Reichsamt für Wetterdienst

Erfahrungsberichte

Band Neudrucke

in 4 Teilen

Berlin 1937

Übersicht

Es enthält:

Teil 1: Erfahrungsberichte 1.Folge - 7.Folge Nr.16
Seiten 1 - 478

Teil 2: Erfahrungsberichte 7.Folge Nr.17 bis
9.Folge Nr.30
Seiten 479 - 944

Teil 3: Erfahrungsberichte 1. - 5. Sonderband
Seiten 1 - 641 und
Generalregister

Teil 4: Figuren zu Teil 1 - 3

Vorwort

Von den Erfahrungsberichten des Deutschen Flugwetterdienstes sind die Folgen 1 bis 8 schon seit langer Zeit vergriffen. Die Nachfrage nach einer Anzahl von Heften aus diesen Reihen ist jedoch immer noch sehr groß.

Einen vollständigen Neudruck aller bisher vorliegenden Folgen aufzulegen, erscheint nicht zweckmäßig, denn für einen gewissen Teil der alten Arbeiten besteht heute nur noch vermindertes Interesse.

Um aber die Verbindung mit den alten Bänden der Folge 1 bis 9 und den Sonderbänden 1 bis 5 möglichst enge zu gestalten, wurden außer den voll abgedruckten Arbeiten auch die Titel der weggelassenen in der ursprünglichen Reihenfolge mit wiedergegeben.

Es war dann umso notwendiger, dem Gesamtwerk ein umfassendes Register beizufügen, das gleichzeitig darüber Aufschluß gibt, ob und auf welcher Seite des Neudrucks eine in den ursprünglichen Berichten enthaltene Textstelle wiederzufinden ist.

Die Auswahl der wegzulassenden Arbeiten war nicht leicht. Es mußten natürlich alle Untersuchungen oder Darlegungen beibehalten werden, die für die Praxis des Flugwetterdienstes oder die meteorologische Wissenschaft auch künftig von Wert sein konnten. Aber auch bei Arbeiten rein organisatorischen Inhalts und Arbeiten, die durch die Forschungsergebnisse der nachfolgenden Jahre als überholt anzusehen waren, mußte geprüft werden, ob nicht ein gewisses historisches Interesse, hervorgerufen durch die außerordentlich rasche Entwicklung des Flugwetterdienstes, eine Wiederaufnahme rechtfertigen würde.

Ein besonderer Fall liegt vor bei allen Flugstrecken- und Meldestellenbeschreibungen. Obwohl gerade diese für den jungen Meteorologen, der die Eigenart des Flug-

wetterdienstes kennen lernen will, von besonderem Wert sind, wurden sie grundsätzlich vom Neudruck ausgeschlossen, da die Absicht besteht, sie in einer besonderen Sammlung neu aufzulegen.

Der Band "Neudruck" der Erfahrungsberichte erscheint in 4 Teilen, nämlich 3 Teilen, die nur Text enthalten und einem vierten Teil, der die Figuren zu allen Arbeiten zusammenfaßt. Die Trennung von Text und Figur war aus technischen Gründen notwendig. Die Unterbringung in einem besonderen Band gestattet die bequeme Benutzung der Figuren neben dem Text.

Den Abschluß des "Neudruck"-Bandes der Erfahrungsberichte im 3. Teil wird das oben erwähnte Register bilden, das alle 10 Bände umfaßt. Mit diesem Band schließen dann gleichzeitig die Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes ab, nachdem sie in 12 Jahren der Entwicklung dieses jüngsten Zweiges der angewandten Meteorologie ihre Aufgabe erfüllt haben, eine Sammelstelle für die praktischen Erfahrungen eines sich rasch entwickelnden Dienstes zu sein.

Reichsamt für Wetterdienst

Reichsamt für Wetterdienst

Erfahrungsberichte

Band Neudrucke

1. Teil

Berlin 1937

I. Titel der in Folge 1 bis 9 erschienenen Arbeiten mit Neudrucken

1. Folge.

Nr. 1: Dr. B e c k
Flugstrecke: Basel - Mannheim - Frankfurt.

Nr. 2: Dr. B e c k
Flugstrecke: Mannheim - Stuttgart.

Nr. 3: Dr. K l o c k e r
Flugstrecke mit dem Ausgangspunkt Stuttgart-Böblingen.

Nr. 4: Dr. W. M a l s c h
Flugstrecke: Baden-Baden - Villingen - Konstanz (Schwarzwaldlinie)

Nr. 5: Dr. W i e c h m a n n
Flugstrecke: Bremen - Ruhrgebiet.

Nr. 6: Dr. W. M a l s c h
Die Höhenwindverhältnisse von Karlsruhe. ←

Nr. 7: H.J. E n g e l m a n n
Flugstrecke: Gleiwitz - Breslau.

Nr. 8: Dr. E c k h a r d t
Bericht über einen Flug von Hannover nach Essen und zurück am 5. Mai 1927.

Nr. 9: H. E r n s t
Bericht über einen Flug am 2.August 1927 von

Breslau über Halle - Leipzig nach Berlin.

Nr.10: H. R ü h l
Bericht über einen Flug von Berlin nach Köln-Essen - Hannover - Hamburg am 27.bis 31.Mai 1927.

Nr.11: H. L o s s n i t z e r
Die von Erfurt ausgehenden Flugstrecken.

Nr.12: Dr. D i s s e l k a m p
Bericht über einen Flug von Essen nach Amsterdam und zurück am 25.August 1927.

Nr.13: Dipl.Ing. H. T r o e g e r
Bericht über die von Wien ausgehenden Flugstrecken.

Nr.14: Dr. Otto D i n k e l a c k e r
Die Flugstrecke Stuttgart - München.

Nr.15: Reg.Rat Dr. P u m m e r e r
Bericht über die Meldestellen Bielefeld,Bodenwerder, Hameln und Rinteln.

Nr.16: Reg.Rat Dr. P u m m e r e r
Bericht über einen Flug München-Erfurt-Hannover am 4.Oktober 1927,
Flugzeugführer Tischner.

Nr.17: Dr. H. P a e c h
Bericht über einen Flug Köln - Berlin am 1. Juli 1927.

Nr.18: Dr. N o t h
Bericht über den Besuch der Postämter Neu - Ruppin, Kyritz, Wittenberge, Ludwigslust, Schwerin und der Großfunkstelle Nauen.

Nr.19: H. H o l z e r
Bericht über einen Flug von München nach Fürth am 1.Dezember 1927.

Nr.20: Dr. H e b n e r
Bericht über den Besuch der Postämter auf der Strecke Berlin-Magdeburg und Berlin - Hannover.

Nr.21: Dr. W ö r n e r
Bericht über die Meldestellen Vienenburg, Halberstadt, Hettstedt.

Nr.22: Dr. H. H o l z e r
Flugstrecke: München - Innsbruck.

Nr.23: Dr. W ö r n e r
Erfahrungsbericht über einen Flug Hannover-Berlin am 23.12.27.

Nr.24: Dr. K. K e i l
Sichtverhältnisse und Windrichtung. ←

Nr.25: Dr. E. H e b n e r
Bericht über die Gefährdung von Flugzeugen durch Eisansatz.

Der Eisansatz an Flugzeugen ist zwar eine relativ seltene Gefahrenquelle für den Luftverkehr, doch hat es sich gerade in den letzten Wochen etwas häufiger ereignet, daß Flüge hierdurch gestört wurden. Bei der Voraussage hat man in einigen Fällen die Gefahr überschätzt,in anderen Fällen ihr aber zu wenig Bedeutung beigemessen. Ich möchte deshalb meine Erfahrungen hier mitteilen,die- was verständlich sein dürfte - noch nicht als abgeschlossenes Ganzes gelten können.

Schon seit langem ist bekannt, daß die im Laboratorium leicht zu erzielende Unterkühlung häufig auch in der Natur vorkommt, und zwar bis zu recht tiefen Kältegraden. So sind beispielsweise in Grönland unterkühlte Nebeltröpfchen bis zu -16 Grad beobachtet worden. Wenn ein Flugzeug durch unterkühlten Nebel fliegt, so schlagen sich alle Nebeltröpfchen, die es trifft, als Eis auf dem Propeller und den Flächen nieder. Die Gefahr liegt nun zunächst weniger in dem Gewicht des auf den Flächen lastenden Eises, als darin, daß der Eisansatz genau wie der Ansatz von Rauhreif sehr ungleichmäßig erfolgt. Dadurch werden die aerodynamischen Verhältnisse des Flugzeuges geändert, der Propeller arbeitet ungleichmäßig und macht immer weniger Touren, und die Maschine rea -

giert nicht mehr in gewohnter Weise auf das Steuer. Schließlich wird natürlich auch das Gewicht des Eises so groß, daß die Maschine nicht mehr zu halten ist und eine Notlandung vorgenommen werden muß. Günstigenfalls dürfte es möglich sein, etwa 150 km weit durch unterkühlten Nebel zu fliegen, normalerweise muß aber schon nach 20-50 km Flugstrecke eine Notlandung vorgenommen werden. Als günstigster Fall ist mir aus meiner Praxis der Flug einer Maschine des Reichsverkehrsministeriums im Winter 1925/26 von Hamburg nach Berlin in Erinnerung. Damals herrschte leichter Mischungsnebel mit einer durchschnittlichen Sichtweite von 2 km. In 200 m Höhe lag eine geschlossene Wolkendecke. Es war ein Wetter, bei dem, wenn man die günstigen orographischen Verhältnisse in Betracht zieht, der Flug gefahrlos gewesen wäre. Die Notlandung mußte nahe bei Wittenberge, also 120 km vom Startplatz entfernt, vorgenommen werden.

Wann kommt nun Unterkühlung vor? Die Antwort ist einfach: Es gibt im Winter fast immer und bei fast jeder Wetterlage unterkühlte Schichten. Diese wenig erfreuliche Feststellung ist jedoch im allgemeinen ohne jeden Einfluß auf die Verkehrssicherheit, denn zur Zeit spielt sich unser Luftverkehr noch in verhältnismäßig geringen Höhen außerhalb der Wolkenschichten ab. Die Vereisungsgefahr gewinnt erhöhte Bedeutung, wenn wir einmal imstande sein werden, ohne jede Erdsicht in den Wolken zu fliegen. Auch dann dürfte es meist leicht möglich sein, der Gefahr dadurch zu begegnen, daß man die im allgemeinen nur wenig mächtigen unterkühlten Schichten verläßt. Ist es möglich, Luftschichten aufzusuchen, deren Temperatur über 0 Grad liegt, so ist der Eisansatz ebenso rasch verschwunden, wie er sich gebildet hat. Infolge der günstigen Formengebung unserer Flugzeuge können sich ja kaum Reibungswirbel bilden; auch ist die Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums recht groß. Andernfalls wird es aber wenigstens möglich sein, nicht mit Wasserdampf ge-

sättigte Luftschichten zu treffen. Augenblicklich dürfte sich nur bei zwei Wetterlagen ein Flug von vornherein verbieten. Das ist einmal bei unterkühltem Nebel der Fall, wo die Sicht noch ausreichend wäre (als Beispiel siehe den oben geschilderten Fall). Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um reinen Mischungsnebel handelt,oder ob der Nebel mit Abgleitflächen in Verbindung steht. Es dürfte aber nur recht selten vorkommen, daß Flugzeuge durch unterkühlten Nebel ernstlich gefährdet werden,weil im allgemeinen die schlechte Sicht einen Flug schon von vornherein ausschließt.

Ernstlich gefährdet wird der Flugverkehr aber,wenn nach einer längeren Kälteperiode Tauwetter eintritt. Der Witterungsumschlag pflegt sich schon einige Tage vorher dadurch anzukündigen, daß warme Luft in der Höhe meist von S oder SW einströmt. Dadurch wird die Kaltluftmasse, die ursprünglich 4000 m und mehr mächtig gewesen sein kann, immer flacher, und jetzt treten erst die intensivsten Kältegrade auf. Dabei kann zunächst noch wolkenloser Himmel sein. Erst später, wenn das Kaltluftkissen nur noch etwa 500 m mächtig ist, rückt von Westen eine geschlossene Wolkendecke heran, und es regnet nun durch die Kaltluft hindurch. Dabei wird ein Teil des Niederschlags in den festen Aggregatzustand übergeführt.Unterkühlungsvorgänge dürften meines Erachtens hierbei nur selten auftreten; denn die in größeren Tropfen notwendig vorhandene Reibungsströmung schließt sie aus. Im allgemeinen fällt ein Gemisch von Regen und Eis. Die Kaltluftmasse ist dann zu wenig mächtig, um alle Tropfen gefrieren zu lassen. Reiner Eiskörnerregen scheint nur sehr selten vorzukommen. Das Flugzeug muß nun in der Kaltluftschicht fliegen und nimmt nach kurzer Zeit deren Temperatur an. Da die Oberfläche des Flugzeuges also eine Temperatur von unter 0 Grad hat, ist der Effekt der gleiche wie bei unterkühltem Nebel, nur liegt wegen der meist großen Intensität des Regens der Zeitpunkt

der Notlandung viel näher. Die Gefahr ist besonders auch deshalb viel größer, weil die Sicht und Wolkenhöhe den Flug im allgemeinen ohne weiteres gestatten würden. Oft ist die Wolkenhöhe 500 m und mehr, und die Sicht beträgt bis zu 10 km. Liegen die Temperaturen auf der ganzen Flugstrecke nicht unter -1 Grad und besteht die Aussicht, daß sie rasch weiter ansteigen, so ist der Flug im allgemeinen noch durchzuführen, da man dann in Flughöhe meist über 0 Grad antrifft. Wertvolle Aufschlüsse geben dabei Drachenaufstiege. Sind die Voraussetzungen des Anstiegs der Temperatur aber nicht erfüllt, so ist unbedingt vom Fluge abzuraten, mag die Sicht auch noch so gut sein. Man darf sich auch nicht dazu verleiten lassen, aus Bodenbeobachtungen anzunehmen, daß immer ein Anstieg bis zu positiven Temperaturen erfolgen muß. Es ist sehr wohl der Fall denkbar - und er ist auch in diesem Winter schon vorgekommen - daß das Kaltluftkissen zunächst noch erhalten bleibt und die Erwärmung erst in einigen Tagen in Form eines verkappten Kälteeinbruchs erfolgt. In sehr seltenen Fällen kommt es auch vor, daß das Kaltluftkissen ungeachtet der Störungen, die darüber hinweggehen, erhalten bleibt, und daß die Temperatur nach dem Eisregen sogar wieder sinkt.

+ Temperaturerhöhung an Flugzeugen!

Fassen wir noch einmal zusammen: Bei dem augenblicklichen Stand unseres Luftverkehrs tritt durch Eisansatz am Flugzeug nur dann Gefahr auf, wenn die Bodentemperatur auf der Flugstrecke unter 0 Grad ist. In geringem Maße werden die Flugzeuge durch unterkühlten Nebel, weit stärker durch Eisregen gefährdet. Die prognostischen Voraussetzungen für die Beratung der Flüge sind durchaus gegeben.

Nr. 26: Prof. Dr. W. P e p p l e r

Bericht über den Nebel im Bodenseegebiet.

Wie in ganz Mitteleuropa treten auch im Alpenvorland die Nebel am häufigsten in der kälteren Jahreshälfte auf (Oktober bis März), entweder als reine Strahlungs-

nebel oder als Mischungsnebel im Grenzgebiet kalter und warmer Lufträume. Der Bodensee begünstigt die Nebelbildung und besonders die Bildung tiefliegender Stratuswolken.

Der jährliche Gang der Nebelhäufigkeit.

Die Bearbeitung der Nebelbeobachtungen einer Reihe meteorologischer Stationen im Bodenseegebiet hat folgende Häufigkeitszahlen ergeben. (Siehe Beilage: Tab. I.)

