sehen, dass das Uhrwerk des Marvin'schen Meteorographen schon gegen 1 Uhr mittags am Vortage stehen geblieben war. Als niedrigster Druck konnte nur noch der Werth von 588 mm, entsprechend einer Höhe von 2155 m, bei einer tiefsten Temperatur von -5.0° erkannt werden.

So hatte sich das ganze Personal des Observatoriums 19 Stunden lang vergeblich bemüht, den Drachen und dem von ihnen getragenen Apparate alles Leid fern zu halten, das ihnen sonst in überreichem Maasse zu Theil zu werden pflegt! Der schon oft zum Ausdruck gebrachte Wunsch, durch ein von Zeit

zu Zeit gegebenes Signal ein Zeichen zu erhalten von dem ungestörten Gange des Uhrwerkes, nahm bei dieser Gelegenheit festere Gestalt an und führte dazu, das Problem mit dem immer bereiten und findigen Hauptmann von Sigsfeld zu erörtern und auch in einem Vor-Experimente in Angriff zu nehmen — leider traten der weiteren Ausführung zunächst dringendere Arbeiten, dann der jähe Tod des unersetzlichen Mannes hindernd entgegen, sodass die Lösung dieser Aufgabe auf eine spätere Zeit verschoben werden musste.

Die Temperaturabnahme ergab sich als eine unerwartet starke, bis zu 200 m das adiabatische Maass beträchtlich übersteigende (1.36^0 p. 100 m), bis zu 800 m als eine rein adiabatische (0.99^0), und auch bis zu 1335 m Höhe noch wenig niedrigere (0.86^0 p. 100 m); zieht man die gleichzeitigen Beobachtungen in 2 m Höhe herbei, so überschreitet das Temperaturgefälle in der ganzen Schicht bis 1372 m Höhe noch immer die Adiabate (1.03^0 p. 100 m). Die Annäherung der im Süden liegenden Depression und der Eintritt von Niederschlägen wurde hierdurch in verhältnissmässig deutlicher Weise wahrscheinlich gemacht und trat am nächsten und den folgenden Tagen auch wirklich ein (s. die Wetterkarte vom 5. September). Die in der grössten Erhebung von 2155 m gefundene Temperatur von -5^0 giebt insofern einen Anhalt zur Beurtheilung der Verhältnisse in den bis hierher reichenden Schichten, als die grösste Höhe auf Grund der Aufzeichnungen über die ausgelassenen Drahtlängen um 2^h 20 p. m erreicht sein dürfte, wonach bei einer unteren Temperatur von 15.8^0 eine Temperaturabnahme von 0.97^0 p. 100 m, für die Luftschicht zwischen 1372 und 2155 m aber nur eine solche von 0.65^0 p. 100 m vorhanden gewesen wäre.

Die von den Drachen wiederholt erreichten Wolken waren nur niedrige cumuli, während die eigenartigen Wolkenbildungen offenbar ganz erheblich höher lagen. Diese aussergewöhnlichen Wogenwolken mit ihrer steten Wiederkehr während der ganzen Nacht und noch am nächsten Tage müssen intensiven Schichtungen in den grösseren Erhebungen ihre Entstehung verdankt haben, deren Erforschung von grossem Werthe gewesen wäre.

No. 112.

Aufstieg des Registrirballons I.

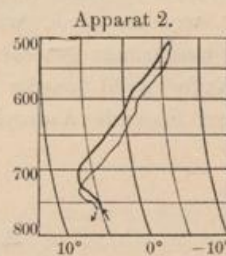
Gummiballon No. 4 (1200 mm Durchmesser). Apparat 2. Auf 4^h 52¹/₂^m a. m. Bewölkung 3⁰, ci-str, cu, Polarbanden W—E. Wind E 4.

Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe
	Aufstieg	Abstieg			Aufstieg	Abstieg	
mm	C°	C°	m	mm	C°	C°	m
758	5.2	5.8	40	640	2.0	-0.2	1425
750	5.0	6.0	127	620	0.3	-1.3	1681
740	5.8	7.3	237	600	-0.6	-2.0	1944
730	7.0	7.4	349	580	-1.6	-3.5	2215
720	7.4	6.5	463	560	-3.2	-4.7	2494
710	7.4	5.3	579	540	-4.4	-6.0	2782
700	6.7	4.7	695	520	-5.2	-6.3	3080
680	5.0	3.0	933	510	-5.6	-6.3	3233
660	3.6	1.0	1176	503	-6.1		3341

Gelandet 5^h 58^m a. m. bei Garlitz (bei Nennhausen, Kr. West-Havelland), 54 km nach W; Dauer 1 Std. 6 Min., mittlere Geschwindigkeit 13.6 m p. s.

Mittlere Temperatur-Abnahme:

- Erde— 463 m Zunahme von 0.71^0 p. 100 m
- 463— 579 » = Isothermie
- 579—1681 » = 0.64^0 p. 100 m
- 1681—2215 » = 0.36^0 » » »
- 2215—2782 » = 0.49^0 » » »
- 2782—3341 » = 0.30^0 » » »



5. September 1901.

Wie schon oben erwähnt, entsprach die Wetterlage der Vorderseite eines sich sehr langsam von Süden her ausbreitenden Gebietes niedrigen Luftdruckes: bei östlichen bis nordöstlichen, an Stärke zunehmenden Winden bewölkte sich der Himmel, und Regenwetter trat in West- und Mitteldeutschland ein, das auch während der nächsten Tage noch anhielt, aber nur in Süddeutschland grössere Niederschlagsmengen lieferte.



5. September 1901. 8^a. Isobaren.

0.64⁰ ab. Hierauf folgte eine beträchtlich schwächere Abnahme (0.36⁰) bis 2200 m, darüber bis 2800 m eine etwas stärkere (0.49⁰) und endlich abermals eine beträchtlich schwächere von nur 0.30⁰ per 100 m. Nach Schichten von 500 m Mächtigkeit geordnet ergaben sich folgende Temperaturen:

	40 m	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
	5.2 ⁰	7.3	4.6	1.0	-0.8	-3.2	-5.0	-6.5
Aenderung pro 100 m	+0.46 ⁰	-0.54	-0.72	-0.36	-0.48	-0.36	-0.30	

Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, dass die seit 24 Stunden beobachteten Wogenwolken von dem Ballon schon erreicht worden wären und etwa in ursächlichem Zusammenhange mit der mehrfachen thermischen Schichtung gestanden hätten. Da sie dauernd, und zwar recht schnell aus West zogen, während der Unterwind ebenso unveränderlich aus Ost wehte, müssen sie sich in ganz erheblich grösseren Höhen befunden haben; der Landungsort des Ballons lag rein nach W, die mittlere Geschwindigkeit des unteren Ostwindes war mit 13.6 m. p. s. eine nicht unbeträchtliche, sodass man bis zu 3350 m Höhe noch keine Verlangsamung der unteren Strömung feststellen konnte, obwohl die Geschwindigkeit, mit der die Polarbanden parallel zu ihrer Erstreckung aus West zogen, schätzungsweise auf 20—25 m. p. s. angenommen werden konnte. Es ist deshalb zu beklagen, dass der Gummiballon, der nicht mehr recht dicht gewesen sein dürfte, nicht in diese obere Strömung eingedrungen ist, deren Erforschung wegen der ungewöhnlich langdauernden Wogenbildung von besonderem Interesse gewesen wäre. Wahrscheinlich lag zwischen dem unteren Ost- und dem oberen Westwind noch eine Zwischenströmung aus Nord, wie das Aufziehen von Wolkenschleiern am Nachmittage aus Nord vermuthen lässt. Die Entstehung von Wogenkämmen, die parallel den beiden, einander direkt entgegenwehenden Luftströmungen verlaufen und auch in dieser Richtung ziehen, erscheint sonst kaum verständlich. Man wird deshalb vielleicht annehmen können, dass die vorgefundenen thermischen Schichtungen durch das Hineingreifen von Strömungen aus dem Hochdruckgebiete verursacht worden sind, woraus zu folgern wäre, dass die cyclonalen Verhältnisse nur auf die unteren Regionen beschränkt gewesen sind. Die langsame Ausbreitung und geringe Niederschlagsbildung der Depression dürfte wohl hierfür sprechen, ebenso die Thatsache, dass vom 7. September an die im Norden unverändert liegende Anticyklone wieder zur Herrschaft gelangte.

No. 113.

Aufstieg des Registrirballons II.

Um 8^h 25^m a. wurde ein zweiter Gummiballon, der die oben auf S. 33 beschriebene Vorrichtung zum selbstthätigen Oeffnen enthielt, aufgelassen; er trieb mit starkem Ostwinde schnell nach W ab und wurde bei Alt-Hüttendorf, 52 km nach N 37⁰ E, ohne den Registrir-Apparat gefunden; letzterer ist spurlos verloren gegangen.

Assmann.

No 114—115.

Die Aufstiege vom 7. September 1901.

No. 114. Aufstieg des Drachenballons „C“.

Ballon von 68 m³; 800 m Kabel.

Wind E, fast wolkenlos.

Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten			Zeit		Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Zeit	h	m			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰
10	2 ^a	762	40	Apparat auf	} 5-6 4.2 5.3	16,0	52	10	30 ^a	730	385	11,0	54	} 6.3 5.6	—	—		
	12	758	80			—	—	—		31	740	270	12,1		52	16,3	46	
	20	735	335	11,5		50	16,2	46		39	747	195	13,0		52	—	—	
	28	721	605	10,2		53	—	—		44	760	40	Apparat unten		—	15,8	45	

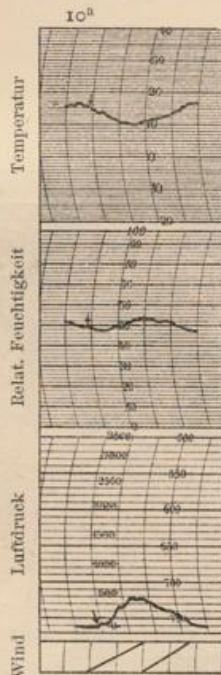
Mittlere Temperatur-Abnahme zwischen Erde und 500 m: 1,3° p. 100 m (bis 350 m 1,55°, zwischen 350 und 500 m nur 0,65°).

No. 115.

Aufstieg eines Registrierballons.

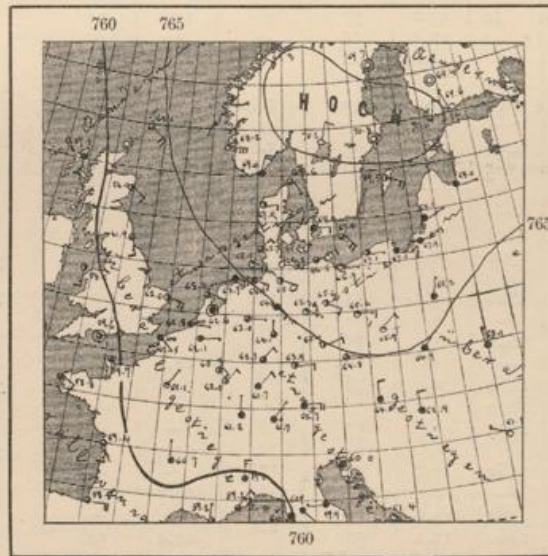
Ein alter gefirnisseter Baumwollballon von 100 m³, mit dem verbrauchten Gase aus dem Drachenballon gefüllt, stieg um 12^h 4^p auf; er zieht zuerst nach W, dann über der Wolkendecke zurückkehrend nach ESE.

Gefallen um 2,30^p bei Hangelsberg, 45 km nach S 56° E. Mittlere Geschwindigkeit 5,2 m p. s. Die Registrierung war unbrauchbar.



Eine Stufe der Windregistrierung = 5 km Windweg.

7. September 1901.



7. September 1901. 8^a. Isobaren.

Wetterlage: Anticyklonal; das Maximum liegt mit mehr als 770 mm über Mittelskandinavien, während niedriger Druck den Ocean im Westen bedeckt. Bei Winden aus E bis SE herrscht im Küstengebiet meist wolkiges, im norddeutschen Binnenlande überwiegend heiteres Wetter; in Berlin ist es früh wolkenlos, später leicht bewölkt, Temperatur 16°.

Bei der Unbrauchbarkeit der Ballon-sonde-Registrierung und der an Zeit und Höhe geringen Bedeutung des gefesselten Aufstieges können wir uns kurz fassen. Auch liegen in diesem Falle die Verhältnisse überaus einfach. Wie an einem heiteren Spätsommertage mit anticyklonischem Charakter zu erwarten, herrscht in den unteren Schichten sehr starkes Gefälle mit zunehmender Feuchtigkeit, welches aber

schon zwischen 300 und 500 m viel schwächer wird, während zugleich das Mischungsverhältniss einen anderen Werth annimmt (die rel. Feuchtigkeit wird konstant). Es liegt eben in solchen Fällen, wo der absteigende Strom die ganzen oberen Luftmassen beherrscht, unten aber vom Erdboden aus Erwärmung und Aufsteigen stattfindet, die »Mischungszone« am Vormittag beinahe unmittelbar über dem Erdboden.

Sehr charakteristisch sind auch die Windverhältnisse. Der unten recht frische Ostwind nimmt bis zur Höhe von 500 m gar nicht zu, ja er flaut eher ab; darüber hinaus muss sogar sicher Abnahme der Windstärke bis zur Windstille stattgefunden haben, wie die Rückkehr des Registrierballons beweist. Ueber dem Ostwinde herrschte schon in verhältnissmässig geringer Erhebung WNW, welcher auch nicht stark gewesen sein kann, da der Ballon keinesfalls sehr hoch gestiegen ist und im Durchschnitt seines ganzen Fluges nur 5 m p. s. zurücklegte. Dieser Westwind lässt darauf schliessen, dass die Anticyklone nicht hoch hinaufreichte, sondern bald vor der im Westen liegenden umfangreichen Depression zurückweichen würde.

No. 116—119.

27./28. September 1901. Vier Aufstiege des Drachenballons „C“ (68 m³).

No. 116. Erster Aufstieg. 27. September (am Tage).

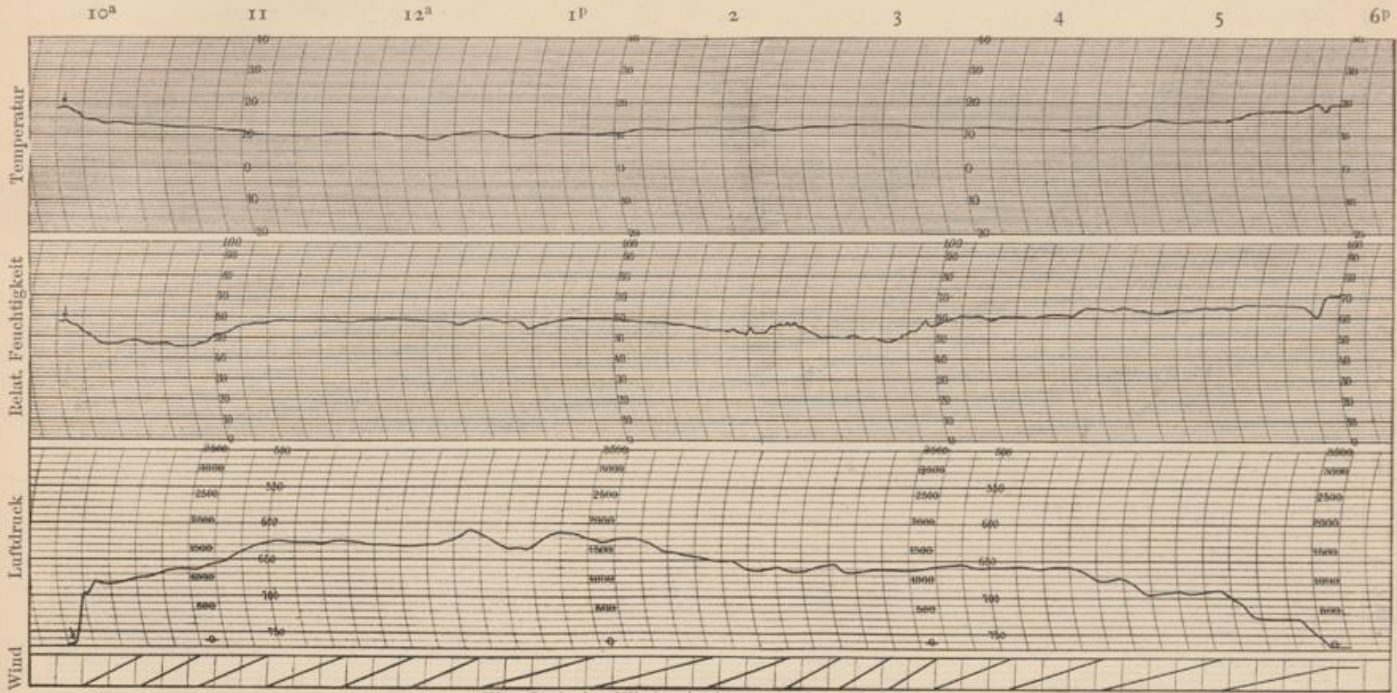
2700 m Kabel.

Wolkenlos, Wind S—SSE 1.

Zeit h m	Luft- druck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰	Wind m p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. ‰
9 41 1/2 ^a	764.6	40	17.6	57	—	17.6	57
49	764.6	40	17.8	55	—	—	—
53 1/2	—	—	Ballon auf		—	—	—
10 2	693	880	15.4	47	3.8	18.2	54
4	678	1060	14.0	46		—	—
11	—	—	—	—	3.8	18.8	53
42	660	1290	12.5	47		19.8	48
11 0	624	1765	10.4	56	3.2	20.4	47
17	—	—	—	—	2.9	21.0	45
25	—	—	—	—		21.3	46
34	621	1810	10.1	56	3.2	—	—
59	629	1700	10.3	56		21.7	44
12 8 ^p	—	—	—	—	3.2	—	—
21	608	1990	9.3	55		22.7	46
31	—	—	—	—	aus W	—	—
42	635	1615	11.3	55	1.9	23.1	48
45	—	—	—	—		23.2	48
57	610	1960	9.3	56	1.9	23.2	48
1 11	622	1800	10.2	57		23.7	47
21	618	1855	9.7	55	2.8	23.4	54
24	—	—	—	—		22.7	53
38	640	1565	11.5	54	4.0	22.4	52
53	—	—	—	—		22.4	52
57	648	1460	12.2	51	S 14° W	22.7	53
2 11	648	1460	12.2	50		22.7	53
37	—	—	—	—	S 25° W	22.4	52
46	655	1370	12.6	46		22.4	52
3 5	661	1295	13.2	45	S 14° W	22.4	52
10	—	—	—	—		22.4	52
34	657	1375	12.0	55	S 25° W	22.4	52
41	—	—	—	—		22.4	52
4 10	656	1355	11.7	55	S 18° W	22.5	54
31	671	1070	12.9	57		22.5	54
42	695	870	14.8	57	S 18° W	21.9	56
5 6	689	940	13.9	58		21.8	56
15	—	—	—	—	S 29° W	—	—
17	724	520	15.3	59		—	—
34	729	460	16.6	58	S 82° W	20.3	60
39	751	210	19.0	52		20.3	60
44	—	—	Ballon unten		—	—	—
48	766	40	19.2	63	—	19.2	63