Der jährliche Gang der Nebelhäufigkeit ist, wie die Tabelle zeigt, im ganzen Bodenseegebiet in großen Zügen derselbe. Die größte Nebelhäufigkeit fällt auf den Spätherbst und zwar meist den Oktober, teilweise auch den November, nur an einer Station (Lindau i.B.) auf den Januar. Sehr selten sind Nebel im Sommer, sie fehlen in den Monaten Juni und Juli fast ganz und treten dann als schwache lokale Nebel in den frühen Morgenstunden auf, die sich nach Sonnenaufgang bald auflösen. Auch der Frühling ist recht nebelarm. Infolge der orographischen Unterschiede, des verschiedenen Einflusses der Täler (besonders des Rheintales) und der Wasserfläche des Bodensees bestehen in der Nebelhäufigkeit bestimmte regionale Unterschiede. Am häufigsten bilden sich Nebel und besonders Hochnebel (Stratus), am Schweizer Ufer von der Rheintalmündung westwärts bis Konstanz. Das Südufer hat auf dieser Strecke weit mehr Nebel und Stratusbildung als das Nordufer und die der Rheinmündung in den Bodensee benachbarten Ufer.

Besonders nebelbegünstigt sind Rorschach, Kreuzlingen und Frauenfeld, wie Tab.I zeigt. Rorschach hat im Oktober die doppelte Zahl an Nebeltagen als Friedrichshafen. Auf der Schweizer Seite des Sees in der Nähe und über dem Ufer, sowie an den Hängen der Schweizer Vorberge bilden sich nach klaren Nächten bei nordöstlichen Winden im Herbst häufig lokale Nebel und Stratusbänke, die ihre Entstehung der Wasserdampfaufnahme über dem Bodensee und der Stauung der dampfgesättigten nordöstlichen Strömung an

den Vorbergen verdanken. Diese meist nicht sehr mächtigen Nebelbänke bilden sich in den frühen Morgenstunden und lösen sich meist einige Stunden nach Sonnenaufgang wieder auf. Bei vorgeschrittener Jahreszeit (im November) können sie jedoch auch den ganzen Tag über andauern. Sie sind im allgemeinen für den Flugverkehr kein ernstliches Hindernis, da sie lokal begrenzt sind, dürften sich aber doch für den neuen Flugplatz Altenrhein als störend herausstellen, der in der Zone stärkerer Nebelbildung liegt.

Durch Nebelarmut ist der Ausgang des Rheintales und die Gegend von Wasserburg bei Bregenz ausgezeichnet, da die Rheintalwinde und häufige schwache Föhnströmungen vom Pfänderrücken der Nebelbildung nicht günstig sind. Dafür treten im Rheintal besonders nach vorangegangenem Niederschlag häufig schwächere Stratusbänke auf, ebenso am Pfänder und in den Tälern der Vorberge. Die Beobachtungen zeigen, daß besonders Lindau wenig Nebel hat, was mit dem Einfluß der nächtlichen Rheintalwinde, aber auch mit dem Einfluß des Pfänderrückens zusammenhängt. Das nördliche Ufer des Bodensees hat wesentlich weniger Nebel und Stratus als das Schweizer Ufer.

Da die Nebelschichten meist nur eine vertikale Mächtigkeit von wenigen hundert Metern haben, ragen die Schweizer Vorberge (ca. 1000 m Höhe) und der Pfänderrücken meist aus dem Nebelmeer heraus. Heiden in ca. 800 m Höhe hat daher erheblich weniger Nebel als das am Seeufer gelegene, nicht weit entfernte Rorschach. Genauere Angaben über die Höhe der Nebelschichten lassen sich auf Grund der langjährigen Fesselballonaufstiege der Drachenstation machen. Es ergab sich, daß die Nebelschichten sich im Mittel bis ca. 700 m absoluter Höhe oder 300 m über dem Spiegel des Bodensees erstrecken. Die obere Grenze des Nebelmeeres hat eine ziemlich konstante Höhe. Bei 80 % aller Bodenseenebel liegt die Oberfläche 200-500 m über dem See, und nur selten reicht ein Nebelmeer bis über

600 m Höhe hinauf.

Echter, dem Boden oder See aufliegender Nebel bil- sich mit Vorliebe bei Windstille oder schwachen Winden aus N bis E. Über den Nebelschichten dreht der Wind mit Vorliebe nach S und SW. Außer den echten Nebeln, die im Bodenseegebiet nicht häufiger sind als z.B. in der Rheinebene, treten besonders Stratusdecken häufig auf, die geradezu eine Eigentümlichkeit der Herbst- und Wintermonate am Bodensee sind und oft 8 - 14 Tage ununterbrochen andauern können, wodurch der Flugverkehr erheblich er - schwert werden könnte. Diese Stratusschichten, die sich nur dadurch vom echten Nebel unterscheiden, daß die Kondensationsschicht nicht dem Boden aufliegt, haben ihre Basis gewöhnlich bei 200 - 300 m über dem See und er - strecken sich bis ca. 600 m Höhe über dem Meeresspiegel; sie haben also ungefähr dieselbe Dicke wie die echten Nebelschichten. Diese geschlossenen Stratusschichten sind entweder auf das Bodenseegebiet und seine Ufer beschränkt, in welchem Falle die Ursache in der Wasser - dampfaufnahme über dem See zu suchen ist; oder sie er - strecken sich über weite Gebiete, dann sind sie eine Begleiterscheinung der allgemeinen Wetterlage. Daneben gibt es gewisse Wetterlagen, bei denen der Stratus ganz lokal auftritt, wie z.B. über der Längsachse des Sees bei ausgesprochenem Landwindsystem. Bei stärkerem nord - östlichen Gradienwind reicht die Stratuswalze gegen die Schweizer Seite und das Südufer und schließlich an die Hänge der Vorberge. Diese Stratusformen sind durch das lokale Windsystem des Bodensees oder durch Stauungsvor - gänge an den schweizer Vorbergen verursacht. Für den Luftverkehr bilden diese Stratusbänke kein wesentliches Hindernis.

Es muß schließlich noch darauf hingewiesen werden, daß die Aufstiegsergebnisse der Drachenstation die Mög - lichkeit geben, im Einzelfalle die Höhe der Nebel- und Stratusschichten zu bestimmen, und zwar ist die Oberflä-

che dieser Wolkenmeere in fast allen Fällen durch eine starke Zunahme der Temperatur und eine starke Zunahme der relativen Feuchtigkeit bestimmt. Daraus kann der Flugverkehr ohne Zweifel Nutzen ziehen. Eine dünne Stratus - schicht, deren vertikale Mächtigkeit vorher bekannt ist, kann der Flieger ohne Schwierigkeiten durchstoßen, zumal die Möglichkeit einer Orientierung an den Vorbergen, die über die Wolkenschicht hinausragen, leicht möglich ist. Außerdem dürfte der Flugverkehr daraus Vorteil ziehen können, daß es in vielen Fällen möglich ist, im voraus zu erkennen, ob eine in der Nacht gebildete Nebelschicht sich im Laufe des Vormittages auflösen wird oder nicht. Ferner geben die aerologischen Zustandskurven der Temperatur und der Feuchtigkeit Anhaltspunkte, ob Nebel oder Stratusbildung zu erwarten ist.

So hat sich ergeben, daß im Herbst Nebel- und Stratus - schichten, deren vertikale Mächtigkeit einen gewissen, als normal zu bezeichnenden Betrag überschreitet, sich nur schwer oder garnicht auflösen.

Das Verhalten des Feuchtigkeits- und Temperatur - sprunges über der Wolkenschicht ist für die Veränderun - gen der Wolkenschicht von Wichtigkeit. Gleichbleibende oder zunehmende absolute Feuchtigkeit der Wolkenschicht deuten auf Erhaltung der Wolke und wachsende vertikale Mächtigkeit hin.

Häufigkeit der Tage mit Nebel (1900 - 1924.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Rheinfelden	4,1	2,3	2,4	2,4	2,7	2,3	2,3	5,2	9,0	10,0	6,4	4,7	53,6
Schaffhausen	5,0	4,5	2,4	0,9	0,6	0,8	0,6	2,0	5,5	9,3	7,1	6,0	44,7
Kreuzlingen	5,5	5,2	3,2	1,7	1,3	1,0	1,0	2,8	6,8	8,4	5,9	6,5	49,3
Frauenfeld	5,8	5,5	3,4	2,0	1,7	1,8	1,8	4,3	8,8	10,1	8,0	7,8	61,0
St. Gallen	6,0	3,7	2,7	2,2	1,9	1,7	0,8	1,0	5,1	6,8	8,4	8,2	48,5
Rorschach	9,0	6,6	3,6	3,8	2,1	1,7	1,3	1,6	6,6	10,1	9,0	9,5	64,9
Heiden	4,4	2,3	1,5	1,4	1,5	0,9	0,3	0,4	2,8	5,3	6,3	5,2	32,2
Lindau	4,9	2,5	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	3,2	4,1	20,0
Fr'hafen	4,1	3,3	1,1	0,6	0,4	0,1	0,2	0,6	2,8	4,9	3,7	4,1	25,9
Meersburg	6,0	4,1	2,2	1,6	1,0	0,7	0,7	0,5	1,1	6,0	4,2	6,4	39,0

Nr.27: Dr. E c k h a r d t
Bericht über einen Flug Hannover - Kassel und Kassel - Hannover am 10.Februar 1928.

Nr.28: H. H o l z e r
Bericht über den Besuch der Postämter Landsberg a.L., Wolfegg und Immenstadt.

Nr.29: Dr. W e n k
Bericht über den Besuch der Postämter Schivelbein, Bütow, Schlochau, Schneidemühl, Falkenburg, Altkarbe, Küstrin und der Meldestellen Deutsch-Krone und Stolp am 31.1. bis 4.2.1928.

Nr.30: Dr. H e b n e r
Bericht über den Besuch der Postämter auf der Strecke Berlin - Stettin.

2. Folge.

Nr. 1: Dr. W. K o p p
Über die Vereisungsgefahr bei Flugzeugen, (Ein Beitrag zum Bericht von Dr.Hebner in Folge I Nr.25 dieser Veröffentlichung.)mit Abb. 1 - 3.

Wenn auch von den Fachleuten im Flugwesen betont wird, daß eine Vereisung der Flugzeuge ziemlich selten eintritt, so kann doch gerade die Vereisung im Einzelfalle zu einer solch eminenten Gefahr werden, daß es wohl geboten ist, die Entstehungsbedingungen des Phänomens möglichst restlos aufzuklären. Einerseits würde dadurch der rechtzeitigen Warnung vor der Gefahr durch den Meteorologen eine Handhabe geboten werden, andererseits unter Umständen die Möglichkeit zur technischen Abwehr gezeigt werden können. Veranlaßt durch das häufigere Auftreten von Vereisungen im letzten Winter hat Herr Hebner im Erfahrungsbericht Nr.25 schon einige Gesichtspunkte für die Erforschung der Frage zusammengestellt. Wie der Verfasser aber selbst sagt, betrachtet er seinen Bericht

noch nicht als abgeschlossenes Ganzes. Es seien mir da - her noch einige erweiternde und berichtigende Bemerkun - gen erlaubt.

Für den öffentlichen Luftverkehr sind natürlich die Fälle bedeutend seltener, bei denen eine Vereisung in Frage kommt, als bei sportlichen Langstreckenflügen oder gar Transozeanflügen, bei denen häufig Wolkengebie- te durchflogen werden müssen. Es ist aber notwendig,auch für Verkehrsflüge die Vereisungsmöglichkeiten zu erör - tern, zumal schon Fälle vorgekommen sind, daß auch Ver - kehrsmaschinen höhere Luftschichten aufsuchten um irgend welchen Gefahren zu entgehen.

In dem vorerwähnten Bericht werden einmal die Ge - fahren beim Fliegen in Nebel und Wolken behandelt, dann aber noch die Gefahren, die durch Regen verursacht wer - den, der aus warmen in kältere Luftschichten fällt. Lei- der sind keine einzelnen Vereisungsbeispiele aus der Praxis angeführt, aus denen die Art der Vereisung und damit die endgültige Ursache zur Notlandung erkennbar wäre. Es wäre von größtem Vorteil, wenn der Fachmeteoro- loge einige Male Gelegenheit hätte, Erfahrungen über diesen Punkt zu sammeln, um dann zu wissen, worauf er speziell sein Augenmerk bei der Prognose zu richten hat. Auch im folgenden kann die Frage nur auf Grund meteoro - logischer Überlegungen behandelt werden.

Wie Herr Hebner schon betont, sind es im Nebel bei tiefen Temperaturen die unterkühlten Wassertropfen, die beim Auftreffen auf das ebenfalls unter dem Gefrierpunkt abgekühlte Flugzeug die Vereisung verursachen. Von gro - ßer Wichtigkeit scheint mir nun zu sein, in welcher Form die Eisablagerung erfolgt, ob als Rauhreif, Rauhfrost oder Rauheis.

Der Rauhreif, eine durch Sublimation verursachte Ablagerung von feinen Kristallblättchen, die sich in der Flugrichtung an die Maschine setzen, wird wohl kaum die Steuerfähigkeit der Maschine behindern und auch nicht

durch Profiländerung bei Tragflächen und Propeller allzu sehr stören. Die Ablagerung wird auch selten so groß sein, daß das verursachte Mehrgewicht die Landung erzwingt. Rauhreif kann sich schon ansetzen, ohne daß Nebel sichtbar ist oder bei sehr leichtem Nebel. Der mindest notwendige Kältegrad zu seinem Entstehen wird mit -10° angegeben.

Rauhfrost tritt ein, wenn die Zahl der Wassertröpfchen größer wird. In diesem Fall ist natürlich auch die Sicht schon schlechter, und ein Flug wird daher seltener begonnen. Da jedoch die Feuchtigkeitsverhältnisse lokal stark schwanken, wird es nicht immer vermieden werden können, auch einmal dichtere Nebelpartien zu passieren. Dann kann allerdings ein erheblicher Ansatz von Rauhfrost eintreten, der jedoch die Steuerfähigkeit nicht so sehr beeinträchtigt als vermehrtes Gewicht und Profiländerung bringt. Die letztere dürfte weniger die aerodynamische Wirkung der Tragdecke beeinflussen, als die des Propellers. Dieser wird zwar nicht, wie in dem vorerwähnten Bericht steht, unregelmäßig arbeiten und weniger Touren machen, (das ist Sache des Motors) aber sein Wirkungsgrad kann geringer werden.

Rauheis entsteht, wenn die Temperaturen nicht sehr tief und die unterkühlten Tropfen so groß sind, daß sie noch zusammenfließen können, ehe sie gefrieren. Bei dieser Form der Ablagerung kommt vielleicht neben der Gewichtserhöhung auch eine Beeinträchtigung der Steuerfähigkeit, weniger die Profiländerung in Betracht. Es muß noch hinzugefügt werden, daß bei Rauheisbildung die Sicht im Nebel entsprechend den größeren Tropfen besser sein kann, was über die Gefahr täuschen könnte.

Wie schon gesagt, müssen die Erfahrungen des Piloten Auskunft geben, welche Art der Vereisung die gefährlichste ist.

Es ist wohl nicht möglich, ungefähre Grenzen anzugeben, wie weit ein Flugzeug durch unterkühlten Nebel

fliegen kann. In einem Falle wird es möglich sein, große Strecken zurückzulegen (auch mehrere 100 km) im anderen Falle mag die Katastrophe schon nach 5 - 10 km eintreten. Jedenfalls ist es eigentümlich, daß bei scheinbar gleichen Vorbedingungen in einem Falle die Vereisung eintritt, im andern nicht; häufig tritt nach anfänglichem mühelosen Flug die Vereisung schlagartig ein. Es scheint mir, daß außer der Unterkühlung noch ein anderer Punkt, nämlich die starke Wasserdampfübersättigung in Nebel und Wolken in Bezug auf Eis in Betracht gezogen werden muß. Bevor wir jedoch darauf eingehen, soll noch davon gesprochen werden, wann am häufigsten Vereisung im Nebel zu erwarten ist.