27. September 1901. 8^a. Isobaren.

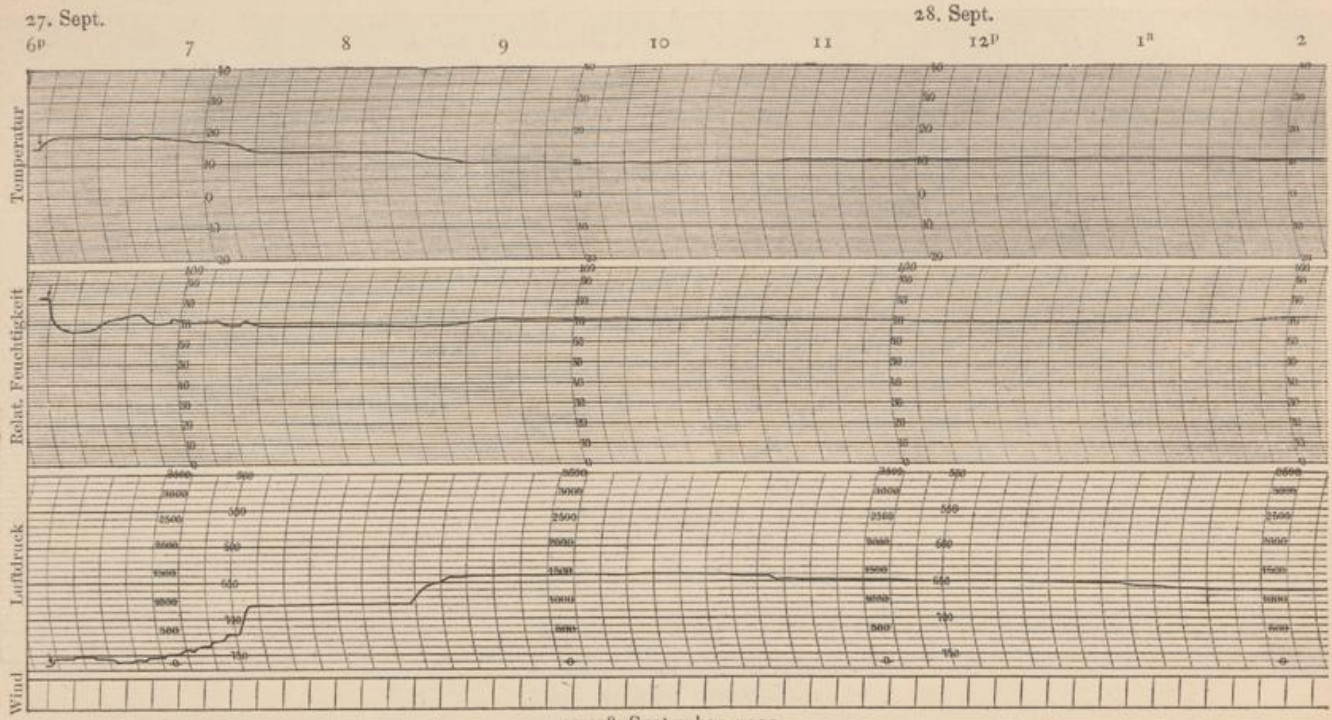


Eine Stufe der Windregistrirung = 5 km Windweg.
27. September 1901 (am Tage).

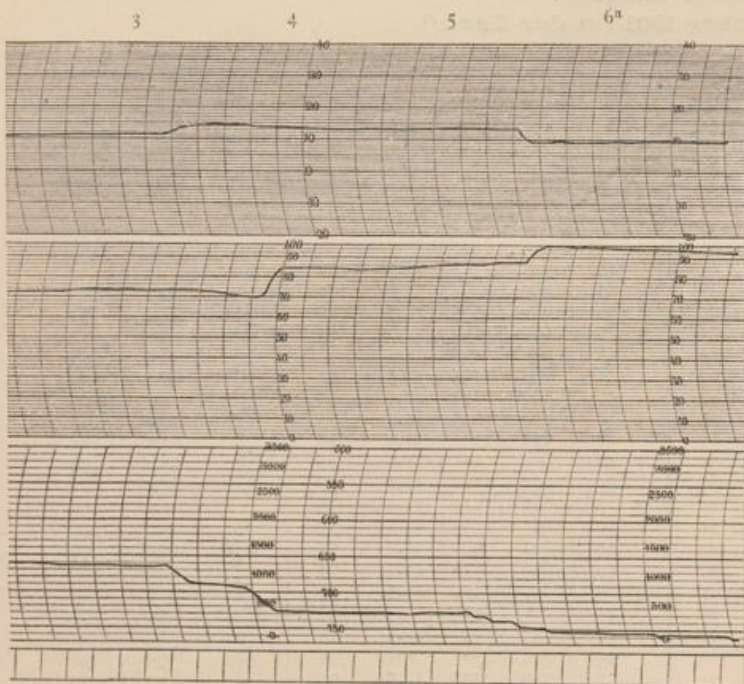
No. 117.
Zweiter Aufstieg.
27./28. September 1901 (in der Nacht).
1500 m Kabel.

Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten		Zeit	Luftdruck	Seehöhe	oben			unten	
			Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.				Temperatur	Rel. Feucht.	Wind	Temperatur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%	h m	mm	m	C°	%	m p. s.	C°	%
27. Septbr.								28. Septbr.							
6 5 ^p	766	40	—	—		17.9	83	12 8 ^a	—	—	—	—		10.5	96
8	—	—	Ballon auf			—	—	13	653	1375	11.0	72		—	—
11	757	140	18.5	77		—	—	33	654	1365	11.0	72		—	—
21	755	160	18.5	67		≡ Bildung beginnt		52	660	1285	11.5	71	WSW	10.0	98
24	—	—	—	—		17.0	72	1 2	662	1260	11.8	71		≡ ²	—
31	757	140	18.4	69		—	—	26	—	—	—	—		9.6	99
33	—	—	—	—		17.5	69	31	664	1235	11.5	71		≡ sehr stark	—
40	759	115	18.0	73		—	—	50	664	1235	11.5	73	siehe oben	—	—
42	—	—	—	—		16.3	75	2 9	664	1235	11.4	75		10.6	98
50	757	140	18.5	70		15.4	81	28	662	1260	11.0	75	siehe oben	—	—
7 0	747	225	18.0	71		—	—	40	—	—	—	—		10.4	98
5	—	—	—	—		15.5	84	42	665	1220	11.2	77	siehe oben	—	—
9	732	425	17.3	70		—	—	3 1	666	1210	11.5	75		—	—
12	—	—	—	—		15.1	84	30	667	1195	11.5	77		—	—
19	724	520	16.2	69		—	—	40	691	900	13.0	77	SW	10.1	99
25	684	1000	14.5	71		—	—	59	606	840	14.2	74		—	—
27	—	—	—	—		15.7	81	4 9	727	475	13.5	89		—	—
48	683	1010	14.0	68		—	—	14	—	—	—	—		9.8	99
59	—	—	—	—		15.1	84	28	731	430	13.5	89	siehe oben	—	—
8 7	682	1025	14.0	68		—	—	55	—	—	—	—		9.8	98
24	682	1025	13.5	68		—	—	57	732	420	13.5	90	siehe oben	—	—
36	652	1390	11.5	68		—	—	5 26	735	385	13.0	92		—	—
46	644	1500	10.5	70		14.3	89	28	—	—	—	—		10.1	98
9 5	644	1500	10.2	70		—	—	36	742	305	13.0	92		—	—
28	—	—	—	—		13.2	93	39	—	—	—	—		9.9	99
34	644	1500	10.0	71		—	—	46	751	205	9.5	100	W	—	—
10 3	642	1520	10.0	70		—	—	55	757	140	9.5	100		—	—
13	—	—	—	—		12.8	96	6 15	757	140	9.5	99		—	—
22	642	1520	10.0	73		—	—	24	758	125	9.5	98	siehe oben	—	—
39	650	1415	10.0	73		—	—	26	—	—	—	—		10.6	99
49	—	—	—	—		12.8	95	34	762	85	9.5	98		—	—
56	650	1415	10.5	73		≡ wird stärker		43	762	85	9.6	97	siehe oben	10.8	99
11 15	652	1385	10.8	73		—	—	52	—	—	Ballon unten			—	—
32	—	—	—	—		—	—	57	767	40	—	—		11.2	99
44 ^p	652	1385	10.8	73		12.0	97								

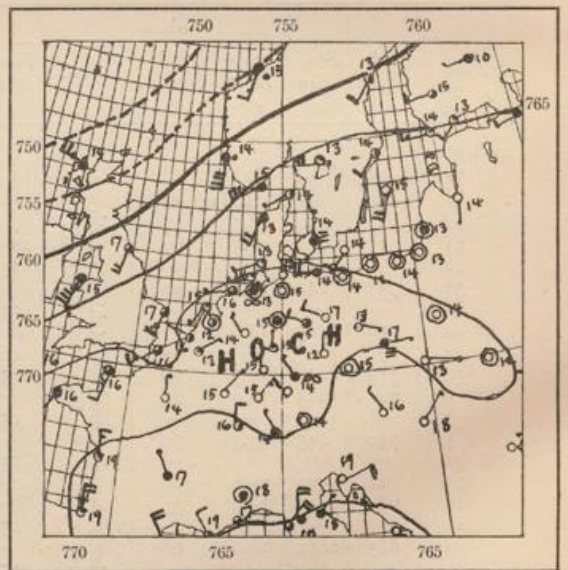
Wegen Uebereinanderlaufens der Registrirung im Einzelnen nicht auswerthbar.
Die extremen Werthe sind 1,2 m und 4,0 m p. s. Ganz unten Windstille.