Es gibt zu diesem Punkt nicht allzu viel Erfahrungstatsachen. Wir können aber, und zwar mit einer gewissen Berechtigung, die Daten heranziehen, die von W. Peppler für die Vereisung von Drachen und Drachendrähten in Wolken zusammengestellt sind.*) Im Prinzip ist es ja dasselbe, ob wir von Nebel oder Wolken sprechen. Nachstehend die von Peppler gegebene Tabelle in graphischer Darstellung. (Abb.1)**) Man sieht aus diesen Kurven, daß die Rauhfrostbildung am häufigsten eintritt bei Temperaturen um -4°, die Rauheisbildung bei Temperaturen um -10° an der unteren Wolkengrenze. Für die Temperatur im Innern der Wolke dürfen wir danach um -6° bezw. um -4° rechnen. Peppler gibt auch noch die Temperatur für verschiedene Wolkenformen an, bei denen Rauhfrostbildung auftritt.

Nebel	$-2,7^{\circ}$	Nimbus	$-1,2^{\circ}$
Stratus	$-1,1^{\circ}$	Cumulus	$-3,2^{\circ}$
Stratocumulus	$-5,1^{\circ}$.		

Weiter finden wir bei Peppler folgende Angaben über typische Rauhfrostwolken.

---

*) Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, Folge 10.

**)Abb. siehe im Tafelband.

Wolkengrenze untere	obere	Mitteltemperatur der Wolke	Gradient Erde-Wolken-basis	Gradient in der Wolke
530 m	950 m	-5,0°	0,68	0,65

Es handelt sich also den Gradienten nach um fast gesät - tigte Luft von der Erde bis zur Wolke. Häufig herrscht auch Nebel in der bodennahen Schicht. Der Schluß liegt nahe, bei Nebel und Wolken mit den genannten Temperatu - ren das Durchfliegen für besonders gefährlich zu halten. Es kommt aber eigentümlicher Weise bei fast gleichen Zuständen der Atmosphäre, wie schon vorher erwähnt, Eisansatz vor, ein andermal nicht. Das statistische Material über den Zusammenhang der Reifbildung mit der Wetterlage sagt, wie auch Herr Hebner schon betont, daß die Gefahr der Reifbildung im Übergangsgebiet zwischen Tief- und Hochdruckgebiet am größten ist. Vergl. Abb. 2.

Alle besprochenen Eisablagerungen werden in der Ebene, auch wenn die Rauhfrostbildung solange andauert, wie es einem mehrstündigem Flug bezüglich der auftref - fenden Wasserteilchen entsprechen würde, nicht so stark, daß man hieraus schon eine Gefahr ableiten könnte. Es muß also noch ein Moment hinzukommen, daß das plötzliche Eintreten der Vereisung verursacht. Es handelt sich,wie schon gesagt, um die mitunter auftretende äußerst starke Übersättigung mit Wasserdampf in Bezug auf Eis bei Nebel und Wolken.

Für die bei unseren Betrachtungen ausschließlich in Frage kommenden Temperaturen unter dem Gefrierpunkt läßt sich die Übersättigung leicht bestimmen. Sie ergibt sich aus der Differenz der registrierten relativen Feuch-

tigkeit.*)

Betrachten wir graphisch die Übersättigungsverhältnisse in Bezug auf Eis, die dann herrschen, wenn bei verschiedenen negativen Temperaturen 100% Feuchtigkeit registriert werden, dann bekommen wir folgendes Bild. Abb. 3.

Trifft ein Flugzeug auf seinem Weg in dem von ihm durchschnittenen Luftvolumen solche Übersättigungen, so wird es Eisansatz bekommen, und wir sind wohl berechtigt, die Kurve der Abb. 3 auch als einen Maßstab für die Flugmöglichkeit in Luftmassen von Temperaturen unter 0° bei relativen Feuchtigkeiten von 100% zu betrachten. Die besonders durch Übersättigung ausgezeichnete Temperatur von -12° ist nach der Erfahrung charakteristisch für das Einsetzen der Schneebildung.

Unterkühlung und Übersättigung sind bei Temperaturen unter 0° die Regel. Die Stärke wechselt aber stark. Beim typischen winterlichen Stratus mit sehr kalter Luft unten, warmer Luft darüber, beginnt die Übersättigung häufig schon in Bodennähe und nimmt nach oben schnell zu. Das geht auch aus dem Vergleich der Gradientangaben der Tabelle 1 schon hervor. Nicht selten ist der Fall, daß der winterliche Stratus zeitlich oder örtlich bis zum Boden herunterkommt; trotzdem kann noch fliegerisch eine ausreichende Sicht herrschen. Weiter unten werden hierfür einige Beispiele aus dem letzten Winter gebracht. Wie stark sich die Übersättigung auch schon in Bodennähe auswirken kann, zeigt die folgende Beobachtung: im Winter 1927 konnte ich einen Reifansatz von 1cm am Boden bei etwa 1,5 km Sicht beobachten. Die

---

*) s.auch Robitzsch Mittlg.d.Aeronaut.Observator., S.71

Spitzen der 80 m hohen Funktürme waren von Zeit zu Zeit gerade etwas verschleiert. Beim Besteigen des Turmes wurde festgestellt, daß in 20 m Höhe ein etwa 1 cm starkes Drahtseil einen längsten Durchmesser von 3 cm hatte, in 80 m Höhe aber einen Durchmesser von etwas mehr als 9 cm infolge Rauhfrostansatz. Ein von Osten kommendes Flugzeug hätte sehr wohl in die Lage kommen können, in 80 - 100 m Höhe noch zu einem Flugplatz weiter fliegen zu müssen. Starker Eisansatz wäre zweifellos eingetreten. Noch stärkere Rauhfrostbeobachtungen macht man ja häufig in den Mittelgebirgen in 800 - 1000 m Höhe, die besonders oft in die winterlichen Reifwolken hineinragen. Dort konnte z.B. ein Wachsen des Eisansatzes von mehr als 3 cm pro Stunde beobachtet werden. Höhere Berge bleiben oft frei, sie ragen in die über den Reifwolken besonders trockenen Schichten hinein.

Das Gefahrmoment beim Fliegen in übersättigten Gebieten wird besonders dadurch erhöht, daß eine je nach dem Grad der Übersättigung mehr oder weniger stürmische Sublimation des Wasserdampfes (hoher Dampfdruck über Wasser) an dem schon mit Eis behafteten Flugzeug eintritt (geringerer Dampfdruck über Eis bei gleicher Temperatur). Verstärkt wird dieser Prozeß noch, wenn Flugzeug und Eisansatz auch noch tiefere Temperaturen als die umgebende übersättigte Luft haben, denn dann steht dem hohen Dampfdruck auf der einen Seite ein bedeutend niedrigerer Dampfdruck (je nach der Temperaturdifferenz) auf der anderen Seite gegenüber. Man kann hier ein Beispiel aus der Wolkenbildung anführen. Fällt ein Eiskristall aus einer kälteren Schicht in eine wärmere, aber übersättigte Wasserwolke, so setzt sich an ihm sehr schnell amorphes Eis an. Der Eiskristall kann, wenn die Übersättigungsschicht dick genug ist, riesengroß werden. A.Wegener glaubt,*) daß man so die größten vorkommenden

*) Meteorolog. Zeitschr. 1910, S.451.
Über die Eisphase des Wasserdampfes.

Hagelkörner erklären kann. In den Mitteilungen des Aeronautischen Observatoriums habe ich *) eine Wolkenbeobachtung angegeben, die in dieser Form vor sich ging. Ci-Fallstreifen fallen in acu, und daraufhin fallen aus diesen sehr dicke Fallstreifen. Denken wir uns statt des Eiskristalls ein Flugzeug mit dünnem Eisansatz aus einer sehr kalten Schicht kommend in eine wärmere übersättigte eindringend, so kann es zu einem mächtigen, ja katastrophalen Eisansatz in kurzer Zeit kommen. Man wird sich fragen, ob das Flugzeug nicht schnell die höhere Temperatur annimmt (Aluminiumflugzeug). Erstens wird ein An- oder Abstieg im Verhältnis zur Schichtdicke aber sehr rasch erfolgen, und zweitens kann der Eisansatz des Aluminiums wärmeisolierend wirken, sind doch die Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums**) und des Eises folgende:

Aluminium 34 - 35

Eis 0,568, 0,5, 0,23 (je nach der Art des Eises).

Die zuletzt beschriebenen Verhältnisse schneller und starker Vereisung können eintreten

1.) Bei Flügen in einer Bodeninversion mit Nebel,

2.) Beim Herabsteigen mit den Flugzeugen in wärmere Schichten.

Gerade in diesen Erscheinungen liegt eine besondere Gefahr auch bei Ozeanflügen. Dabei kann man sich nicht allgemein der Hebner'schen Ansicht anschließen, daß unterkühlte und übersättigte Schichten in der Atmosphäre wenig mächtig seien. Sie kommen außerordentlich mächtig und ausgedehnt vor, besonders dann, wenn wir im Beginn der Zyklonentätigkeit stehen, und dann ist ja, wie wir oben sahen, die Vereisungsgefahr besonders groß, Gerade, wenn am Boden der Frost schon zurückgeht und Regen

---

*) Mitteilungen des Aeronaut. Observatoriums Lindenberg, S. 148.

**) Die Angaben über die Wärmeleitfähigkeit beziehen sich auf Millimeter, Milligramm, Secunde, Centesimalgr.

oder Eisregen fällt, wird vom Fliegen abgeraten werden müssen, auch dann, wenn die Temperatur am Boden schon fast 0° oder darüber ist.

Zur Frage des Eisregens mag endlich noch kurz Stellung genommen werden. Der Eisregen an sich, der gefrorene Wassertropfen, kann keinen Eisansatz bilden. Der Regen, der das kalte Flugzeug trifft und sich festsetzt, wird keine wesentliche Profiländerung bedingen, vielleicht die Steuerung beeinträchtigen; dagegen aber müßte schließlich ein Schutzmittel zu finden sein. Es sei hier eingefügt, daß fallende unterkühlte Tropfen schon oft beobachtet worden sind, trotz eventueller Reibungsströme, die die Unterkühlung verhindern könnten. Der Eisüberzug beim Flugzeug kann im Fall von Eisregen immer nur kleiner sein als der am Boden festgestellte; denn es kommt nur auf die Zeit an, die sich der feste oder fliegende Körper im Regen befindet. Die maximalen am Boden beobachteten Eisauflagen bei Regen unter 0° sind 2-3 cm. Das wäre eine Belastung von etwa 20 kg auf einen qm Fläche. Aber, wie gesagt, handelt es sich hier um maximale Erscheinungen. Die größere Rolle spielt bei der Vereisungsgefahr der Flugzeuge entschieden der Rauhfrost.

Wir wollen nun noch kurz einige Beispiele für die verschiedenen Vereisungsformen ansehen.

Aufstiege vom Dezember 1927 in Lindenberg.

30.12.27.

Höhe	Temperatur	Relat. Feucht.	Übersättigung in %	Sicht am Boden
120	-6,0	95	0,6	7 km
500	-9,0	91,7	8,3	

Stratus-Bewölkung, Reif und Eis am Draht.
Flug ist zunächst möglich, aber nach oben nimmt die Übersättigung stark zu, daher Vereisungsgefahr trotz guter Sicht.

Höhe	Temperatur	Relat.Feucht.	Übersättigung in %	Sicht am Boden
		3. 12. 27		
120	-6,0	92	-	leichter Nebel bei 3 1/2 km
300	-8,0	98	5,4	
400	0,0	40	-	

Stratus unter 100 m, Reif am Draht.
Flug ist zunächst möglich, aber nach oben nimmt die Übersättigung stark zu, daher Vereisungsgefahr trotz guter Sicht.

		14. 12. 27		
120	-0,2	98	-	800 m
400	-2,0	100	1,9	Vertikale Sicht 110m
920	-6,0	100	5,6	

Reif am Draht, 7 mm Eisansatz, Drachen halten sich nicht. Obwohl die vertikale und horizontale Sicht im Notfalle noch ausreicht, ist der Flug sehr gefährlich. Man beachte vor allem, daß am Boden etwa 0° herrschen, woraus also nicht zu schließen ist, daß die Gefahr geringer sei. Größte Gefahr für ein Durchfliegen von oben nach unten.

		22. 12. 27		
120	-7,0	92,5	-	diesig 4 km
280	-10,0	95,0	4,1	
600	-2,0	100	1,9	

Starker Eisregen, Apparat und Drachen beim Herunterkommen vereist. Wolkengrenze zwischen 200 und 300 m.
Die Sicht läßt den Flug zu. Es herrscht aber schnell nach oben zunehmende Übersättigung. Ein Vorstoß in die Wolken zum Aufsuchen der Schicht über 0° wäre verkehrt. Mit 8° Differenz und Eisansatz käme das Flugzeug in übersättigte Luft von -2,0°.

Zusammenfassend sei folgendes gesagt:

1.) Den Hauptanteil beim Vereisen von Flugzeugen scheint Rauhfrost zu haben, der sich in wasserdampfübersättigten Schichten schnell ansetzt.

2.) Regen aus wärmeren Schichten in kältere Luft scheint eine untergeordnete Rolle zu spielen.

3.) Die Temperaturen bei Rauheisansatz liegen wenig unter 0°, für Rauhfrostansatz etwa von -2 bis -10°. Bei sehr tiefen Temperaturen ist die Vereisung seltener.

4.) In sehr hohen Wolken tritt, wie die Erfahrung bei den Flugzeugaufstiegen des Observatoriums Lindenberg zeigt, fast nie Vereisung ein.

5.) Der Rauhfrost setzt sich ohne Unterschied an Metall, Holz und anderen Teilen an.

6.) Es wäre falsch, nicht an eine Vereisungsmöglichkeit zu denken, wenn die Temperaturen auf der ganzen Flugstrecke über 0° liegen und noch ansteigen. In geringer Höhe über dem Boden kann Vereisungsmöglichkeit beginnen. Häufig ist die starke winterliche Inversion schon verschwunden, wenn die Temperaturen nach der Frostperiode wieder um 0° liegen. Es werden also nach oben keine Schichten mit positiven Temperaturen mehr angetroffen.

7.) Wenn es die instrumentellen Einrichtungen an Bord des Flugzeuges zulassen, dann wäre bei Vereisungsgefahr unter winterlichem Stratus, aus dem kein Niederschlag fällt, das Durchbrechen der Wolkenschicht geboten. Meist unter 1000 m findet man dann schon sehr warme, außerordentlich trockene Luft.

8.) Eine prognostische Warnung vor Eisansatz, die nicht häufiger als unbedingt notwendig eintreten soll, ist nur mit Hilfe der Aerologie durchführbar.

9.) Schließlich sei noch einmal betont, daß möglichst eingehende Mitteilungen über die Art des Eisansatzes aus der Praxis wünschenswert sind.

Nr. 2: Dr. D i s s e l k a m p

Bericht über den Einfluß der orographischen Verhältnisse auf das Wetter des Flughafens Essen, mit Abb.4 + 5.

Am 8.März 1928 herrschte am Flugplatz Essen-Mülheim dichter Nebel, der sich den ganzen Tag über hielt

und erst gegen Abend langsam auflöste. Der Luftverkehr ruhte bis 15 Uhr vollständig. Die Umgebung, Dortmund, Düsseldorf, Köln und das nördliche Randgebiet, hatte verhältnismäßig gutes Flugwetter, 1 - 3 km Sicht und hinreichende Wolkenhöhe. Die meisten Maschinen umflogen das Nebelgebiet, das zwischen Mülheim und Bochum lag,auf nördlichem Umwege. Die merkwürdige Wettererscheinung erklärt sich teils aus den orographischen Verhältnissen dieses Gebietes, teils aus der Luftdruckverteilung, wie sie am 8. morgens die Wetterkarte zeigte. Im Osten, über Schlesien, lag ein flaches Tiefdruckgebiet mit einer ausgedehnten Kaltfront, die sich etwa von Berlin bis Borkum erstreckte. Sie hatte in Norddeutschland starke Schneefälle im Gefolge. Der Ausläufer eines über der Biskaya liegenden Tiefs hatte sich als sehr schwaches Teiltief abgespalten und lag über Belgien. Auf seiner Südseite wurden warme, maritime Luftmassen herangeführt, so daß eine Konvergenzlinie östlicher und südwestlicher Winde gerade über unserem Gebiete lag. Die Mischung der beiden Luftmassen wäre nicht so sehr in die Erscheinung getreten, wenn nicht die Lage Essens an der Nordwestecke des Sauerländischen Gebirges die Ausbildung einer konvergenten Strömung begünstigt hätte. Natürlich trug auch die verhältnismäßig hohe Lage des Geländes (125 m ü.M.) zur Verschlechterung des Wetters bei. Das Gebirge wirkt hemmend sowohl für West- als für Nordwinde. Herrschen Südwestwind, so bekommen die bewegten Luftmassen durch den Widerstand des Gebirges eine nach Norden gerichtete Komponente, ebenso Nordostwinde eine Westkomponente. Wie zwei Leitflächen wirken also die Gebirgszüge auf die Winde nach Norden bezw. Westen ablenkend ein. Das müßte sich aus klimatologischen Daten erweisen lassen: Die Nordwestecke des Sauerlandes, das Essener Gebiet, müßte im Mittel größere Windstärken aufweisen als etwa Dortmund oder Köln. Diese theoretische Forderung nach der größten Windgeschwindigkeit widerspricht nicht der Tat -

sache des häufigen und länger andauernden Mischungsnebels in diesem Gebiet. Zieht eine Konvergenzlinie über das Ruhrgebiet hinweg, so ist sie in dem aus orographischen Gründen windreichstem Gebiet am kräftigsten und stabilsten. Das geht aus folgenden Überlegungen hervor: Nehmen wir an, die Konvergenz habe eine langsame Bewegung nach Ost und liege zunächst (Abb.4) vor dem Hindernis, so bildet die am Hindernis vorbeistreichende Ostströmung auf der Westseite bei a einen Unterdruck oder gar einen Wirbel, so daß die Südwestwinde eine Beschleunigung nach a hin bekommen. Das heißt, die Konvergenz verschiebt sich nach der Ecke des Hindernisses. Die umgekehrten Verhältnisse bestehen, wenn (Abb.5) die Konvergenzlinie die Gebirgsecke passiert hat: Die Südwestwinde bilden auf der Nordostseite einen Wirbel, der die Ostwinde stärker ansaugt, also bestrebt ist, die Konvergenz an der Hindernisecke - das ist im Gebiete der größten Windgeschwindigkeit - festzuhalten. Diese Erscheinung und die relativ große Meereshöhe des Geländes dürften der Grund sein für das häufige Auftreten und Hängenbleiben starker Nebelgebiete an der Nordwestecke des Sauerlandes, während die Umgebung und selbst das Bergische Land bessere Sichtverhältnisse haben.

Eine ausführliche Arbeit über die geschilderten Verhältnisse mit klimatologischem Material wird in Kürze veröffentlicht werden.

Nr. 3: Dr. Walther K ü h n e r t

Bericht über die verdeckte Föhnlage für das Wiener Becken, mit Abb. 6 - 8.

Im Nachfolgenden sei kurz eine interessante und wichtige Wetterlage für das Wiener Becken zunächst phänomenologisch an Hand eines Einzelfalles untersucht. Sie dürfte allgemeines Interesse haben, da sie unter ähnlichen orographischen Verhältnissen sicher auch an anderen Orten auftritt.

Vom 7. zum 8. Februar drang die Warmluft an der

Vorderseite der Island-Zyklone gegen Deutschland vor und verdrängte die kontinentale Kaltluft. Die Morgenkarte des 8. zeigt eine Hochdruckzunge über dem nördlichen Alpenvorland bis zum Hauptkamm der Alpen. Am 9. Februar ist die Zunge auf eine sehr schmale Hochdrucknase zusammengeschrumpft. Wenn nur die internationalen synoptischen Meldungen zur Verfügung stehen, fühlt man sich fast versucht, diese Zunge überhaupt nicht zu berücksichtigen bezw. sie auf eine falsche Druckmeldung zurückzuführen. Unter dem Einfluß zusammensinkender Kaltluftmassen hat das ganze Alpengebiet heiteres Wetter bei schwachem westlichem Winde. Das Gebiet des Wiener Beckens besonders zeichnet sich durch ausgesprochenes Schönwetter aus. Einiges Befremden erregt die scharfe Bewölkungsgrenze östlich des Alpenrandes in der ungarischen Tiefebene, die rein auf die zusammensinkende Kaltluft zurückgeführt nicht recht begründet erscheint.

Ein etwas anderes und wesentlich klareres Bild der Wetterlage erhält man bei genauem Detailstudium. Die Hochdruckzunge vom 7. Februar folgt der Hauptrichtung des Alpenkammes und schickt einen ganz schmalen Ausläufer gegen Nordost etwa gegen Melk und Krems vor. Entsprechend entwickelt sich der Streichrichtung des Wiener Beckens und weiter dem Mürztal folgend eine Tiefzunge, die bis Neumarkt vorstößt. Am nordwestlich streichenden Alpenkamm und Wienerwald zeigt sich ein sehr starker Druckgradient von Nordwest gegen Südost. Am schärfsten ausgeprägt ist die Lage am Morgen des 9. Februar. Die Druckdifferenz zwischen Melk und Wien beträgt 6,4 mm, zwischen Melk und Krems 4,9 mm; die Isobaren zeigen dem nordöstlich streichenden Kamm entlang die vom Föhn genugsam bekannte S - Schleife. Das Wiener Becken steht unter dem Einfluß dieses "verdeckten" Föhn, wie die Erscheinung zunächst genannt sein soll. Die relative Feuchtigkeit beträgt 40 bis 50% gegen 80 - 90% westlich des Kammes. Der Wolkenhimmel ist für die Lage typisch. Über dem Wienerwald un-

beweglich, feststehender lenticularis, im Osten der für die Jahreszeit typische stratocumulus, gegen Süden nur Industriedunst. Im Zenith tiefblauer Himmel, die Berge zum Greifen nahe und in eigentümlich blauem Schimmer.Die Temperatur steigt kontinuierlich an und macht im Lauf des Tages eine allerdings nicht sehr scharf ausgeprägte Föhnstufe. Die Bergmeldungen vom Morgen zeigen eine Temperaturinversion, die im Laufe des Tages - allerdings verflacht - zu Boden sinkt. Es meldete morgens der Semmering $+10^{\circ}$ potentiell, während Wien nur $+2^{\circ}$ hat, abends meldet der Semmering $+12^{\circ}$, Wien $+13^{\circ}$ potentielle Temperatur. Die Inversion hat den Erdboden erreicht, allerdings durch Strahlungserscheinungen etwas verwischt.

Während in den vorhergehenden Tagen Nordwestwind bis 3000 m herrschte, die Stärke betrug 15 msk, dringt am 8. bis 600 m West bis 20 msk vor. Am 9.Februar, dem Tag der Hochblüte des verdeckten Föhn, reicht die Westströmung bis 900 m bei einer Stärke von 28 msk. In 1100m, der Inversionshöhe, findet sich am Morgen eine windschwache Schicht von 8 msk, darüber ruhige Nordwestströmung. Der föhnige Westwind zeichnet sich durch große Böigkeit besonders auch heftige Vertikalbewegung aus. Die Böenstärke am Boden erreicht 15 msk, die Windzunahme in den einzelnen Böen beträgt 12 msk. Mit dem Durchgang der Inversion tritt eine gewisse Beruhigung und ein Abflauen des Windes ein. Am 10. Februar ist die Hochzunge stark eingeschrumpft,der Tiefdrucksack erweitert sich, die Feuchtigkeits- und Temperaturverteilung, sowie der Wolkenhimmel sind annähernd normal.

Durch die Liebenswürdigkeit der V.Abteilung des Bundesministeriums für Heerwesen stehen mir Pilotenaufstiege vom 9.Februar mit Doppelanschnitt zur Verfügung. Die Aufstiege wurden im Steinfeld bei Felixdorf gemacht. Der Ort liegt etwa 17 km östlich des Fußes des Wiener Waldes. Voraussichtlich aber ist der Ort bereits dem Gebiet des Fallwindes entzogen und schon im Bereich der

aufsteigenden Luft. Da die Windrichtung und Stärke vollständig mit der bereits angeführten Pilotvisierung in Aspern übereinstimmt, sei nur kurz die Vertikalbewegung geschildert. Der Ballon steigt bis zur 10.Minute mit rund 200 m pro Minute, um 50 m mehr als seiner Füllung entsprechen würde. Es liegt nahe, anzunehmen, daß er sich hier in der aufsteigenden Luftströmung befinde, die als Reaktion durch das Herabstürzen des Föhn von den Höhen des Wiener Waldes ausgelöst wird. Über 2000 m Höhe steigt er bis 3000 m ziemlich mit einer der Füllung entsprechenden Geschwindigkeit um dann stark zu fallen. Der Grund liegt möglicherweise in einer Inversion, die man nach dem Aufstieg in Friedrichshafen in dieser Höhe vermuten könnte. Ein sicherer Schluß ist bei den starken Störungen der Diskontinuitätsflächen im Alpengebiet natürlich nicht möglich.

Hiermit ist eine Schilderung der verdeckten Föhnlage gegeben. Der gewählte Name scheint berechtigt,da es sich, soweit die Untersuchung des Einzelfalles zeigt, tatsächlich um eine Föhnerscheinung handelt, hervorgerufen durch das nordsüdliche Abschwenken des Alpenkammes im Wiener Wald. Die Erscheinungen sind im verkleinerten Maßstab dieselben, wie beim alpinen Südföhn, der im Wiener Becken auch bemerkbar ist. Während aber der alpine Föhn aus der allgemeinen Wetterlage an Hand der Europakarten erkannt werden kann, erfordert die Prognose des verdeckten Föhn Studium von Detailkarten. Sein Auftreten kann aber die schönste und bestdurchdachte Prognose für das Gebiet des Wiener Beckens zunichte machen. Für die Flugberatung erscheint die Erkenntnis des verdeckten Föhn wichtig wegen der starken Böigkeit und Wirbelbildung über dem Wiener Wald und besonders im Donauknie zwischen Kahlenberg und Bisamberg, sowie durch die starke Ansammlung von Stadtdunst und Rauchpartikeln an der Inversion, die vor allem die Sicht schräg abwärts stark herabsetzt. Bei starker Sonnenstrahlung kann durch Re -

flexion so starke Blendung eintreten, daß knapp vor Ausbruch des verdeckten Föhn kaum von einer Sicht vertikal nach abwärts gesprochen werden kann, geschweige denn von schräger Sicht. Bei Erkenntnis der Lage kann diesen mindestens unangenehmen Begleiterscheinungen durch leichtes Ausbiegen nach Norden ausgewichen werden, da das Gebiet des verdeckten Föhn nicht weit von den ihn erzeugenden Kämmen hinausreicht.

Nr. 4: G.H. B a u m a n n
Bericht über einen Flug Hannover - Berlin am 22. März 1928.

Nr. 5: Regierungsbaumeister L a y
Bericht über den Besuch der Postämter im Bezirk der Flugwetterwarte Mannheim.

Nr. 6: Dr. E. H a s c h é
Bericht über einen Flug von Berlin über Lübeck nach Kopenhagen am 15. Dezember 1927.

Nr. 7: G.H. B a u m a n n
Bericht über einen Flug Hannover - Hamburg am 11. April 1928.

Nr. 8: K. S c h u l e r
Bericht über den Besuch des Postamts Aalen.

Nr. 9: Dr. W. M a l s c h
Bericht über die Postmeldeämter Darmstadt, Achern, Hornisgrinde, Freiburg.

Nr. 10: Dr. R e i n b o l d
Bericht über einen Kaltlufteinbruch im Ruhrgebiet, mit Abb. 9 + 10.

Ein schwieriger Beratungstag für unsere meteorologisch zweifellos ungünstig gelegene Flugwetterwarte war der 3. Februar 1928. Wellen von Schneetreiben und Staubregen und aufkommender Diesigkeit ließen die Sicht halbstündlich und in noch kürzerer Frist unberechenbar um die fliegerische Grenze schwanken.

Die europäische Wetterlage am Vortage stand unter dem Einfluß einer kräftigen, mit ihrem Kern zwischen Is-

land und Skandinavien liegenden Depression und brachte morgens besonders Irland, Nordschottland und dem West - rande Südskandinaviens bis zum 54. Breitengrade hier und da Graupeln und Schnee, während Westdeutschland ab 10,00 Uhr nach vorübergehender Wolkenlosigkeit nachmittags zunehmende Bewölkung zu verzeichnen hatte. Die Europakarte von 14.00^{h} ließ für den nächsten Tag auf Störungen durch Ausläufer eines mit dem Schwerpunkt über Nordisland liegenden Teiltiefs schließen. Dies hatte sich vom Haupt - tief abgespalten, und eine starke Böenfront, die sich von Dublin in schwach gegen den Osten konkav verlaufen - der Linie bis in die nordwestlichen Hoheitsgewässer Portugals erstreckte, mußte mit ihrer aus der gezeichneten 14.00 Uhr-Isallobarenkarte zu schätzenden Fortpflan - zungsgeschwindigkeit Westdeutschland am nächsten Tage erreichen.

Der Morgen des 5.II. brachte zunächst nur geringe Andeutungen einer heranziehenden Gefahr. Unsere Wetter - lage hatte sich von 8 - 10 Uhr allerdings etwas ver - schlechtert:

Wetterbeobachtungen.

1. Die untere Wolkengrenze hatte rapide abgenommen, von über 2000 m auf 500 m.
2. Die Sicht war auf die Hälfte zurückgegangen, von 10km auf 5 km.
3. Die starken südlichen Bodenwinde hatten ein wenig abgeflaut, von Windstärke 6 auf 5.

Instrumentalbeobachtungen.

1. Nach der Thermographenkurve war die Temperatur um $0,8^{\circ}$ auf $+1,5^{\circ}$ gefallen. (Die entsprechenden Temperaturen des Vortages lagen tiefer!). Messungen über Höhentemperaturen in Essen-Mülheim lagen nicht vor; sie hätten uns das Kälterwerden der südlichen Strömung und somit Schneegefahr anzeigen können. Neben diesen aus Südfrankreich kommenden Kaltluftmassen führte nämlich ein Polarluftstrom den Bodenschichten noch

weitere Kälte zu.

2. Die Barographenkurve wies ohne Markierung des täglichen Ganges eine zweitätige Periode, nämlich Druckmaxima an den Spätnachmittagen des 31.I. und 2.II.mit zunehmender Amplitude auf, während die Minima an den Spätnachmittagen des 30.I., 1.II. und am 3.II. 8 1/2 Stunde verfrüht um die Morgendämmerung, jedoch ohne größere Steilheit lagen. Die allgemeine Tendenz der betreffenden Woche war steigend.
3. Eine Höhenwindmessung um 9.00^{h} ergab nichts Verdächtiges außer einer starken Zunahme der Windstärke in der Höhe:

Meeresniveauhöhe in m	100	200	400	500	in 500 m
Windrichtung u.Geschwindigk.	S 25	S 32	S 54	SSW 58	km/h.

4. Die Feuchtigkeit schwankte ein wenig, hielt sich im Mittel auf 80% und ließ keinen Schlechtwettereinbruch erkennen.

Gefahrenmeldungen.

Solche wurden übermittelt von

Düsseldorf, 9.10^{h}: Sicht 1,5 km, Wolkenhöhe 600 m, SW 18 - 24 km/h.

Wesel, 9.10^{h}: Sicht zeitweise 0,5 km, keine Windrichtungsangaben.

Beides machte uns nicht stutzig bei den starken Südwinden in Essen, zumal Köln unverändert 4 km Sicht ohne Niederschläge gemeldet hatte und Wesel nordwestlich von uns liegt. Remscheid hatte um 9.00^{h} ohne Niederschläge bei starkem Dunst Sichtverbesserung bis auf 1 km gehabt. Mitteldeutschland war mehr oder weniger heiter gewesen.