27./28. September 1901.



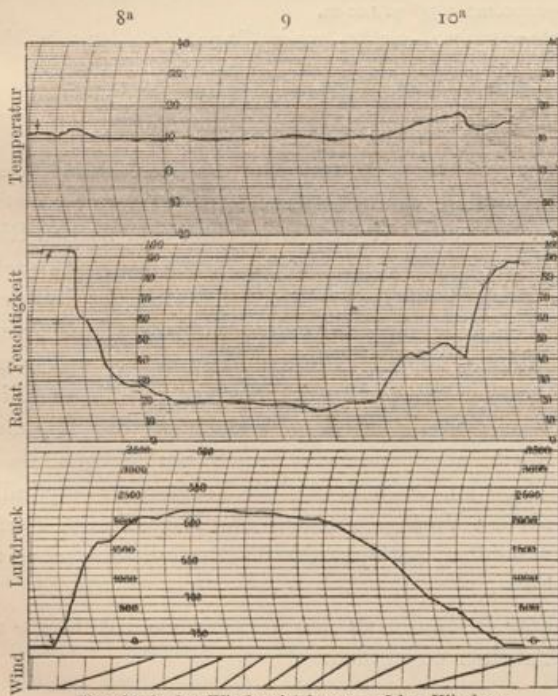
27./28. September 1901 (Fortsetzung).



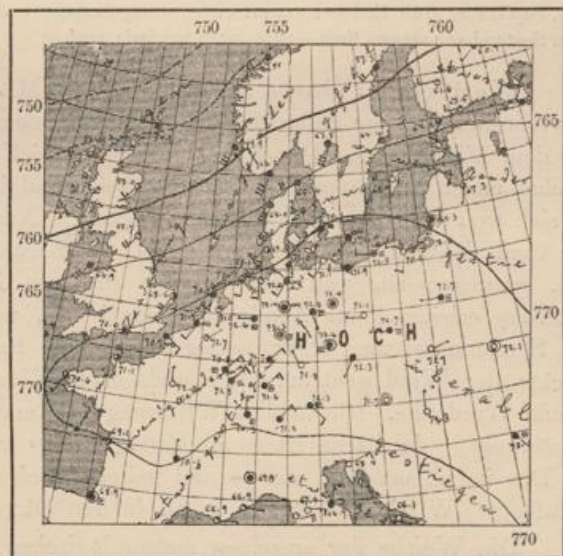
27. September 1901. SP.

No. 118.
Dritter Aufstieg
28. September 1901 (Morgen).
 4000 m Kabel.

Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten		Zeit	Luft- druck	See- höhe	oben			unten	
			Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.				Tempe- ratur	Rel. Feucht.	Wind	Tempe- ratur	Rel. Feucht.
h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰	h m	mm	m	C°	‰	m p. s.	C°	‰
7 17 ^a	769.5	40	Ballon auf			11.2	95	9 0 ^a	586	2310	10.0	20	5.0	—	—
37	Ballon verschwindet bereits in der Wolken-(Nebel-)Schicht														
40	739	380	10.8	95	2.4	—	—	20	596	2180	10.0	18	4.8	12.4	96
42	732	460	10.6	95		—	—	35	626	1770	10.2	20		5.0	—
43	715	655	11.8	87	W- od. SW-Wind.	—	—	37	—	—	—	—	3.6	12.8	97
45	Unten ganz schwacher W- od. SW-Wind.														
46	693	910	12.9	68	2.4	11.9	97	40	634	1660	9.9	28	1.8	—	—
50	650	1450	11.8	62		—	—	45	651	1440	11.0	37		—	—
52	631	1695	10.1	50	2.4	—	—	50	669	1220	12.6	44	14.0	—	—
55	625	1775	10.0	50		—	—	55	691	950	15.0	44		—	—
8 0	620	1840	10.0	34	2.4	12.0	97	10 0	704	790	15.7	47	1.8	14.0	90
5	600	2115	10.0	30		—	—	10	722	575	17.4	44		—	—
10	592	2230	9.2	30	3.4	—	—	12	732	460	17.5	43	1.8	14.0	89
19	Bewölkung 10 ⁹ (≡)														
20	587	2300	10.0	22	3.4	12.0	98	17	752	230	12.2	73	1.8	—	—
28	—	—	—	—		—	—	—	20	759	155	12.8		81	—
40	580	2400	9.6	21	5.0	—	—	25	—	—	—	—	1.8	—	—
50	—	—	—	—		—	12.4	98	30	769	40	—		—	—



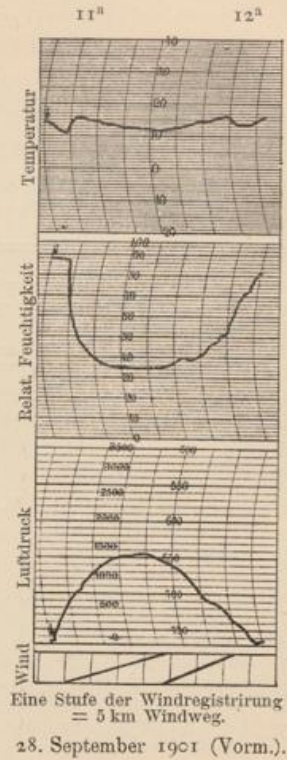
28. September 1901 (Morgen).



28. September 1901. 8^a. Isobaren.

No. 119.
Vierter Aufstieg.
28. September 1901 (Vormittag).
 1930 m Kabel.

Zeit	Luftdruck mm	See- höhe m	oben			unten	
			Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0	Wind m. p. s.	Tempe- ratur C°	Rel. Feucht. 0/0
10 51 ^a	770	40	Ballon auf			14.0	88
55	Ballon verschwindet bei 300 m in d. Wolken			—	—	13.7	88
58	725	545	11.1	88	—	—	—
11 0	720	600	13.0	75	—	—	—
3	702	815	16.1	50	2.2	—	—
10	672	1185	14.9	38		—	—
19	652	1430	12.5	35		—	—
20	—	—	—	—		14.5	86
29	648	1480	12.0	35	3.1	—	—
33	—	—	—	—		14.3	87
42	671	1190	13.0	39		—	—
43	—	—	—	—		14.3	87
52	713	675	15.7	45	3.1	—	—
57	—	—	—	—		14.8	85
59	729	485	16.2	50		—	—
12 0 ^a	735	415	14.0	55	—	—	—
	Ballon wird bei 330 m sichtbar			—	—	—	—
2 ^b	748	265	13.8	62	3.1	—	—
10	769	40	Ballon unten			14.7	86



Mittlere Temperatur-Abnahme:

1. 27. September mittags (z. Zeit des Wärmemaximums unten) Erde—2000 m: 0.74⁰ p. 100 m.
2. 27./28. September nachts (z. Zeit des Wärmeminimums unten) Erde—1500 m: -0.06⁰ p. 100 m (Zunahme); Inversion bis ca. 800 m, darüber mässige Abnahme.
3. 28. September früh Erde—2400 m: 0.07⁰, unregelmässig und mit der Zeit wechselnd, vgl. weiter unten.
4. 28. September mittags Erde—1500 m: 0.19⁰, wie vorher.

Wetterlage: Grosse Anticyklone über Mitteleuropa, welche sich seit dem 26. rasch vom Westen her verbreitet hat; ein tiefes Minimum liegt über dem Ocean nördlich von Schottland, eine kleinere Depression über dem Mittelmeere. Unser Gebiet befindet sich am 27. September eigentlich in einer sehr flachen Rinne zwischen einem Maximum über Westfrankreich und der Biskaya-See und einem zweiten Kerne des Hochdruckes, der sich von Galizien nach Ungarn erstreckt. Am Abend desselben Tages jedoch hat sich der Luftdruck über Centraleuropa ausgeglichen, indem das Barometer auch über den Gegenden, wo jene Rinne gelegen hatte, gestiegen ist, und wir befinden uns nun im Maximum selber. Die am Tage ruhige und warme Witterung erleidet keine Aenderung, nur ist es, wie bei solcher Wetterlage im Herbste naheliegend, bald nach Sonnenuntergang stark neblig geworden. Berlin ist ein wenig an den Nordabhang des Minimums gerückt; der Wind geht am 27. abends nach W herum, bleibt aber äusserst schwach, am Morgen des 28. herrscht Windstille. Die neblige Witterung hält auch am Tage an, weshalb nun die Temperatur empfindlich heruntergeht — in Berlin ist es zu Mittag um 7⁰ kühler als am Vortage —; erst am Nachmittage klart es auf. Das im allgemeinen warme und heitere, doch vielfach neblige, anticyklonale Wetter mit schwachen und umlaufenden Winden dauerte noch bis in den Oktober hinein.

Die Werthe der einzelnen meteorologischen Elemente in Berlin zu den verschiedenen Anfangs- und Endzeiten der vier Aufstiege sind aus den vorstehenden Tabellen ersichtlich.