Soweit die Vorgeschichte der Beratung einer Junkers F 13 auf Strecke Dortmund-Essen. Der Start sollte planmäßig 10.15^{h} sein. Auf Grund der wenig besagenden Gefahrenmeldungen hatten wir in Anbetracht der kurzen

Flugdauer von 20 Minuten keinen Grund abzuraten (siehe Sichtverhältnisse u.). Die Streckenprognose für den Flug lautete:

> Stellenweise leichtes Schneetreiben, wodurch die sonst gute Sicht sehr verschlechtert wird. Wolkenhöhe wechselnd, niedrigste Wolken in 400 m Höhe. Böig.

Da uns eine, wenn auch nur geringe Starverzöge - rung - Start 10.20^{h} statt 10.15^{h} - nicht mitgeteilt wurde, benachrichtigten wir Dortmund nicht sofort von dem Fall der ersten wenigen Schneeflocken, der 10.15^{h} deut - lich sichtbar wurde. Erst als 10.20^{h} ein Schneefall au - ßerordentlich plötzlich mit Sichtverminderung bis auf 400 m niederging, wurde sofort "cq-Meldung an Alle" und besonders an Dortmund gegeben, das uns aber schon die Tatsache des 10.20^{h} erfolgten Starts mitteilte. Später berichtete der Pilot, er habe bis Bochum ausreichendes Flugwetter ohne Niederschläge, bis Steele leichten Schneefall gehabt, und dann eine halbe Stunde vergeblich versucht, sich durch das dichte, gegen ihn nur langsam vorrückende Schneetreiben durchzuschlagen. Er habe so kurz vor Essen beidrehen und nach Dortmund zurückflie - gen müssen.

Fast ohne Unterbrechung hielten dann in Essen die Schneefälle bis 16.00^{h} an mit sehr wechselnden Sicht - verhältnissen. Zeitweise war dem Schnee noch mäßig feiner Regen beigemischt, der die Sicht ab 15.00^{h} unzureichend machte. 14.45^{h} hatte Essen an Köln 2 km Sicht mit Sichtverschlechterung gegeben. Die Maschine Köln-Essen war dann in ein neues, von Westen kommendes starkes Schneetreiben geraten und hatte von der Ruhr ab nur senkrechte, bei der Landung in Essen 8 - 900 m Boden - sicht gehabt.

Das Teiltief war bis über die Nordsee vorgerückt und zeigte starke Konvergenzen, die fortgesetzt Störungen brachten. Die Stärke der südlichen Bodenwinde war

auf Windstärke 3 zurückgegangen. Die Spitze eines 1650 m von uns entfernten Schornsteins tauchte zeitweise in Wolken. Und wirklich war die Diesigkeit gegen 16.00^{h} so stark geworden, (Essen 800 m Sicht, Krefeld 1000 m Sicht bei mäßigem Schneetreiben und Hochdunst) daß v. Gössel und ich einen Versuchsflug Essen-Krefeld wegen zu geringer Wolkenhöhe und zu schlechter Sicht schon 10 km westlich der Ruhr abbrechen mußten. Wellen von Regen und Schlackerschnee zogen unter uns her.

Die Hauptstörung verursachte die Rückseite des zwischen Island und Skandinavien liegenden, starken Tiefs, das dem breiten, aus Südwesten kommenden, maritimen Warmluftstrom stoßweise Kaltluft zuführte und unübersehbare, kleine, gestaffelte Böenfronten und Wirbel erzeugte. Die Nachbarstationen hatten jedoch bei weitem nicht so darunter zu leiden wie Essen-Mülheim, dessen exponierte Lage am NW-Rande des Sauerlandes aus den orographischen Verhältnissen und der Art und Stärke der Niederschläge hervorgeht:

(Siehe nächste Seite)

Go = Goch
Em = Emmerich
We = Wesel
Kr = Krefeld
Dü = Düsseldorf
Kö = Köln
Mü = Essen-Mülheim
Me = Mettmann
Re = Remscheid
St = Steele
Bo = Bochum
Dom= Dortmund
Lü = Lüdenscheid
Ka = Kahler Asten

ww - Wetter zur Zeit der Beobachtung (Zahlen des int. Schlüssels)

Uhr	Go	Em	We	Kr	Dü	Kö	Mü	Me	Re	St	Bo	Dom	Lü	Ka
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	71	75	54	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	75	64	-	67	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	63	63	-	69 -	69	-	- 60	-	-	- 61	-	-	-	-
11			-	61	65	50	67 69	60 66	-	62 65	60	-	-	-
12	-	-	-	61	60	71	63 63	69 60	-	62	63 -	60	-	-

ww - Wetter zur Zeit der Beobachtung (Zahlen des int. Schlüssels)

Uhr	Go	Em	We	Kr	Dü	Kö	Mü	Me	Re	St	Bo	Dom	Lü	Ka
13	-	-	-	60	-	51	- 62	17	-	-	67 -	70	-	-
14	-	- 8	-	66	60 62	16 53	65	60	-	65	-	-	61	-
15	-	-	-	65 -	60 71	54	65	60	-	65	-	-	61	-
16	-	-	-	76	71	-	69	69	61	71 -	- 63	71	60	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51 -	-	-	-

Das von Südwesten und Westen heranrückende Niederschlagsgebiet lag in den frühen Morgenstunden nur über Holland und Belgien, erreichte um 8.00^{h} Krefeld und Wesel, die anhaltend mäßige Regenfälle mit eben noch ausreichenden Sichten hatten. Schon 8.30^{h} war dort dem Regen der erste Schnee beigemischt, der die Bodensicht auf 2 km herabdrückte. Die Vorläufer der heranziehenden, scharf markierten Schneefront erreichten 10.00^{h} Essen - Mülheim; schon um 10.20^{h} machte sie die Sicht gänzlich unzureichend, erreichte 10.40^{h} Bochum, wo sie Halt machte (s.Abb.). Erst um 12.00^{h} fielen infolge Abkühlung der benachbarten Luftschichten unter den Taupunkt auf dem Flughafen Dortmund die ersten Schneeflocken. Die dortige Niederschlagsmenge blieb den ganzen Tag ganz gering. Durch die starken SSW-Winde wurde das Wetter nach Norden abgetrieben. Die Gesamtausdehnung des Schneefallgebiets ging im Süden bis zum Westerwald, im Osten etwa bis Lüdenscheid-Unna.

Übrigens erkennt man wieder beim Vergleich der Kölner und Essener Bodenwinde die zur Konvergenzbildung neigende Nordwestecke des Sauerländischen Berglandes, indem die Kölner SE-Winde durch den an dieser Ecke entstehenden Unterdruck nach der Theorie von D i s s e l k a m p rechtsdrehend abgebogen und beschleunigt werden.

Nähere Einzelheiten über die Witterungserscheinungen der Umgebung sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Essen-Mülheim wies von allen benachbarten Flughäfen und fachmeteorologischen Meldestellen den stärksten Schneefall mit einer Niederschlagsmenge von 40 mm auf, ein Beweis für seine Bergrandlage. Die Frage, ob die mit Bestimmtheit erwarteten Niederschläge in Form von Regen oder sichtraubenden Schneefällen - die ersten in diesem Winter - niedergehen würden, hätte in diesem Falle weniger durch Taupunktbestimmungen, als viel deutlicher

durch ein sicher arbeitendes Netz von Gefahrenmeldestellen entschieden werden können. Die vielen kleinen Teil - fronten waren aus der Wetterkarte garnicht zu ersehen. Man hätte deshalb einer von oder nach Essen startenden Maschine solange zuraten dürfen, als sich Wolkenhöhe und Sicht besonders auch der südlichen und westlichen Stationen, wenigstens eine Stunde, gut hielten. Schwierig war an den Beratungen am 3.II. das rechtzeitige Erkennen heranziehender, dichter Schneetreiben und die Beurtei - lung, ob die fliegerischen Sichtverhältnisse in Anbe - tracht der Bodensichtsschwankungen ausreichend sein würden oder nicht.

	Krefeld			Düsseldorf			Köln		
Uhr	V km	WH m	W km	V	WH	W	V	WH	W
7							4	3-600	SE 24
7.15									
7.30									
7.45									
8				1.5	600		7	800	SE 24
8.15									
8.30	2								
8.45									
9	1		S 40	1.5	600	SW 20	6	800	SSE 24
9.15				1.5	500		6	800	SSE 24
9.30	0.5			1.2	600				
9.45									
10				1.5	600		10	800	SSE 24
10.15									
10.30									
10.45									
11				0.3	80		4	800	ESE 18
11.15									
11.30									
11.45									
12							1-2	2-300	SSE 6
12.15									
12.30				0.8	80				
12.45									
13	1			1.0	80		4	2-300	SSE 12
13.15	1								
13.30	0.5								
13.45									
14							8	3-600	SE 18
14.15	0.6		SSW 20						

Uhr	Krefeld V km	Krefeld WH m	Krefeld W km	Düsseldorf V	Düsseldorf WH	Düsseldorf W	Köln V	Köln WH	Köln W
14.30				0.9	80				
14.45				0.8	80	SW 18	4	6-800	S 15
15				0.8	80	SW 18	4	3-600	SSW 12
15.15							2	1-200	
15.30	1								
15.45									
16	1		SW 5	0.8	40	SW 12			
16.15									
16.30									
16.45									
17									

Uhr	Essen-Mülheim V km	Essen-Mülheim WH m	Essen-Mülheim W km	Dortmund V	Dortmund WH	Dortmund W
7	10	3- 600	S 36			
7.15						
7.30						
7.45						
8	10	2000	S 36	10	800	SSW 18
8.15						
8.30						
8.45						
9	10	1700	S 36	10	800	SSW 24
9.15	10	600	S 36			
9.30						
9.45						
10	5	500	S 32	10	800	SSW 24
10.15	4	500	S 32			
10.30	0.4	x	S 30			
10.45						
11	0.4	2- 300	S 24	8	800	SSW 24
11.15						
11.30				8	800	SSW 24
11.45	0.3	1- 200	S 15	8	3-600	SSW 24
12	0.8	1- 200	S 24	8	3-600	SSW 24
12.15	0.8	200	SSE 30	15	3-600	SSW 24
12.30						
12.45				3	2-300	SSW 24
13	2	2- 300	SE 18			
13.15	2	2- 300	-			
13.30				4	2-300	SSW 24
13.45						
14	4	2- 300	S 18	4	300	SSW 24
14.15						
14.30	2	1- 200	-			
14.45						

Uhr	Essen-Mülheim V km	WH m	W km	Dortmund V	WH	W
15	1	1-200	S 18	5	2-300	SSW 24
15.15	0.8	x	S 18			
15.30						
15.45						
16	0.9	1-200	SSW 18	3	2-300	SSW 6
16.15	1	80	SSW 12			
16.30						
16.45	0.6	100	SSW 6			
17	0.2	100	still			
17.15						

Uhr	Lüdenscheid V km	WH m	W km	Kahler Asten V	WH	W
7	10 ü.	2000	S 20	4	1-200	WSW 36
7.15						
7.30						
7.45						
8						
8.15						
8.30						
8.45						
9				4	0	WSW 36
9.15						
9.30						
9.45						
10						
10.15						
10.30						
10.45						
11	20 ü.	2000	SSE 24	10	80	SSE 32
11.15						
11.30						
11.45						
12						
12.15						
12.30						
12.45						
13						
13.15						
13.30						
13.45						
14	20 ü.	1000	SW 12	10 ü.	1000	S 18
14.15						
14.30						
14.45						
15						

Uhr	Lüdenscheid V km	WH m	W km	Kahler Asten V	WH	W
15.15						
15.30						
15.45						
16	20 ü.	1000	S 12	10 ü.	1000	S 18
16.15						
16.30						
16.45						
17						
17.15						

Nr.11: Dr. W ö r n e r
Bericht über einen Flug von Hannover nach Kassel und zurück am 12.Mai 1928.

Nr.12: L. J u l i u s b e r g e r
Einige Auswirkungen von Kleinwetterlagen im Oberschlesischen Industriebezirk mit Abb. 11.
Beobachtungen während der Wintermonate 1927/28 an der Flugwetterwarte Gleiwitz.

a) Zur Föhnlage.

Im allgemeinen wird zur Entstehung einer Föhnlage die Existenz einer Hindernisbarriere im Strömungsfeld angenommen, an deren Luvseite es zu vermehrter Kondensation kommt (Stauseite), an deren Leeseite der Fallwind zu den bekannten Föhnsymtomen Anlaß gibt. Es braucht hier nicht auf die theoretischen und aerologischen Voraussetzungen für das Statthaben einer solchen Wetterlage des näheren eingegangen zu werden; sie sind in der zugängigen Literatur festgelegt.

Für die Diagnose erwies es sich als wertvoll, den Zusammenhang der Hinderniswoge mit dem Föhnkomplex sorgfältig zu beobachten. In Gleiwitz konnte allerdings nicht die Hinderniswoge selbst beobachtet werden, sondern nur die ihr parallelen und lentikularsförmigen a-cu Wogen, die ganz offenbar den Charakter stehender Wellen besaßen, da sie keine merkliche Translation aufwiesen. [1)]

Nach den bisherigen Anschauungen muß die Längsachse

der Hinderniswoge parallel dem Hindernis verlaufen, gleichgültig, ob dieses Hindernis der Kamm eines Gebirges oder die obere Begrenzung eines Kaltluftmassivs darbietet; in letzterem Falle ist die Längsachse parallel der Divergenz anzusetzen. [2] [3]

Unter der Voraussetzung, daß auch die stehenden Wellen parallel der Hindernisbarriere aufgeworfen werden, wurde daher der Versuch unternommen, aus der Lage der lentikularisförmigen a-cu Wogen auf die Lage des Hindernisses zu schließen. Im Zusammenarbeiten mit den Piloten der Flugstrecke Breslau - Gleiwitz - Wien wurde dann versucht, nachträglich die Bestätigung für die Interpretation der Beobachtungen beizubringen, insbesondere wenn die Arbeitskarte zwar das Zeichnen kleiner Divergenzen zugelassen hatte, aber den Zusammenhang dieser Einzelgebilde mit der großen Wetterlage vorerst nicht erkennen ließ.

Was die Mitarbeit der Piloten angeht, so konnten die Fragen an sie auf wenige zu beobachtende Erscheinungen beschränkt werden, z.B. auf das Auftreten von Windsprüngen, von Vertikalströmungen, von sogen. Föhnstößen und von turbulenten Strömungen. Während den Piloten Föhnstöße soweit bekannt sind, daß sie, sobald sie die schlesischen Strecken mehrmals beflogen haben, eine eindeutige Angabe darüber machen können, ist in ihre Angabe über turbulente Strömungen [4] ein psychologisches Moment mit verflochten, das nur selten daraus vollständig wieder eliminiert werden kann. Sie pflegen die Turbulenz der Strömung allzuoft zu erschließen aus ihren Ermüdungserscheinungen beim Halten der Maschine in böiger Strömung. Wieweit diese Steuerungsarbeit bedingt ist durch den Einfluß der Mittelgebirge auf den Verlauf der Stromlinien in der freien Atmosphäre, wieweit auf die Turbulenz der freien Atmosphäre, sofern diese durch die Wetterlage hervorgerufen wurde, das ist ihren Angaben nicht mit Sicherheit zu entnehmen. Jedoch kann die Hinzunahme

der Pilotballonvisierungen der Stationen Breslau, Gleiwitz, Olmütz, Krakau und Wien und die Beurteilung der Pressungseffekte im Oder- und Marchtale einen Maßstab dafür abgeben, wieweit diese Angaben zur Diagnose der Wetterlage verwertbar sein dürften.

Es soll nun kurz von den vorläufigen Ergebnissen die Rede sein: Es werden in Gleiwitz vier verschiedene Wetterlagen beobachtet, die als föhnartig angesprochen werden können.

1.) Der heftigste Föhn gibt Anlaß zur Ausbildung von Lentikularis am SE-Horizont. Eine zugehörige Divergenz [5] erscheint zuweilen vor oder hinter dem Massiv der Hohen Tatra im Raume oder östlich des Raumes von Gleiwitz - Krakau; sie verläuft in geringer Längsausdehnung (100 km bis 200 km) von SW nach NE; die Aussagen der Piloten berichten dann von heftigen Föhnstößen im Abschnitt etwa Gleiwitz - Prerau oder Troppau - Prerau der Flugstrecke Gleiwitz - Wien. Südlich dieses Abschnittes kommt es infolge Stauwirkung zuweilen zur Ausbildung tiefliegender Wolken und zu Niederschlägen, jedoch pflegt die Stauwirkung meist östlich der Flugstrecke einzusetzen. Dieser SE-Föhn besitzt eine lange Lebensdauer und bricht noch mehrere Tage lang immer wieder durch.

2.) Mit dem Wandern der Lentikularis nach dem Südhorizont ist meist ein Abflauen der Föhnstöße verbunden, vorausgesetzt, daß nicht zu gleicher Zeit noch ein SE - Föhn vorhanden ist. In einem Falle konnte z.B.der Pilot die Hindernisbarriere des S-Föhns in 1500 m Höhe überfliegen. Ihm wurde unter der Annahme, daß dieses Hindernis durch das wenig ausgedehnte Kammgebirge südlich Bielitz (etwa 30 km südlich der Weichsel, Höhe des Kammes etwa 1100 m) gebildet werde, geraten, sich in 1300 bis 1500 m Höhe zu halten. Er stieg bald nach dem Start auf 2000 m Höhe und ließ sich dann auf 1500 m fallen,nachdem er unter dem hohen strcu (2000 m) eine weitere turbulen-

te Schicht festgestellt hatte. Über die oft beobachtete gleichzeitige Existenz zweier Föhnarten, die in verschiedener Höhe zur Ausbildung gelangen, könnten nur ausgiebige aerologische Sandierungen eine einwandfreie Auskunft geben.

3.) Eine weitere Abschwächung erfährt der Föhn bei einer Wanderung der Lentikularis nach SSW, auch ist dann meist in wenigen Stunden ein Erlöschen seiner Auswirkung zu erwarten gewesen. Die Piloten Schiemann und Kotz berichten hierzu über eine Föhnecke bei und westlich Troppau in guter Übereinstimmung mit den Bodenbeobachtungen von Leobschütz, Neiße und Ziegenhalz. Jedoch ist hierbei nicht ganz klar, ob das Altvatermassiv oder der östliche Teil des Glatzer Gebirges für die Entstehung diese Föhnlage in Rechnung zu stellen ist.

4.) Endlich tritt zuweilen am Osthorizont und Westhorizont eine Lentikularisart auf, die einer von N nach S verlaufenden Divergenz in der freien Atmosphäre zuzurechnen ist. Dieser Zustand bedeutet für den Luftverkehr keine wesentliche Behinderung. Der Wetterzettel enthält in diesem Falle höchstens den Hinweis:"stärkere Vertikalbewegung infolge Absinken der Luft."

Wenn auch die Föhnwetterlage im oberschlesischen Industriebezirk als typische Schönwetterlage aufzutreten pflegt, so ist doch nicht zu verkennen, daß für die Flugstrecke Gleiwitz - Wien die an der Stauseite auftretenden Niederschläge und tiefliegenden Wolken zusammen mit den bei südlichen Winden zu beobachtenden Pressungseffekten im Marchtale für streckenunkundige Piloten eine nicht zu unterschätzende Erschwerung, insbesondere für Niedrigflüge, bedeuten.

Aus diesen Erörterungen dürfte jedenfalls der Schluß gezogen werden können, daß der experimentellen Aerologie hier eine dankbare Aufgabe zufällt.

Insbesondere würde die Sondierung der freien Atmosphäre vor und hinter der Hinderniswoge die Festlegung

des zugehörigen Hindernisses gestatten und damit der Diagnose wie der Prognose der Kleinwetterlage in ihrer Beziehung zur Großwetterlage den Weg bereiten helfen.

---

1) A. Defant, Met. Zeitschr. 1906 periodische Temperaturschwankungen bei Föhn und ihr Zusammenhang mit stehenden Luftwellen.
2) W. Peppler, Fronten in Süddeutschland, Wetter 1925,4.
3) O. Moese, Radiation und Fronten, Wetter 1925/12.
4) A. Wegener, Über turbulente Bewegungen in der Atmosphäre, Met. Zeitschr. 1912/2.
5) M. Margules, Über die Änderung des vertikalen Temperaturgefälles durch Zusammendrückung oder Ausbreitung einer Luftmasse. Met. Zeitschr. 1906.

b) Zur V B-Lage.

Die Beobachtung der Wetterlage, welche im engen Zusammenhang mit der van Bebberschen Zugstraße V B eines Tiefdruckgebietes zu stehen pflegt, [1) 2)] muß für die Flugwetterwarte Gleiwitz von um so größerer Bedeutung sein, als diese Wetterlage dem Flugverkehr in Richtung Breslau, wie auch in Richtung Wien, außerordentliche Schwierigkeiten bereitet.

Jedoch konnten derartige Beobachtungen erst systematisch durchgeführt werden, nachdem nicht die Zugstraße, sondern die zugehörige Wetterlage erfaßt und in ihrem Verlaufe festgelegt wurde. Unter diesem Gesichtspunkte kann die Darstellung der V B-Lage auch nicht nur die intensivsten Auswirkungen dieser Wetterlage, wie sie etwa in den Sommerhochwassern der Oder [1) 3)] zum Ausdruck kommen kann, berücksichtigen; sie muß auch solche Intensitäten erfassen, die keine oder nur geringe Beiträge zum Wasserstande im Oder-Weichsel-Quellgebiete zu liefern vermochten und dennoch vom meteorologischen Standpunkte aus jenem Witterungstypus zuzurechnen sein.

Wenn vom Gleiwitzer Flugplatze aus bei Strömungen aus SSW, aus S oder SE nicht wie sonst am Horizont in diesen Richtungen lentikularisförmige acu-Wogen gesich - tet wurden, sondern aus diesen Richtungen sehr tief lie- gende walzenförmige frni heraufzogen, denen in einigen Fällen astr voraufgegangen sein konnte, so lag mit Si - cherheit eine Zyklone vor, deren Zentrum im Süden des Industriegebietes zu suchen war. War bei dem ersten Auf- merken, z.B. am frühen Morgen, bereits die graue Wolken- decke vorhanden, die Richtung, aus der der Wolkenaufzug stattgefunden hatte, also nicht mehr beobachtet worden, so genügte das Auflassen eines einfachen Kinderballons zur Feststellung der Strömungsrichtung an der unteren Wolkengrenze, um noch nachträglich aus dieser Strömungs- richtung auf die Lage des Störungszentrums schließen zu können.

Versuchte man von dieser Beobachtung aus die Wet - terkarte zu analysieren, so ergab sich in der Nähe der südlichen Grenze Schlesiens ein meist flaches Tiefdruck- gebiet und im allgemeinen Strömungsfelde eine Singulari- tät mit konvergentem Strömungsverlauf in seiner Umge - bung, womit meist stärkere Kondensation und eine gewisse Niederschlagsbildung verbunden war. Beide waren auf der Europakarte (im Maßstab 1: 10 000 000) nur schwer fest - zulegen, jedoch konnte zuweilen aus den Angaben der die Strecke Gleiwitz - Wien befliegenden Piloten auf die La- ge dieses Störungszentrums und seine Bahn geschlossen werden.

Dabei ergab sich eine z.Zt. noch nicht befriedi - gend geklärte Besonderheit: Zumeist wurde diese Störung zuerst festgestellt im Donautale, etwa im Raume Kloster Melk - Wien - Preßburg. Sie ging nach längerem Verweilen in das Gebiet Mähr. Weißkirchen - Olmütz - Prerau über, wo sie längere Zeit verblieb. Alsdann wanderte sie in den Raum Olmütz - Troppau - Gleiwitz - Krakau, von wo sie nach häufig mehrtägigem Aufenthalt in verhältnismä -

ßig raschem NE-Laufe Polen durchzog. Stärkere Zyklonen nahmen eine von Prag etwa ostwärts gerichtete Bahn in den Raum Olmütz - Prerau und bogen in der Gegend von Krakau nach Norden ab, bezw. nahmen einen mehr östlichen Weg.

Nach Aussagen der Verkehrspiloten trafen sie ins - besondere in den Gebieten stärkerer Niederschlagsintensität erheblich turbulente Strömungen an, die die Navigation in diesen Mittelgebirgen sehr erschwerten, umsomehr als tiefherabhängende frni - Fetzen die Sicht zeitweise stark beeinträchtigten. Es ist nicht ganz klar, ob diese Turbulenz primär als Pressungseffekt im Oder- und Marchtal erzeugt wurde und dadurch die verstärkten Nieder - schläge hervorbrachte, oder ob durch einen noch unbe - kannten Effekt zunächst das Abregnen bewirkt wurde und alsdann die Turbulenz als Ausgleichsströmung in die Er - scheinung trat. Es scheint die erstgenannte Erklärung mehr für sich zu haben. Es konnte, wie aus den obigen Betrachtungen über den Südföhn entnommen werden kann, nämlich bei gleicher allgemeiner Strömungsrichtung eine noch stärkere Turbulenz bei abgleitenden föhnerzeugenden Luftmassen beobachtet werden, wie in diesem Falle auf - gleitender Warmluftmassen.

Nachdem die Piloten auf die Eigentümlichkeiten derartiger Pressungseffekte hingewiesen waren, konnten sie in einigen Fällen durch Aufsteigen über das Turbu - lenzgebiet eine ruhigere Strömung gewinnen. Jedoch ist diese Maßnahme infolge tiefliegender Wolken meist un - durchführbar und die Durchführung des Fluges im Niedrig- fluge bleibt damit in Frage gestellt. Außerhalb des Gebietes der Mittelgebirge, also auf der Strecke Gleiwitz- Breslau, pflegt die Turbulenz ganz nachzulassen; ihre Grenze wird ungefähr durch die auch sonst bemerkenswerte Wetterscheide Altvater - Annaberg (bei Groß Strehlitz) gekennzeichnet.

Sehr schwierig wird die Analyse der V-B-Lage in

den häufigen Fällen, wo das Zentrum der Störung im Raume Olmütz - Prerau - Mähr. Weißkirchen oder Olmütz - Troppau - Gleiwitz - Krakau verweilt und die zugehörigen Störungskomplexe sich mit den aus westlicher Richtung kommenden einer bald im Norden verlaufenden Zyklonenbahn vereinigen. Im allgemeinen pflegt die Aufgleitbewölkung einer nördlichen Zyklone aus mehr südwestlicher bis westsüdwestlicher Richtung aufzuziehen; in dem vorhin erwähnten besonderen Falle können aus der Zugrichtung der Wolken keine eindeutigen Schlüsse auf die Lage des Störungszentrums gezogen werden.

Hat das Störungszentrum die Weichsellinie auf seiner nach N oder NE gerichteten Bahn überschritten,so ist nur dann mit Sicherheit noch auf die V-B-Lage zu schließen, wenn die eingehenden Wettermeldungen den Schluß zulassen, daß das Aufgleiten von N oder NE hei stattfindet, wir uns also auf der Westseite oder Südwestseite der Zyklone befinden.

Was nun die Beziehung dieser Wetterlage zu den vermehrten Niederschlägen im Quellgebiet der Oder und Weichsel angeht, so dürfte die Anreicherung der auf ihrer südlichen Bahn die Adria überstreichenden Warmluftmassen nicht genügen, um die besonders ergiebigen Niederschlagsmengen in einzelnen Gebieten, u.a.im Oder/Weichsel-Quellgebiet zu erklären; vermutlich dürfte die Turbulenz und das durch die Orographie bedingte längere Verweilen des Störungszentrums in diesen Gebieten hinzukommen müssen. Aerologische Aufstiege in diesen Gebieten dürften daher zum näheren Studium dieser Erscheinungen Erhebliches beitragen können.

---

1) Met. Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder von G. Hellmann und G.v. Elsner.
2) Die Witterung in Polen unter dem Einfluß der Zugstraße V B, Dr.J.Kölzer,Met.Zeitschr. 1/2 1918.

3) Über die Niederschläge der V B - Depressionen von W. König, Bericht des Preuß. Met. Instituts 1926.

Nr.13: Studienassessor H o l z e r
Bericht über den Besuch einiger Meldestellen in Niederbayern und im bayerischen Wald am 31.5. und 2.6.1928.

Nr.14: H. F ä h r m a n n
Bericht über den Besuch der Flugwettermeldestellen Freiberg, Oederan, Johanngeorgenstadt, Reitzenhain, Deutsch-Neudorf und Fichtelberg.

Nr.15: H. F ä h r m a n n
Bericht über die von Dresden ausgehenden Fluglinien.

Nr.16: Dr. N o t h
Bericht über den Besuch der Meldeämter der Strecke Berlin - Breslau.

Nr.17: Dr. N o t h
Bericht über einen Flug Berlin - Breslau am 14. April 1928.

Nr.18: Dr. D i n k e l a c k e r
Ein Vergleich der Stuttgarter Flugstrecken untereinander.
(Zusammengestellt von der Flugwetterwarte Böblingen nach den Erfahrungen des Sommerluftverkehrs 1927.)

Nr.19: Dr. D i s s e l k a m p
Bericht über Turbulenzwolken im Lee eines Gebirges mit Abb.12.

Anläßlich eines Fluges auf der Strecke Dortmund - Frankfurt am 6. Juli 1928 hatte ich Gelegenheit,am Taunus eine merkwürdige Erscheinung zu beobachten. Unter dem Einflusse eines über Frankreich liegenden Teiltiefs herrschten in Westdeutschland südliche bis südwestliche Winde von durchschnittlich 20 bis 30 km/h. Niedrige Wolken wurden auf der Strecke nicht angetroffen. Von Westen

her breitete sich jedoch schnell eine Altostratusdecke aus. Die Sicht betrug nach Osten hin 20 bis 50 km, nach Westen nur etwa 10 km. Etwa 15 km nördlich vom Feldberg im Taunus bemerkte man einige etwa 800 m hohe Cumulus - wolken, die anfangs den Eindruck sich auflösender Frak - to-Cumulus machten, später aber zu einer immer dichter werdenden Cumulusdecke zusammenflossen. Der Feldberg selbst war in einer dicken Wolkenhaube, und etwa auf der Mitte zwischen Taunus und Frankfurt waren keine Cumuluswolken mehr vorhanden. Unsere Maschine, die am östlichen Rande des Wolkengebietes vorbeiflog, bekam bei Annähe - rung an den Taunus trotz starken Drückens einen großen Auftrieb und wurde schnell von 900 auf 1400 m gehoben. Es konnten trotz dieser Höhe einzelne Rauchfahnen beobachtet werden, die ausnahmslos nördlichen Bodenwind an - zeigten. Auch hinter dem Taunus, zwischen Frankfurt und dem Feldberg, schienen nördliche Bodenwinde vorzuherr - schen. Daraus geht hervor, daß sowohl die über dem Taunus, als auch vor dem Taunus, über der Idsteinsenke la - gernden niedrigen Wolken als Hinderniswolken anzuspre - chen sind. Im Luv des Gebirges bei Frankfurt lag ein kurzer kräftiger Wirbel, der auf dem Gebiete zwischen Main und Taunus nördlichen Bodenwind hervorrief und durch Hebung der von Süden heranströmenden maritimen Luftmassen den Taunus in Wolken einhüllte. Daß im Lee ein ähnlich kräftiger, nur viel flacherer Wirbel lag, geht aus den ebenfalls nördlichen Bodenwinden und der sich bis 20 km nordwärts erstreckenden Cumulusdecke her-vor. Eine scharfe Begrenzung im Norden war nicht vor - handen, die Wolken lösten sich langsam und ungleichmä - ßig wieder auf. Daraus ist zu schließen, daß im Lee des Gebirges keine starken Abwinde vorhanden waren und die nördliche Begrenzung des Leewirbels kaum feststellbar bezw. überhaupt nicht vorhanden war. Aus dem großen Auftrieb, den das Flugzeug kurz vor dem Gebirge erfuhr, ist weiter zu schließen, daß die Hebung der Luftmassen in -

folge der Stauung am Gebirge erst etwa 5 km jenseits des Gebirgskammes ihr Maximum erreicht. Natürlich wird diese Entfernung je nach der Windgeschwindigkeit verschieden sein. Am 6. Juli betrug sie in 1000 m Höhe etwa 30bis 40 km/h. Auch die vertikale Durchmischung der Atmosphäre wird von erheblichem Einfluß auf die Ausbildung und Form der Luv- und Leewirbel sein. Unsere Beobachtungen wurden morgens gegen 9 Uhr angestellt. Leider war es nicht möglich, etwas über die Art der Erscheinung zu erfahren,als später starke Böigkeit und Gewitterneigung einsetzte. Es wäre interessant, weiteres Material zu sammeln, um die Zusammenhänge zwischen Windgeschwindigkeit vertikaler Durchmischung und Form und Ausdehnung von Hinderniswolken klarzulegen. Meines Wissens sind bisher selten Hinderniswolken beobachtet worden, die sich derart weit im Windschatten des Gebirges erhielten.