Da sich der Registrirapparat des Ballons mehr als 26 Stunden hindurch fast ohne Unterbrechung in der Luft befand, so müsste sich die Erörterung der Ergebnisse nicht nur auf den Querschnitt in der Senkrechten erstrecken, sondern auch auf die zeitliche Aenderung der Elemente in allen Höhenlagen: natürlich das letztere in den bescheidenen Grenzen, die der Untersuchung durch die Lückenhaftigkeit solcher Aufzeichnungen gesteckt sind, da der Apparat für eine bestimmte Zeit die Werthe nur aus einer Höhenlage herabbringt. Ihre Zahl wird aber dadurch weiter eingeschränkt, dass wir uns damals noch nicht der später möglichst eingehaltenen Methode befeisigten, während des ganzen Aufstieges die Höhe von Ballon oder Drachen absichtlich in Intervallen von wenigen Minuten hin und her zu wechseln, um eine ganze Reihe von Quer-

schnitten zu erhalten, sondern meist das Instrument längere Zeit in der Maximalhöhe oder ein paar Stufen tiefer schreiben liessen und hierauf mit entsprechenden Pausen ganz einholen.

Die Vertheilung in der Vertikalen ist eine der Lage durchaus entsprechende. Der thermische Gradient ist im allgemeinen ein geringer und erreichte nur einen höheren Werth, als am ersten Tage bei heiterem Himmel eine beträchtliche Erhitzung der unteren Luftmassen eintrat. Um diese Zeit nähert er sich zwischen der Erde und etwa 800 m der Adiabate, um sie bei Eintritt des Tagesmaximums fast völlig zu erreichen. Darüber und bis 2000 m ist das Gefälle ein ziemlich schwaches, etwa 0.55° p. 100 m, besonders in dem mittleren Theile dieser ganzen Zone, ohne dass sich hier noch eigentliche Stabilitätsschichten finden: es ist alles ein Produkt von länger anhaltenden Mischungen aus den absteigenden Luftströmen der Anticyklone und dem Aufsteigen während des Tages infolge Auflockerung am Boden. Die äusserst gleichmässige relative Feuchtigkeit, welche nur zwischen 46 und 58% schwankt, ohne einen deutlichen vertikalen Gang in irgend einem Sinne aufzuweisen, zeigt gleichfalls, dass es nicht Luft von konstantem Mischungsverhältniss war, welche sich in einer Richtung, sei es auf- oder abwärts, bewegte, sondern dass Mischungen von Massen verschiedener Herkunft und daraus hervorgegangene Schichtungen vorlagen. Auch die Windgeschwindigkeit lässt keine ausgesprochene Vertheilung in der Senkrechten erkennen. Doch ist zuerst eine mässige Zunahme wahrnehmbar mit einem Maximum bei 1300 m von etwa 4 m p. s. am Vormittag, 5 am Nachmittag und Wiederabnahme darüber auf 2–3 m p. s.: eine Erscheinung die nur bei anticyklonischem Regime auftritt. Die Rechtsdrehung nach oben ist stark, die Richtung jedoch sehr schwankend: bis Mittag herrscht unten leichter Zug aus S bis SSE, oben aber SW- bis W-Wind; am Abend dringt der Westwind bis unten durch.

Die Aenderung der Verhältnisse zur Nacht und während derselben ist eine äusserst regelmässige und der Wetterlage entsprechende. Während von etwa 800 m bis 1520 m (der Nachtaufstieg reichte nicht höher) der Zustand sich sehr wenig ändert — das thermische Gefälle wird etwas stärker, reichlich 0.6° p. 100 m, und die Feuchtigkeit nimmt um $10-15\%$ zu —, tritt zwischen der Erde und dieser Höhe eine völlige Umkehrung der Verhältnisse ein. Bereits um 6^p beginnt durch Ausstrahlung vom Erdboden sich über diesem eine Inversionsschicht zu bilden: am Abend liegt die höchste Temperatur bei rund 100 m relativer Höhe und alsbald setzt die für Jahreszeit und Wetterlage charakteristische Bildung von Bodennebel ein. Am Morgen aber reicht die Temperatur-Umkehr bis mehr als 800 m Höhe und bei 840 m werden um 4 Uhr früh 14.2° als Maximum der ganzen Luftsäule gemessen, während es auf der Erde um 4 bis 5° kälter ist und hier die gleiche Temperatur wie in 1500 m beobachtet wurde; der Hauptbetrag der Inversion findet sich zwischen 200 und 300 m (Seehöhe), wo die Zunahme $3\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt, während darunter und darüber fast Isothermie herrscht. Diese Höhe von 200–300, später 300–400 m ist auch diejenige, wo der Ballon »im Nebel verschwand«, bezw. beim Einholen wieder sichtbar wurde. Dies ist nun natürlich nicht etwa so zu verstehen, als ob er da erst in den Nebel eintrat: der letztere begann vielmehr schon nahe dem Erdboden. Es ist im Gegentheile wahrscheinlich, dass er sich hier bereits nahe der oberen Nebelgrenze befand: nur hatte erst in dieser Höhe die nun 200 m und mehr mächtige Schicht die genügende Dicke, um ihn den Augen zu entziehen. Jene vorher erwähnte rapide Temperatur-Zunahme wäre innerhalb des Nebels kaum denkbar und fand sich wohl erst in einer Sprungschicht, wo der Nebel aufhörte, mit dessen oberer Grenze sich vertikal verschiebend. In welcher Weise der Vorgang stattfindet, wie Bodenabkühlung, Nebelbildung und Temperatur-Inversion darüber zusammenhängen, sind in der Meteorologie vielfach untersuchte und wohlbekanntere Fragen, auf die wir nicht näher einzugehen brauchen. Die Feuchtigkeits- und Windaufzeichnungen während der Nacht bieten nichts Auffälliges.

Wie in der Besprechung der Wetterlage erwähnt, hielt der Nebel noch während der beiden Tagesaufstiege am 28., die bis Mittag dauerten, an. Jetzt wurde der Ballon, wie notirt wird, bei ca. 350 m unsichtbar; die obere Nebelgrenze dürfte sich aber bis etwa 400–500 m gehoben haben, denn zwischen Erdboden und 460 m herrscht Isothermie und erst dann tritt Zunahme der Temperatur um $2\frac{1}{2}^{\circ}$ ein: das Maximum liegt, ähnlich wie früher, in einer Erhebung von 900 m. Auch die Feuchtigkeit beginnt erst über 460 m von ihrem Stande bei 95% , der also etwa der Sättigung entspricht, zu sinken. Sie erreicht aber nicht bei 910 m mit dem Temperaturmaximum ihr Minimum, sondern nimmt noch weiter ab und die grösste Trockenheit von 20% und weniger findet sich erst in den grössten Höhen von 2000 m und darüber. Diese ganze Schicht von 900 bis 2400 m ist aber auch nahezu gleichmässig temperirt: die durchschnittliche Abnahme beträgt nur 0.22° p. 100 m und insbesondere im obersten Theile, zwischen 1700 und 2400 m herrscht völlige Isothermie. Die Temperatur beträgt hier durchweg rund 10° , mit Schwankungen von kaum $\frac{1}{2}^{\circ}$, und damit nur 2° weniger als 2400 m tiefer gleichzeitig auf der Erde! Es sind dies stabile Verhältnisse, welche allerdings die eingetretene, längere Zeit währende Vorherrschaft der Anticyklone wahrscheinlich

machen. An und für sich ist die Temperatur von 10^0 bei 2400 m, also eine potentielle Temperatur von $33-34^0$ eine sehr hohe; bei der vorgerückten Jahreszeit konnte die Erwärmung unten nicht mehr einen Betrag erreichen, welcher bei diesem bedeutenden Wärmegehalt der höheren Luftschichten die Stabilität des Gleichgewichtes irgendwie hätte in Frage stellen können. — Die Windgeschwindigkeit zeigt auch jetzt nur sehr geringe Zunahme, bis auf $3\frac{1}{2}-4$ m p. s. über 2000 m Höhe; das scheinbare später eintretende Auffrischen auf 5 m rührt nur von der künstlichen Steigerung durch das rasche Einholen des Ballons her. Auch bei 1800 m werden jetzt 5 m, ähnlich noch tiefer um ca. $1-1\frac{1}{2}$ m p. s. mehr registriert als beim Auslassen.

Im ferneren Verlaufe tritt eine weitere und plötzliche, merkwürdige Temperatursteigerung über dem Nebel ein. Weniger auffällig ist die Thatsache, dass auch die Höhe der Zone, in welcher das Maximum sich nun findet, stark verschoben erscheint: anstatt bei 800—900 liegt es nun in 460 m. Denn solche Verlagerungen hängen offenbar mit Verschiebungen in der Entwicklung des Nebels, seinem Verdunsten und Autsaugen durch Sonnenwirkung an der oberen Grenze u. s. w. zusammen, also Vorgängen, für deren quantitative Bestimmung wir noch keine Grundlagen besitzen. Aber die Steigerung der Temperatur selber, die, von der Erwärmung am Erdboden völlig unabhängig — die betreffende Luftschicht ist ja von der Erde dauernd durch die viel kälteren nebelerfüllten Massen getrennt —, absolut gemessen mehr als 4^0 , für dieselbe Höhenzone von 460 m aber 7^0 beträgt (von 10.6 auf 17.5 0), ist sehr auffällig. Ob hier nur eine so starke Wirkung der Reflexion der Sonnenstrahlung von der oberen Nebelgrenze vorliegt, die ja um $10\frac{1}{4}$ Uhr viel erheblicher sein wird als um $7\frac{1}{2}$ morgens bei einer Sonnenhöhe von wenig über 10 Graden, oder andere, auf Verschiebungen des Maximums beruhende Vorgänge in Frage kommen, lässt sich mit Sicherheit nicht bestimmen. Auch beim vierten kurzdauernden Aufstiege wurde noch nahezu dieselbe hohe Maximaltemperatur vorgefunden — etwas über 16^0 — aber in sehr schwankender Höhe: beim Hinaufgehen um 11 Uhr in der gleichen Höhe, wie in der ganzen Nacht vorher, d. h. bei 800 m, eine Stunde später aber beim Einholen wieder zwischen 400 und 500 m, wie am Ende des 3. Aufstieges. Es sind dies rapide Schwankungen, die wie gesagt nur mit Verschiebungen in der Höhenlage der Nebelgrenze zusammenhängen können.

Dass allerdings die besprochene plötzliche Erwärmung der Luftmassen bei 500—800 m nur auf Reflexionswirkung zurückzuführen ist, nicht aber auf allgemeinere Ursachen, wird durch ihre lokale Beschränkung wahrscheinlich. Bereits in Höhen von 1400—1500 m ist von der Aenderung nichts zu sehen; hier waren die Temperaturen:

um 7.50 h bei 1450 m 11.8 0 ,
 » 9.45 » 1440 » 11.0 0 ,
 » 11.29 » 1480 » 12.0 0 ,

und bereits am Vortage um 2 h bei 1460 m 12.2, in der Nacht aber als Minimum $10\frac{1}{2}-11^0$. Demnach treten hier nur ganz geringfügige und ziemlich regellose Schwankungen auf, mit einer sehr undeutlichen und schwach ausgeprägten täglichen Periode.

Auch gegen Mittag des 2. Tages (4ter Aufstieg) herrscht oben die grösste Trockenheit bei (1500 m 35 %) und sehr geringe, mit der Höhe sich fast nicht ändernde Windgeschwindigkeit.

Ueber die prognostische Deutung des vorgefundenen, im ganzen Gange von Temperatur, Wasserdampfgehalt und Windgeschwindigkeit grosse Stabilität zeigenden Zustandes haben wir uns schon oben ausgesprochen. Dagegen muss hier auf die sehr interessante Verfolgung des periodischen Ganges der einzelnen Elemente, insbesondere der Temperatur, verzichtet werden, inwiefern darüber nicht schon im Vorstehenden Einiges bemerkt ist. Eine solche nähere Erörterung würde ohne graphische Darstellung nicht übersichtlich sein; eine Reproduktion der Thermo-Isoplethen aber, die wir für diese Serie von Aufstiegen entworfen hatten — in genauer Anlehnung an die für den 13. Juni und 31. Juli bis 1. August 1901 gegebenen —, war aus äusseren Gründen vor Drucklegung dieser Publikation nicht mehr ausführbar. Dieselben zeigen in sehr anschaulicher Weise die in den vorstehenden Ausführungen geschilderten Verhältnisse und lassen im Einzelnen sowohl die strenge Periodicität des Ganges in den unteren Schichten, wie auch die eigenthümlichen Aenderungen am Vormittage des zweiten Tages: die plötzliche und unregelmässig sich verschiebende Erwärmung bei 400—1000 m und die Isothermie zwischen 1700—2400 m, klar hervortreten.

Nachtrag.

Der bei den vorbeschriebenen Aufstiegen von Registrierballons vielfach in Gebrauch genommene Barothermograph Assmann No. I (s. Beschreibung auf S. 42, Fig. 40) führte seinen ersten Probe-Aufstieg bei Gelegenheit der zweiten Tagung der Internationalen Aëronautischen Kommission in Paris aus, wo er am 14. und 19. September 1900 vom Gelände des Observatoire de la météorologie dynamique in Trappes aus zwei Auffahrten machte. Die Ergebnisse derselben seien hier, obwohl sie streng genommen nicht unter die Arbeiten des Aëronautischen Observatoriums zu zählen sind, kurz dargestellt.

Am 14. September lag ein Hochdruckgebiet über ganz West- und Nordwesteuropa, während sich im Norden eine Depression bei den Lofoten befand. Paris lag am südwestlichen Rande der Anticyklone und hatte warmes und heiteres Wetter bei schwachem Nordostwinde.

Mit einem Papierballon von 50 m³ Inhalt, der mit Wasserstoff gefüllt war, stieg der Apparat gemeinsam mit einem solchen Teisserenc de Bort's (No. 40) um 3^h 58^m p. m. bei heiterem und ziemlich ruhigem Wetter auf.

14. September 1900.

Registrierballon-Aufstieg in Trappes.

Papierballon Teisserenc de Bort's von 4.50 m Durchmesser (50 m³) H Füllung.

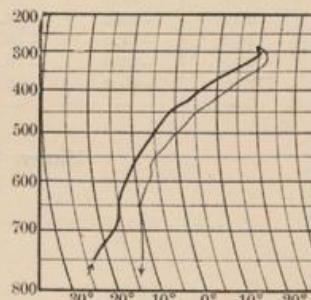
Neuer Barothermograph Assmann No. I ohne Uhrwerk für Ballon-sonde und Barothermograph Teisserenc de Bort No. 40.

Auf 3^h 58^m p. m.

Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Thermogr. Teisserenc de Bort's	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	Thermogr. Teisserenc de Bort's
	Aufstieg	Abstieg				Aufstieg	Abstieg		
mm	C°	C°	m		mm	C°	C°	m	
752	23.8	12.2	171	23.8	500	4.0	0.0	3540	3.8
720	20.0	11.0	485	—	480	2.2	- 2.0	3870	—
700	16.6	10.7	730	—	460	0.8	- 5.0	4215	—
680	15.6	10.3	980	—	440	0.0	- 7.5	4570	—
660	14.8	10.2	1230	—	420	- 2.2	- 9.5	4940	—
640	14.5	9.9	1485	—	400	- 6.4	-12.7	5340	- 6.0
620	13.8	9.0	1755	—	380	- 8.7	-15.5	5730	—
600	12.8	7.2	2035	11.0	360	-11.6	-18.0	6130	—
580	11.5	6.0	2315	—	340	-15.0	-21.0	6540	—
560	10.0	5.4	2615	—	320	-19.2	-23.0	6960	-18.0
540	8.0	4.0	2910	—	300	-20.0	-22.0	7400	—
520	6.0	2.0	3220	—	290	-20.0	—	7600	—

Mittlere Temperatur-Abnahme:

Erde—730 m = 1.29° p. 100 m.
 730—2035 » = 0.32° » » »
 2035—3870 » = 0.58° » » »
 3870—4570 » = 0.32° » » »
 4570—6960 » = 0.80° » » »
 6960—7600 » = 0.13° » » »



Apparat Assmann No. 1.

Man erkennt den Gang der Temperatur-Abnahme mit der Erhebung aus den am Fusse der Tabelle angegebenen Werthen, denen zufolge auf eine den adiabatischen Grenzwert übersteigende bis zu 730 m Höhe eine sehr geringe Abnahme (0.32°) bis 2000 m, darüber bis zu 3900 m eine etwas stärkere (0.58°), darauf wieder eine schwächere (0.32°) bis 4600 m folgt; zwischen 4600 und 7000 m aber wird der thermische Gradient sehr gross (0.80° p. 100 m); die obersten Werthe dürften durch Sonnenstrahlung gefälscht sein.

Nach Kilometerschichten ergibt sich folgendes Bild:

	171 m	1 km	2	3	4	5	6	7
	23.80	15.5	13.0	7.2	0.7	-3.0	-10.6	-19.3
Änderung pro 1 km	-10.00	-2.5	-5.8	-6.5	-3.7	-7.6	-8.7	

Die Einlagerung von warmen Schichten zwischen solche stärkerer Temperatur-Abnahme, die wohl einem dynamischen Vorgange bei dem Niedersinken anticyklonaler Luft ihre Entstehung verdanken dürften, gab der Witterung einen stabilen Charakter und verhinderte trotz des in Folge der Bodenüberhitzung in der untersten Schicht vorhandenen labilen Gleichgewichtes stärkere aufsteigende Luftbewegungen.

19. September 1900.

Ballon-sonde des Prof. Hergesell.

Trappes 11^h 37^m a. m.

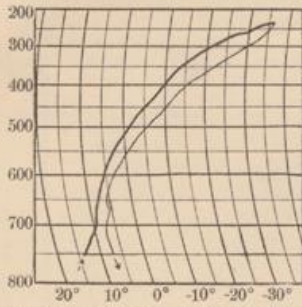
(Seide gefirnisset mit Ballonet nach Assmann, ca. 200 cbm).

Neuer Apparat für Ballon-sonde nach Assmann No. 1 und 2 Barothermographen Teisserenc de Bort's (No. 42 und 21).