Nr.20: Dipl.Ing. Hermann J o h n
Bericht über vier Streckenflüge am 3., 4., 5. Juli 1928: Erfurt - Hannover - Schkeuditz - Gera - Erfurt. (Kälteeinbruch vom 4. Juli 1928).

Nr.21: Dr.K. K e i l und Dr.H. K i r s t e n
Berichte über den Kaltlufteinbruch vom 4. Juli 1928).
1. Der zeitliche Verlauf des Kaltlufteinbruches mit Abb. 13 - 15.

Das beim Höhenwetterdienst gesammelte Beobachtungsmaterial des deutschen Flugwetterdienstes über den Kaltlufteinbruch am 4.7.1928 gab bereits bei einer ersten Durchsicht sehr interessante Einblicke in Entwicklung und Wanderung dieser Erscheinung, die an vielen Orten Deutschlands großen Schaden angerichtet hat: es sei nur an Berlin und Gleiwitz erinnert, wo von schweren Verwüstungen berichtet wurde.

Das Studium eines derartigen Einbruchs mußte wissenschaftlich großes Interesse erwecken. Bei dem Sturm

am 4.7.bot sich insofern ein besonderer Vorteil, als das Ganze während des Tages vor sich ging. Die Beobachtungsstellen des Flugwetterdienstes konnten deshalb eine große Menge von Beobachtungen sammeln, die auf die interessante Erscheinung Bezug haben.

Insgesamt sind Registrierbeobachtungen von 31 Stellen und Augenbeobachtungen von 253 Laienbeobachtern zur vorläufigen Verarbeitung gekommen, dazu treten noch eine größere Zahl von Berichten über besondere Erschei - nungen.

In dieser ersten Mitteilung soll zunächst nur der zeitliche Verlauf kurz dargestellt werden, während wei - tere Bearbeitungen bereits im Gange sind.

Als einfachste Form der Darstellung des Verlaufs des Kaltlufteinbruchs während des 4. Juli ist eine Karte gewählt worden, in der Linien gleicher Eintrittszeit der Störung gezeichnet sind (Isochronen). Dabei wurden ein - mal Registrierungen - in erster Linie von Druck, Tempe - ratur und Wind - herangezogen, dann aber auch die Beob - achtungen der Strecken- und Gefahrenmeldestellen des Flugwetterdienstes benutzt, die sehr gut in das Netz der Registrierbeobachtungen paßten. Bei den Registrierbeob - achtungen des Windes entstand eine gewisse Unsicherheit in der Zuordnung der einzelnen Böen zueinander dadurch, daß sie in mehreren Staffeln einsetzten.

Die in der Karte eingezeichneten Linien mit Stun - denbezeichnung sind daher absichtlich etwas dick gehal - ten, um derartige Schwankungen auszugleichen. Im ganzen aber gewinnt man das Bild, daß der Kaltlufteinbruch vom frühen Morgen an gleichmäßig von Westen nach Osten fort- schreitet. Kleine Störungen für die Ereignisse in Boden- nähe bilden die Gebirge wie z.B. Rothaargebirge und Harz gegen 9 und 11 Uhr.

Es ist auffallend, daß südlich des Mains am 4.7. von einem Kaltlufteinbruch nichts zu bemerken war und daß ebenso an der Küste keine Wirkungen festgestellt

werden konnten, die denen in Mitteldeutschland ähnlich wären. In Hamburg, also in einer Entfernung von 300 km von Berlin, liefert die Druckregistrierung ein wesentlich anderes Bild (s.Abb.13). Einer Luftdruckänderung während des Tages von 12 mm in Berlin steht eine Schwankung des Druckes von 4 mm in Hamburg gegenüber. Aus der Abbildung wird auch die Verschiedenartigkeit der Luftdruckkurve deutlich, die gerade auf einer Linie Hamburg-Hof geringe Luftdruckänderungen, dann starke Gegensätze und zuletzt wieder geringere Schwankungen zeigt.Bleibt man aber in dem Gebiet, in dem der Sturm tatsächlich seine Kraft voll entfaltete, so erhält man auch ähnliche Barographenkurven, nur daß diese zeitlich von Westen nach Osten verschoben sind (Abb.14). Das Luftdruckminimum erscheint in Essen gegen 6 Uhr, in Hannover gegen 9 Uhr 30, in Magdeburg 11 Uhr 45, in Berlin um 13 Uhr 45 und in Königsberg um 19 Uhr. Die Zuggeschwindigkeit nach den Zeiten von Essen und Königsberg berechnet, ergäbe also rund 1000 km in 13 Stunden oder eine Stundengeschwindigkeit von 77 km, d.h. etwas mehr als 20 msk,eine durchaus plausible Zahl.

In der Abbildung 14) wird aber ähnlich wie in Abbildung 13) eine allmähliche Zunahme in den Gegensätzen erkennbar: einer noch ziemlich flachen Luftdruckkurve in Essen und Hannover stehen sehr spitze Kurven in Magdeburg und Berlin gegenüber, während in Königsberg die Kurve wieder abgeflacht ist.

Nach Süden zu liegen die Verhältnisse etwas anders: denn während südlich des Mains am Boden von einem Kaltlufteinbruch ebenso wenig wie an der Küste bemerkbar wird, bleibt die Luftdruckänderung ähnlich groß, wie in Norddeutschland (z.B.Fürth 12 mm). Hier handelt es sich also offenbar um Vorgänge in der Höhe. Die Luftdruckregistrierungen weisen weiter aber daraufhin, daß der Einbruch kälterer Luft in der Höhe bereits wesentlich früher erfolgte, als in Norddeutschland: in Böblingen 3.30^{h}

in München 7 Uhr, in Fürth 8 Uhr 45. Dieses Ergebnis reizt zu einer aerologischen Untersuchung, die daher ebenfalls im Höhenwetterdienst bereits in Angriff genommen ist.

Am 4. Juli bildet also der Rand der mitteldeut - schen Gebirge etwa von Frankfurt über Hof-Dresden nach Oberschlesien die Grenze des Sturmgebietes und des Kaltlufteinbruches am Boden nach Süden hin. Im Gebiet dieser Grenze bleibt der Kaltlufteinbruch "hängen", die Iso - chronen liegen in dem Grenzgebiet west-östlich, während sie weiter im Norden nordsüdlich verlaufen. Zu beachten sind aber auch die bereits oben erwähnten Störungen an den Gebirgen, deren Erkennung dem sehr umfangreichen Material zu danken ist, das auch derartige Unregelmäßigkeiten schon bei unserer ersten Darstellung des zeitlichen Verlaufs verrät.

Nr.22: Dr. H. W ö r n e r
Bericht über die Marinenachrichtenstelle "Strandbake" auf Wangerooge.

Nr.23: Dr. Herbert K i r s t e n
Die Temperaturen über Deutschland am 4.Juli 1928, mit Abb. 16 - 27.

Da die aerologische Bearbeitung der Wetterlage des 4. Juli 1928 wegen Mangel an Registrieraufstiegen erhebliche Schwierigkeiten bietet, soll in folgendem der Verauch gemacht werden, durch Verwendung der äquivalent - potentiellen Temperaturen die Beobachtungen der Bergstationen direkt in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.Die Verwendung der potentiellen Temperaturen reicht bei den verwickelten Feuchtigkeitsverhältnissen eines solchen Tages nicht aus, etwaige Luftmassen von einander zu un - terscheiden. Noch weniger genügen den zu stellenden An - sprüchen die wahren Temperaturen (absolute Temperatur -273°). Zum Beweise dessen seien im folgenden die Iso - thermen der wahren und die der äquivalent-potentiellen Temperaturen gegenübergestellt.

Daß die Isothermen der wahren Temperatur mit den Temperaturwerten der Bergstationen nicht kombiniert werden können, leuchtet ohne weiteres ein. Dagegen können die Beobachtungen der Bergstationen beim Verwenden der äquivalent-potentiellen Temperaturen für Höhen bis etwa 1000 m die fehlenden Registrieraufstiege bis zu einem gewissen Grade ersetzen, so daß die aus den Bergtemperaturen gewonnenen äquivalent-potentiellen Temperaturwerte unmittelbar zum Zeichnen der Isothermen der äquivalent - potentiellen Temperatur mitverwendet werden können. Bei der Behandlung des Wetters vom 4. 7. 28 füllen so die Beobachtungen der Bergstationen eine unangenehme Lücke im Beobachtungsnetze in West-Mitteldeutschland aus. Naturgemäß muß dabei berücksichtigt werden, daß eine Front rein thermisch an einer Bergstation je nach deren Höhenlage erst mehr oder wenig später durch die Temperatur - änderung bemerkbar wird als an den benachbarten Boden - stationen, da dies vom Neigungswinkel der Grenzfläche, der Horizontalgeschwindigkeit und besonders der Mächtigkeit der Kaltluftmasse abhängig ist. Für die Mächtigkeit einer Kaltluftmasse ergeben die äquivalent-potentiellen Temperaturen der Bergstationen naturgemäß nur Grenzwerte; aber sie erlauben doch, aus der Zeitspanne, die verfließt, bis eine Front, die eine benachbarte Bodenstation passiert hat, auf dem Berge in der äquivalent-potentiellen Temperaturänderung bemerkbar wird, Schlüsse auf die Energie und Mächtigkeit des Kaltlufteinbruches zu ziehen.

Die äquivalent-potentielle Temperatur ist im folgenden errechnet nach der Formel*):

$$A_w = T + \frac{1570}{b} e,$$ wobei T die potentielle Temperatur,
b der Luftdruck in mm und
e der Dampfdruck in mm ist.

Da die Werte der äquivalent-potentiellen Temperatur hier nur in ganzen Graden benötigt wurden, so sind

*) Robitzsch, Met. Zeitschr.1928, S.313.

die Druckwerte der Bodenstationen unverändert in die Berechnung übernommen worden, während die Druckwerte der Bergstationen auf deren Seehöhen zurückgerechnet wurden.

I.) Die Isothermen der wahren Temperaturen am 4. 7. 28.

Die Karten der Isothermen der wahren Temperatur werden im folgenden kurz zur Behandlung kommen, da, wie schon oben angedeutet, alle Einzelheiten des Witterungsverlaufes in ihnen nur verwischt erscheinen, während die Isothermen der äquivalent-potentiellen Temperatur einen tieferen Einblick in die Vorgänge gestatten. Doch sei trotzdem auf die einzelnen Termine eingegangen:

5 Uhr:

Eine schwache Unstetigkeit in der Temperaturverteilung läßt sich etwa von der Mainmündung bis in die Gegend von Westbrandenburg verfolgen. Auf eine Front mit deutlich erkennbarer Lage ist jedoch aus dem relativ schwachen Gradienten zwischen Nord- und Süddeutschland nicht zu schließen, zumal die Karte eines so frühen Termins stets mit Vorsicht bewertet werden muß.

7 Uhr:

Um ein wenig klarer zeigt sich in dieser Karte,daß Westdeutschland bis zur Mainlinie unter Kaltluft liegt, deren östliche Begrenzung etwa in Westsachsen-Anhalt zu suchen ist. Schlesien bietet das typische Bild von Wiedererwärmung nach nächtlicher Austrahlung; die Temperatur-Gegensätze nehmen zu.

9 Uhr:

Süddeutschland und Schlesien weisen einen gegen die beiden vorhergehenden Termine noch weiter verstärkten Gradienten auf, aus dem sich ein geringer Unterschied in der Einstrahlung erkennen läßt. Die Stärke des Gradienten beweist die Existenz eines Kaltlufteinbruches, doch läßt die Lage dieser Front sich aus der Karte nicht mit Genauigkeit ermitteln. Dagegen macht sich nun der Hauptkaltlufteinbruch des Tages deutlich bemerkbar. Seine Lage zu bestimmen, verwehrt aber die Lücke des Be-

obachtungsnetzes in West-Mitteldeutschland. Der Gradient von der Linie Main-Hof-Magdeburg zur Linie Aachen-Ham - burg beträgt im Mittel 6°. Dagegen Gleiwitz-Breslau 7°, München-Hof ebenfalls 7°. Über einen Unterschied im Energieinhalt auf Grund einer Temperaturdifferenz und deren Betrages sagen die Isothermen mithin nichts aus.

11 Uhr:

In dieser Karte sind die Temperaturunterschiede zwischen Süddeutschland-Schlesien und Mitteldeutschland einerseits und zwischen Mitteldeutschland und westlichem Norddeutschland andererseits wiederum ziemlich gleich, ja der Gradient im Süden und Südosten ist sogar etwas grö - ßer. Man erkennt allerdings ein Vordringen kalter Luft in Franken und Schlesien, jedoch sind die Temperaturun - terschiede, die dieses Vordringen bewirkten, so gering, daß aus den einzelnen betrachteten Karten eine Kalt - front in diesen Gegenden nicht erkennbar wird. Einstrahlungswirkung allein schon kann die Ursache für noch größere Unterschiede in der Temperaturverteilung sein.

14 Uhr:

Der Haupt-Kaltlufteinbruch wird jetzt erst, da er die Lücke des Beobachtungsnetzes hinter sich hat, deut - lich sichtbar. Die Gradienten in Bayern und Schlesien sind verschwunden, ohne daß die Gebiete, die zuvor die Spitzentemperaturen aufwiesen, eine Abkühlung erfahren hätten. Mit anderen Worten: das Gebiet des ersten Kalt - lufteinbruches, der schon um 9 Uhr in einem deutlichen Gradienten (in Süddeutschland und Schlesien) erkennbar war, ist erwärmt worden. Gegen 11 Uhr beträgt die Erwärmung rund 5°. Besonders interessant ist der geringe Temperaturunterschied zwischen München und Fürth (2°) im Gegensatz zu dem 11 Uhr-Termin der äquivalent-potentiellen Temperaturkarten, auf den später eingegangen wird.

17 Uhr:

Diese Karte läßt nichts Wesentliches mehr erken - nen. Nur ein neues Auftreten eines Gradienten etwa längs

der Donau, während in Schlesien kein Gradient mehr zu erkennen ist. Auch darauf wird beim Besprechen des gleichen Termins der äquivalent-potentiellen Temperatur noch eingegangen werden.

II.) Die Isothermen der äquivalent-potentiellen Temperatur.

Auf diese Karten sei näher eingegangen, denn die Isothermen der äquivalent-potentiellen Temperatur gestatten einen wesentlich tieferen Einblick in die Vorgänge; geben besonders auch wie schon oben erwähnt, die Mög - lichkeit, mittels der äquivalent-potentiellen Temperaturen der Bergstationen die Lücke des Beobachtungsnetzes im Westen zu schließen und Schlüsse auf die Mächtigkeit der Luftmassen zu ziehen.