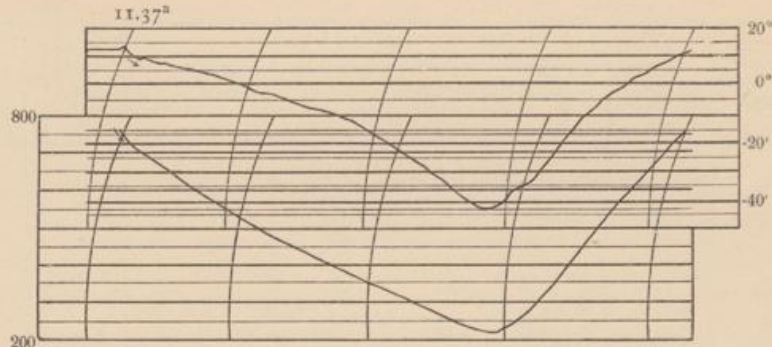
Zeit	Apparat I Assmann				Apparate Teisserenc de Bort		
	Luftdruck	Temperatur		Seehöhe	No. 21	No. 42	
		Aufstieg	Abstieg				Temperatur	Temperatur
h m	mm	C°	C°	m	C°	C°	
11 37 ^a	752	13.2	7.0	171	13.2	13.2	
	740	12.8	7.0	285	12.6	12.3	
	730	12.0	7.0	400	11.5	11.0	
	720	11.2	7.0	515	10.6	10.2	
	710	10.0	7.0	632	9.5	9.0	
	700	9.4	6.5	749	8.8	8.4	
	680	9.0	5.8	990	7.2	7.5	
	660	8.0	5.2	1238	6.2	6.6	
	640	7.2	5.0	1491	5.0	5.7	
	620	6.4	4.0	1752	4.1	4.9	
	600	5.8	2.8	2021	2.9	3.5	
	580	4.9	1.2	2298	1.7	1.8	
	560	3.8	0.0	2585	0.2	-0.4	
	540	2.0	-2.0	2880	-1.4	-2.6	
	520	0.3	-4.2	3184	-2.9	-4.0	
	500	-1.8	-5.7	3498	-4.7	-5.7	
	480	-2.8	-7.5	3823	-5.9	-7.0	
	460	-4.2	-9.6	4160	-7.3	-8.0	
	440	-6.3	-12.0	4510	-9.0	-10.0	
	420	-8.2	-14.0	4873	-10.7	-12.0	
	400	-10.0	-16.0	5253	-12.2	-14.2	
	380	-11.8	-18.0	5650	-14.8	-17.2	
	360	-13.5	-21.0	6065	-17.4	-21.5	
	340	-17.0	-26.0	6499	-21.5	-21.7	
	320	-19.7	-28.3	6953	-25.0	-23.0	
	300	-22.0	-30.0	7432	-27.3	-26.9	
	280	-26.0	-33.0	7937	-31.0	-31.0	
	260	-29.0	-35.0	8470	-36.1	-35.5	
	250	-31.0	-36.0	8750	-38.7	-39.2	
	240	-32.0	-36.0	9040	-41.0	-43.5	
	230	-36.0	-36.0	9385	-43.0	-45.2	
	—	—	—	—	9624	-44.0	9740
							-45.6

Mittlere Temperatur-Abnahme p. 100 m

- Erde-632 m = 0.70°
- 632-2298 » = 0.32°
- 2298-3498 » = 0.56°
- 3498-6065 » = 0.45°
- 6065-9335 » = 0.69°



Barothermograph Assmann No. I.



Barothermograph Teisserenc de Bort No. 21.

Die Wetterlage war am 19. September eine wesentlich cyclonale, insofern als eine Rinne verhältnissmässig niedrigen Luftdrucks vom Nordmeere bis nach dem Mittelmeere reichte, während über dem Kanal und über dem südwestlichen Russland Hochdruckgebiete lagen.

In Paris hatte es in den letzten Tagen wiederholt geregnet und der Himmel war am 19. September wolkig, der Wind NNW und schwach. 11^h 37 a. m. wurde ein von Prof. Hergesell mitgebrachter gefirnisster Seidenballon mit Ballonet aufgelassen, der in einem gemeinschaftlichen, mit Silberpapier bespannten Körbchen drei Apparate trug, von denen zwei solche waren, wie sie in Trappes verwendet worden und der dritte, der von seiner ersten Fahrt am 14. September unversehrt zurückgekommene neue Barothermograph Assmann ohne Uhrwerk. Von den hierbei registrirten Kurven seien zwei wiedergegeben, während in der Tabelle auch die des dritten Apparates ausgewerthet worden ist.

Legt man die Registrirungen des Assmann'schen Apparates zu Grunde, so ergibt sich eine bis zur unteren Wolkgrenze reichende, ziemlich starke Abnahme von 0.70° p. 100 m, in den Wolken selbst eine beträchtlich schwächere (0.32°); darüber folgte ein abermals stärkeres Temperaturgefälle, über welchem wieder ein schwächeres eintrat, das vielleicht einer höheren Wolkenschicht entsprach, deren Vorhandensein festgestellt worden war. Ueber 6000 m wuchs die Temperaturabnahme abermals beträchtlich (0.69° p. 100 m).

Nach Kilometerschichten ergibt sich folgendes Bild:

	171 m	1 km	2	3	4	5	6	7	8	9
	13.2°	9.0	5.7	1.1	-3.5	-8.9	-13.6	-20.0	-26.6	-32.8
Aenderung auf 1 km		-5.17°	-3.3	-4.6	-4.6	-5.4	-4.7	-6.4	-6.6	-6.2

Die Apparate Teisserenc de Bort's geben sowohl unter einander, als auch von dem Assmann'schen Barothermographen nicht unwesentlich abweichende, und zwar allgemein niedrigere Werthe. Da die Differenzen gegen den letztgenannten Apparat ganz regelmässig mit der Erhebung zunehmen — bei 1 km betragen sie 2°, bei 2 km 3°, bei 6 km 4°, bei 7 km 5°, bei 8 km 6° und bei 9 km 8° — so dürfte wohl eine grössere Trägheit des erheblich grösseren Bourdon-Rohres und eine stärkere Strahlungsbeeinflussung des Assmann'schen Apparates als Grund anzusehen sein. Der andere Apparat Teisserenc de Bort's (No. 42) aber gab Werthe, die bei 3 km um 1°, bei 5 km um 2°, bei 6 km um 4° niedriger, bei 7 und 8 km aber um 2° höher waren als die von No. 21. Die Angaben der Maximalhöhen differirten bei den drei in demselben Korbe befindlichen Apparaten um 298 und 116 m, die niedrigsten Temperaturen um 8.0° und 1.6°.

Assmann.

Uebersicht der Aufstiege und Freifahrten.

Nummer	Datum	Art des Aufstieges	Dauer des Aufstieges		Kabel- länge	Maximal- höhe	Tiefste Temperatur	Mittlere Richtung	Ent- fernung	Mittlere Geschwin- digkeit
			h	m						
1899										
1	1. 10.	Drachen-Ballon mit Drachen	4	12	2600	1090	8.0			
2	3. 10.	Bemannter Ballon	5	19	—	6625	-28.1	N 74° E	375	19.6
3	3. 10.	»	3	0	—	2393	-1.6	N 88° E	178	16.5
4	5. 10.	Drachen-Ballon mit Drachen	2	43	1400	630	10.9			
5	13. 10.	Drachen-Aufstieg	3	19	3000	1480	1.5			
6	4. 11.	»	3	31	3000	1115	13.1			
1900										
7	11. 4.	Drachen-Aufstieg	3	8	800	570	6.0			
8	12. 4.	»	3	35	3000	1880	-0.3			
9	21. 4.	Registrier-Ballon	2	4	—	7955	-25.0	S 25° E	46	6.2
10	11. 5.	Drachen-Ballon	5	40	1000	1040	-1.0			
11	12. 5.	Registrier-Ballon	2	1	—	5818	-29.0	S 71° E	86	12.0
12	12. 5.	Bemannter Ballon	8	38	—	4650	-27.4	S 70° E	248	8.0
13	31. 5.	Drachen-Aufstieg	1	6	1230	670	9.7			
14	1. 6.	»	5	54	2900	1260	11.7			
15	5. 6.	»	0	39	500	380	23.9			
16	7. 6.	»	1	20	ca. 800	500	18.4			
17	9. 6.	»	1	45	1630	800	8.8			
18	19. 6.	Drachen-Ballon	2	45	1000	846	10.4			
19	20. 6.	»	1	46	1300	1089	10.2			
20	20. 6.	»	1	56	1000	843	12.5			
21	21. 6.	Drachen-Aufstieg	0	48	ca. 1700	724	11.0			
22	25. 6.	Drachen-Ballon	1	40	2500	1219	8.9			
23	26. 6.	Drachen-Aufstieg	0	38	800	692	9.5			
24	27. 6.	»	0	47	1125	645	11.2			
25	28. 6.	»	3	49	1900	557	10.5			
26	3. 7.	»	1	40	1400	822	17.6			
27	7. 7.	»	5	20	4600	2192	-1.1			
28	9. 7.	»	2	33	2300	1393	2.0			
29	11. 7.	Drachen-Ballon	4	29	1300	1323	5.5			
30	11./12. 7.	»	9	32	800	704	11.2			
31	14. 7.	»	2	12	900	645	14.4			
32	26. 7.	Drachen-Aufstieg	4	19	7010	4255	-1.0			
33	24. 9.	Registrier-Ballon	1	52	—	6882	-11.0	N 40° E	52	7.7
34	27. 9.	Drachen-Aufstieg	0	39	460	285	16.0			
35	11. 10.	»	0	33	410	245	10.0			
36	31. 10.	»	4	00	1520	1013	1.6			
37	3. 11.	»	2	19	2250	1115	-1.0			
38	8. 11.	Registrier-Ballon	2	15	—	8005	-36.0	N 35° E	120	14.9
39	8. 11.	Bemannter Ballon	8	46	—	5920	-21.9	N 53° E	330	10.5
40	14. 11.	Drachen-Aufstieg	3	46	1500	735	2.0			
41	6. 12.	Registrier-Ballon	ca. 0	53	—	2840	-6.0	N 9° W	13	ca. 4.5
42	6. 12.	»	ca. 0	40	—	2865	-8.3	N 45° W	10	ca. 4.0
43	14. 12.	Drachen-Aufstieg	2	20	2000	1012	0.0			
44	22. 12.	Bemannter Ballon	6	41	—	6447	-41.0	N 88° E	395	16.4
45	22. 12.	Drachen-Aufstieg	5	2	1500	952	-1.8			
1901										
46	10. 1.	Registrier-Ballon	1	4	—	7841	-37.5	N 1 1/2° W	53	13.8
47	10. 1.	»	ca. 1	30	—	7058	-30.0	N 3° E	72	13.3
48	10. 1.	Bemannter Ballon	13	46	—	3135	ca. -4.0	N 1° W	476	9.6
49	7. 2.	Registrier-Ballon	2	9	—	9490	-56.5	S 21° E	37	4.8
50	7. 2.	»	ca. 2	30	—	ca. 5000	?	S 33° E	19	ca. 2.0
51	9. 2.	Drachen-Aufstieg	1	52	1500	1018	-4.2			

Nummer	Datum	Art des Aufstieges	Dauer des Aufstieges		Kabel- länge	Maximal- höhe	Tiefste Temperatur	Mittlere Richtung	Ent- fernung	Mittlere Geschwin- digkeit
			h	m							m	C°	km	km	m p. s.
1901										
52	11. 2.	Drachen-Aufstieg	1	39	700	370	- 5.4			
53	14. 2.	Registrier-Ballon	ca. 0	11	—	860	-11.0	SSE	45	ca. 6.5
54	26. 2.	Drachen-Ballon	1	11	500	367	1.0			
55	6./7. 3.	Drachen-Aufstieg	12	0	4200	1865	- 7.6			
56	7. 3.	Registrier-Ballon	0	47	—	3230	-12.5	N 37° E	37	13.1
57	7. 3.	»			nicht registriert			N 59° E	17.5	?
58	7. 3.	»	?		—	3256	-15.4	N 55° E	45	?
59	12. 3.	»	?		—	4170	- 9.3	E	?	?
60	10. 4.	»	3	8	—	13125	-44.5	N 59° E	360	31.9
61	12. 4.	Drachen-Aufstieg	0	30	500	413	6.2			
62	13. 4.	»	0	49	800	556	2.3			
63	18./19. 4.	Drachen-Ballon	9	52	1350	1095	- 1.7			
64	19. 4.	»	9	10	1350	1279	- 2.9			
65	19. 4.	Bemannter Ballon	9	23	—	5502	-25.5	S 24° E	270	8.0
66	19. 4.	Registrier-Ballon	3	19	—	2142	- 5.8	S 10° E	105	8.8
67	19. 4.	»	3	10	—	7578	-48.0	S 2° E	130	11.4
68	22. 4.	Drachen Ballon	3	19	1050	1040	4.4			
69	23. 4.	Drachen-Ballon mit Drachen	4	15	2000	1079	1.0			
70	24. 4.	Drachen Ballon	0	55	560	489	6.5			
71	7. 5.	»	0	54	915	763	9.7			
72	13./14. 5.	»	10	5	1500	1098	10.3			
73	14. 5.	»	7	58	1500	1208	10.1			
74	14. 5.	Registrier-Ballon	1	7	—	3954	- 7.5	S 67° W	33.5	8.4
75	14. 5.	»	2	17	—	7275	-24.0	S 45° W	72	8.5
76	14. 5.	»	1	11	—	3271	- 3.0	S 67° W	32	7.5
77	14. 5.	Bemannter Ballon	6	27	—	2095	1.4	S 71° W	118	5.1
78	12. 6.	Drachen-Aufstieg	2	14	1300	1087	5.0			
79	12./13. 6.	Drachen-Ballon	4	59	1200	815	6.5			
80	13. 6.	Registrier-Ballon	?		—	2995	- 4.0	N 55° E	210	?
81	13. 6.	»	?		—	9315	-44.7	N 50° E	15	?
82	13. 6.	Drachen-Aufstieg	2	32	3750	1712	3.5			
83	19. 6.	Drachen-Ballon	7	41	1300	1136	7.2			
84	26. 6.	Drachen-Aufstieg	2	10	2200	750	4.8			
85	4. 7.	Registrier-Ballon	?		—	12375	- 6.1	S 18° E	43	?
86	4. 7.	Drachen-Ballon	2	31	1250	958	10.6			
87	4. 7.	Bemannter Ballon	8	58	—	4582	-10.1	S 12° W	190	5.9
88	11. 7.	Registrier-Ballon	1	49	—	12820	-60.0	S 46° W	91	14.0
89	11. 7.	Bemannter Ballon	9	25	—	7475	-22.0	S 47° W	550	16.2
90	31. 7.	Drachen-Ballon	9	1	2750	2120	9.0			
91	31. 7.	Registrier-Ballon			nicht registriert			S 66° E	34	?
92	31. 7.	»	1	42	—	17345	—	S 67° E	35.5	5.8
93	31. 7.	Bemannter Ballon	7	35	—	10800	-40.0	S 40° E	140	5.0
94	31. 7./1. 8.	Drachen-Ballon	10	22	2030	1580	11.4			
95	1. 8.	»	5	44	1980	1060	14.3			
96	1. 8.	Registrier-Ballon	?		—	13130	-54.4	N 70° W	34.5	?
97	5. 8.	Drachen-Ballon	0	34	1050	910	15.7			
98	5. 8.	»	2	42	1800	1236	12.1			
99	5. 8.	»	0	53	1000	568	17.0			
100	7. 8.	Registrier-Ballon	0	19	—	1028	9.5			
101	9. 8.	Drachen-Aufstieg	3	5	2000	1407	8.4			
102	12. 8.	»	2	21 ^{1/2}	1500	829	17.4			
103	17. 8.	»	3	21	2000	1248	7.6			
104	19. 8.	Drachen-Ballon	4	17 ^{1/2}	2730	2673	6.9			
105	20. 8.	Drachen-Aufstieg	3	52	3330	1798	0.4			
106	23. 8.	»	4	24	1460	1180	8.0			
107	24. 8.	»	4	?	3000	1966	1.7			
108	26. 8.	»	7	24	3600	2044	8.2			
109	27. 8.	»	1	47	1700	937	6.2			
110	28. 8.	»	2	8	7350	4088	- 5.6			
111	4. 9.	»	20	48	3500	1372	0.2			
112	5. 9.	Registrier-Ballon	1	6	—	3341	- 6.3	W	54	13.6
113	5. 9.	»	?		—			N 37° E	52	?
114	7. 9.	Drachen-Ballon	0	42	800	505	10.2			
115	7. 9.	Registrier-Ballon	?		—	nicht registriert		S 56° E	45	5.2
116	27. 9.	Drachen-Ballon	7	51	2700	1990	9.3			
117	27./28. 9.	»	12	44	1500	1520	10.0			
118	28. 9.	»	3	8	4000	2400	9.3			
119	28. 9.	»	1	19	1930	1480	12.0			

Nachtrag, 2 Registrierballons in Trappes.

1900										
14.	9.	Registrier-Ballon	—	—	—	7600	-20.0	?	?	?
19.	9.	»	—	—	—	9335	-36.0	?	?	?

Buchdruckerei A. W. Schade, Berlin N., Schulzendorfer Strasse No. 26.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Die Baulichkeiten und Einrichtungen des Observatoriums	1—20
Das aëronautische Material des Observatoriums	21—36
a) Der Drachenballon	21
b) Die Drachen	23
c) Die Registrir-Freiballons (Ballons-sondes)	27
Die Registrir-Apparate für Drachen, Drachenballons und Ballons-sondes	37—44
Die bemannten Freifahrten	44
Das Personal des Observatoriums	47
Der Dienst am Observatorium	49
Gutachten über die bei Kontakt von Ballondrähnen mit den Strassenbahnleitungen eintretenden Gefahren	53
Vorkehrungen, um die Sicherheit der Drachen-Experimente zu erhöhen	56
Der aëronautische Dienstbetrieb	61
Ergebnisse der in der Zeit vom 1. Oktober 1899 bis zum 1. Oktober 1901 ausgeführten Aufstiege (No. 1—119)	67—275
Nachtrag: 2 Registrirballons in Trappes	273
Uebersichtstabelle der einzelnen Aufstiege	276—277

Index

1. Introduction
2. The first part of the book
3. The second part of the book
4. The third part of the book
5. The fourth part of the book
6. The fifth part of the book
7. The sixth part of the book
8. The seventh part of the book
9. The eighth part of the book
10. The ninth part of the book
11. The tenth part of the book
12. The eleventh part of the book
13. The twelfth part of the book
14. The thirteenth part of the book
15. The fourteenth part of the book
16. The fifteenth part of the book
17. The sixteenth part of the book
18. The seventeenth part of the book
19. The eighteenth part of the book
20. The nineteenth part of the book
21. The twentieth part of the book
22. The twenty-first part of the book
23. The twenty-second part of the book
24. The twenty-third part of the book
25. The twenty-fourth part of the book
26. The twenty-fifth part of the book
27. The twenty-sixth part of the book
28. The twenty-seventh part of the book
29. The twenty-eighth part of the book
30. The twenty-ninth part of the book
31. The thirtieth part of the book
32. The thirty-first part of the book
33. The thirty-second part of the book
34. The thirty-third part of the book
35. The thirty-fourth part of the book
36. The thirty-fifth part of the book
37. The thirty-sixth part of the book
38. The thirty-seventh part of the book
39. The thirty-eighth part of the book
40. The thirty-ninth part of the book
41. The fortieth part of the book
42. The forty-first part of the book
43. The forty-second part of the book
44. The forty-third part of the book
45. The forty-fourth part of the book
46. The forty-fifth part of the book
47. The forty-sixth part of the book
48. The forty-seventh part of the book
49. The forty-eighth part of the book
50. The forty-ninth part of the book
51. The fiftieth part of the book

T, B8