5 Uhr:

Trotzdem dieser Termin nur ein sehr bedingtes Bild der Temperaturverteilung zu liefern pflegt, ist doch auf der Karte deutlich zu erkennen, daß das westliche Nord - deutschland von kalter Luft bedeckt ist, deren äquiva - lent-potentielle Temperatur unterhalb 30 äquivalent-pot. liegt. Dieser Luftmasse ist ein Kissen etwas wärmerer Kaltluft im Südosten vorgelagert von etwa 35 äquivalent-potentiell. Die Grenze dieses Kissens gegen Süd und Ost, aus den nachfolgenden Karten dem Bewegungssinne nach als Einbruchsfront erkennbar, zieht sich vom mittleren Main über Thüringen bis nach Anhalt. Vom zweiten, stärkeren Einbruch, der um diese Zeit, infolge der noch nicht so krassen Temperaturgegensätze noch verhältnismäßig schwach, westlich des Rheins liegt, ist noch nichts zu erkennen.

7 Uhr:

Die nunmehr vorhandenen Beobachtungen der Bergstationen zeigen die geringe Mächtigkeit des ersten Kalt - lufteinbruches: Wasserkuppe (44° äquiv.-pot.)und Brocken (45° äquiv.-pot.) ragen aus ihm heraus. Die Front ist in langsamem Vordringen nach Südosten begriffen, kommt aber

nicht über die Mainlinie hinweg, während sie im Frei - staat Sachsen und in Südbrandenburg unter Gewitterbil - dung gegen das um 10 - 15° äquiv.-pot. wärmere Gebiet vorrückt. Von dem zweiten Einbruch ist auf dieser Karte noch nichts zu sehen.

9 Uhr:

Der erste Einbruch hat die Lausitz und Niederschlesien erreicht; hier kommt es trotz der aus der 7 Uhr - Karte ersichtlichen geringen Mächtigkeit der kalten Luft doch infolge außerordentlich starker Überhitzung der davor liegenden Luft - in Niederschlesien sind die äquivalent-potentiellen Temperaturen bis auf 58° gestiegen - zu sehr zahlreichen Mittelgewittern. Im Fränkischen und in der Oberpfalz gehen die äquivalent-potentiellen Tem - peraturen nur sehr langsam zurück, da hier die zunehmende Seehöhe und die wesentlich geringeren Temperaturge - gensätze - Bayern hat nur etwa 44° äquivalent-pot. - die energiearme Kaltluft nur langsam vordringen läßt.

Der zweite Einbruch läßt sich jetzt deutlich er - kennen. Die äquivalent-potentiellen Temperaturen im Rheinland und in Westfalen sind um 10° äquivalent-potentiell und mehr zurückgegangen, während z.B. Frankfurt noch einen Zuwachs von 3° äquivalent-pot. verzeichnet. Beobachtungen der Bergstationen sind von diesem Termin leider nicht vorhanden. Die genaue Lage der Front im Gebiete der westlichen Mittelgebirge läßt sich daher nicht feststellen.

11 Uhr:

Die Front des ersten Kaltlufteinbruches ist jetzt schon nicht mehr deutlich zu erkennen. Diese Kaltluft - masse ist durch Einstrahlung stark erwärmt worden, wie die Zunahme ihrer äquivalent-pot. Temperatur eindeutig zeigt: Im nördlichen Süddeutschland ist sie auf über 40° äquivalent-potentiell, in Schlesien sogar bis auf über 45° äquivalent-potentiell angestiegen. Dieses An - steigen kann nur starke Einstrahlung zur Ursache haben,

denn lediglich eine Wasserdampfaufnahme durch Verdun - stung von gefallenem Niederschlag liefert nur sehr ge - ringe Beträge an Temperaturdifferenzen*). Die Gewitter - tätigkeit im Gebiete der damit sehr abgeschwächten Ein - bruchsfront hat darum auch aufgehört.

Die Front des zweiten Kaltlufteinbruches hingegen wird zu dieser Zeit deutlich in einem Gebiet mit unge - wöhnlich starkem Gradienten (um 25°) der äquivalent-po- tentiellen Temperatur sichtbar. Die geringe Mächtigkeit des ersten Einbruches und die dadurch ermöglichte ra - sche und sehr hohe Erwärmung vor dem zweiten Einbruch - sind doch sowohl in der Mark Brandenburg und der Pro - vinz Sachsen als auch schon dicht hinter der ersten Front in Niederschlesien die äquivalent-potentiellen Temperaturen auf 50° und darüber angestiegen - bedingen die rasche Zunahme des sonst - wie z.B. in Franken (12° äquivalent-potentiell) - erheblich schwächeren Gradien- ten. Andererseits läßt dieser krasse Temperaturunter - schied schon um diese Zeit die Wahrscheinlichkeit er - kennen, daß die ohnehin energiereiche zweite Kaltluft - masse den schwächsten Widerstand in östlicher Richtung finden muß und darum in dieser Richtung auch die stärk- sten Wirkungen des Vordringens zu erwarten stehen. Die genauere Lage der Front läßt sich diesmal mit Hilfe der Beobachtungen der Bergstationen mit ziemlicher Sicher - heit feststellen: die äquivalent-potentielle Temperatur des Kahlen Astens ist um 5° äquivalent-potentiell zu - rückgegangen, die Front hat ihn also schon umschritten; aus der noch niedrigen äquivalent-potentiellen Tempera- tur der Luftmasse (ca 30°) läßt sich also schließen,daß die Mächtigkeit nach Westen zu noch zunehmen muß. Der Brocken und die Wasserkuppe zeigen noch keinen Rückgang der äquivalent-potentiellen Temperatur, Magdeburg hat

---

*)Auf diese Frage beabsichtigt der Berichterstatter an anderem Ort näher einzugehen.

ebenfalls noch die hohe äquivalent-potentielle Tempera - tur von etwa 43°. Der Taunus hingegen weist eine Abnahme der äquivalent-potentiellen Temperatur um 10° auf. Be - rücksichtigt man diese Verhältnisse, so ergibt sich für die Front als wahrscheinliche Lage: (Frankfurt hat 45° äquivalent-potentiell) Taunus-westlich der Rhön vorüber- bis zum West - oder Mittelharz.

14 Uhr:

Das kräftige Vordringen der Kaltluft und ihre er - hebliche Mächtigkeit zeigt sich beispielhaft deutlich aus dieser Karte. Sämtliche Mittelgebirge im Westen sind in der kurzen Zeit von der kalten Luft überflutet worden. Im Süden hat sie Frankfurt und Würzburg erreicht - die Temperaturabnahme beträgt hier 11 - 15° äquivalent-po - tentiell -, im Südosten ist sie bis Dresden vorgedrungen (-6° äquiv.-pot.) - das Erzgebirge aber hat sie (Fich - telberg noch immer 45° äuqivalent-potentiell)nicht über- schreiten können; sie staut sich also dort an und ver - stärkt noch die Energie, mit der sich nun der Kalktluft- strom in das überhitzte Gebiet von Brandenburg-Schlesien (um 50 äquiv.-pot.!) ergießt; seine Gewalt erhellt aus den Augenzeugenberichten. Hingegen wird nach Süden zu die Kaltluft, obwohl auch hier die Temperaturgegensätze erheblich sind, infolge des kleineren Gradienten und wohl auch durch die zunehmende Seehöhe am Vordringen ge- hindert. Die Zunahme der Temperatur in Süddeutschland südlich der Donau ist auch erst viel später erfolgt als im Osten, wo wir die höchsten äquivalent-potentiellen Temperaturen bereits um 9 Uhr finden, während in Ober - bayern erst um 11 Uhr äquivalent-potentielle Temperatu - ren auftreten, die über 50° liegen, wobei aber auch die große Seehöhe als Ursache mitwirkt.

17 Uhr:

Nun befinden sich alle Bergstationen der Mittelge- birge, auch der Fichtelberg (34° äquivalent-potentiell), in der Kaltluft von 30 - 33° äquivalent-potentiell. Ein

einwandfreier Beweis - falls es eines solchen bedurft hätte - für die große Mächtigkeit des Kaltluftstromes.In Oberschlesien zeigen sich die letzten - und höchsten - Temperaturgegensätze: Gleiwitz 59°, Breslau ca 50° und Grünberg ca 31° äquivalent-potentiell. Diese außeror - dentlich kontrastreichen Verhältnisse lassen erwarten, daß das elementare Ereignis seine größte Wucht in Oberschlesien zeigen würde, wie denn auch in Gleiwitz die maximale Windstärke des Tages von über 40 msk während einer Dauer von 5 Minuten registriert wurde.

III.) Zusammenfassung.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, daß die schroffen Gegensätze in der Verteilung der äquivalent - potentiellen Temperatur nur dadurch gut herausgekommen sind, daß so relativ zahlreiche Registrierungen einigermaßen genaue Feuchtigkeitsangaben, wie sie der Schwedenschlüssel bietet, sind ungenügend für eine eingehende Behandlung der Verteilung der äquivalent-potentiellen Temperaturen*). Eine genauere, aber mindestens auf 2% genaue, Angabe würde, wie diese Zusammenstellung nachzuweisen versuchen soll, auch prognostisch ein gutes Hilfsmittel werden können. Für die gewöhnliche Einstrahlung ohne Verdampfung ist die absolute Temperatur ein hinreichend genaues Maß, sobald aber infolge der Einstrahlung - also ohne Entziehung der Verdampfungswärme aus der Luft, und noch darüber hinaus unter zusätzlicher Erwär - mung dieser, eine Wasserdampfaufnahme der Luft eintritt, sagt darüber die wahre Temperatur nichts aus. Erst aus der äquivalent-potentiellen (- wenn man die Bergstationen nicht benutzt, genügt natürlich auch die äquivalen - te -) Temperatur, ergibt sich, wo und in welchem Maße eine solche Änderung des Wärmeinhaltes stattgefunden hat. Man könnte zum gleichen Zwecke auch daran denken,die Wer-

---

*) s. auch Troeger, Mitteilungen des Aeronautischen Ob - servatoriums, Seite 165.

te von Temperatur und spez. Feuchtigkeit zu verwenden, demgegenüber bietet jedoch die Verwendung der äquivalenten (potentiellen) Temperatur den wesentlichen Vorteil, daß sie in einer Zahlenangabe schon beide Daten (bei der Äquivalent-potentiellen Temperatur auch noch die Reduktion auf den Normaldruck) enthält, und daß diese Zahlenangaben direkt miteinander vergleichbar sind. So ergibt sich denn aus den Karten der Äquivalent-potentiellen Isothermen ein leichter zu übersehendes Bild über die thermischen Verhältnisse, das man so, bei Fehlen von Registrieraufstiegen, durch Einbeziehung der äquivalentpotentiellen Temperaturen der Berge in gewissem Grade dreidimensional gestalten kann. Noch wertvoller würde sich bei dieser Betrachtungsweise eine recht stattliche Anzahl von Registrieraufstiegen erweisen; doch scheint es ein böses Geschick nicht zu wollen, daß bei interessanten Wetterlagen, also bei "Schlechtwetter", Messungen aus der freien Atmosphäre gewonnen werden .

Nr.24: Dr. L. E g e r s d ö r f e r
Einige Bemerkungen zu den bisherigen Alpenflügen in den Jahren 1927/1928.

Das große Problem der Alpenflüge von München nach Mailand wurde erstmals unter der energischen Führung von Herrn Major a.D.F. Hailer, Direktor der Süddeutschen Lufthansa München, nach längeren Vorstudien im April und Mai 1927 praktisch in Angriff genommen.

Das Hauptinteresse bei dieser Linie mußte sich mehr als sonst auf die meteorologischen Verhältnisse erstrecken. Für die Probeflüge, die noch ohne jede Zwischenlandung durchgeführt wurden, ergab sich theoretisch der Weg vom Bodensee über das Rheintal, den Splügenpaß und den Comersee nach Mailand als der vorteilhafteste. Grundbedingung war dabei, daß die Maschine mit voller Belastung eine Mindesthöhe von über 4000 m dauernd einhalten konnte. Die Erfüllung der gestellten Aufgabe bestätigte zunächst die Richtigkeit der Annahmen über

Flugzeug und Flughöhe. Die meteorologische Beratung, die durchwegs von München aus geschah, war noch dadurch erschwert, daß der Funkverkehr mit Italien sich in der kurzen Zeit nicht genügend einspielen und außerdem die Maschine noch nicht "gepeilt" werden konnte. Im Jahre 1928 wurde die Aufgabe der Beratung dadurch wesentlich erweitert, daß nun auch Italien sich in regelmäßigen Flügen am Luftverkehr beteiligte und außerdem die Strekkenführung auf italienischen Wunsch auf den Brenner mit Zwischenlandung in Trient verlegt wurde.

Durch diese Neuerung wurde zwar der Beratungsabschnitt für München verkürzt - obzwar die von Mailand zurückkehrende deutsche Maschine vielfach bereits ganz kurz nach dem Start meteorologische Unterstützung von München aus erbat - allein es hielt am Anfange schwer, entsprechende Unterlagen zur Beratung von Italien zu erhalten. Glücklicherweise zog Italien aus der Erkenntnis, daß das deutsche Meldesystem nach einem internationalen Schlüssel mit exakten Angaben, besonders von Wolkenhöhen und Sichtweiten, den dort üblichen Klartextangaben allgemeinerer Art vorzuziehen sei bald die entsprechende Folgerung. Wir erhalten also seit geraumer Zeit die Beobachtungen der Stationen: Mailand, Bresciz, Verona, Trient, Bozen, Meran, Brixen, Brennerpaß nach dem gewohnten Schlüssel der sogenannten kleinen Obse. Zusammen mit den Meldungen aus Österreich vom Patscherkofel,Innsbruck, Kufstein und den deutschen Beobachtungen von Aibling, Mittenwald, Kiefersfelden und der Zugspitze läßt sich also bereits ein ziemlich übersichtliches Bild des eigentlichen Streckenwetters zusammenstellen.

So gut nun auch die Bodenbeobachtungen verteilt erscheinen, so wäre es doch kaum möglich gewesen, den Flugverkehr auf diesen Strecken bereits im heurigen Jahre in solchem Umfange sicherzustellen, wenn für den Beratungsdienst nicht 3 weitere wichtige Hilfsmittel vorhanden wären.

1.) Das erste ist die Funkausrüstung der fliegenden Maschine, die es ermöglicht, stets die neusten Vorschläge für eine sichere Abwicklung des Fluges dem Piloten zu unterbreiten.

2.) Weit nutzbringender ist noch die Möglichkeit, die Maschine durch die Zusammenarbeit der Flughafenfunkstellen Dübendorf, Stuttgart und München bis auf wenige Kilometer genau zu peilen.

Wie außerordentlich erhöhend diese Einrichtung auf das Sicherheitsgefühl aller an der Durchführung der Flüge beteiligten Stellen, einschließlich der Flugleitung, wirkt, zeigt die Tatsache, daß der Pilot es auf Anraten der Flugwetterwarte nunmehr wagen darf und verschiedentlich bereits gewagt hat, größere Strecken unter Zuhilfenahme seine Gyrorektors im Nebel zu fliegen.

Am 22. September 1928 wurde zum Beispiel die Strecke Brixen-Weilheim ohne jede Sicht, allein mit Hilfe der genannten Einrichtungen zurückgelegt.

Befinden sich diese flugerleichternden Instrumente in der Maschine selbst und kommen so mehr dem Piloten zugute, so ist die dritte der genannten Einrichtungen, nämlich das Höhenflugzeug, ein Werkzeug, das vor allem dem beratenden Meteorologen eine unschätzbare Hilfe bedeutet.

Es war ein glücklicher Zufall, daß die Bayrische Landeswetterwarte im heurigen Sommer zu Vergleichszwecken der Temperatur am Berghang mit jener der freien Atmosphäre aus Mitteln der deutschen Notgemeinschaft und des bayrischen Handelsministeriums unter Mitwirkung der Verkehrsfliegerschule Schleißheim mit einem Arado-Doppeldecker D 1241 solche Höhenaufstiege regelmäßig veranstaltete. Besonders vorteilhaft war der Umstand, daß die Temperatur am Berghang im Vergleich gesetzt wurde zu solchen Temperaturen der freien Atmosphäre, die sich in möglichster Nähe befanden. Das Flugzeug war also gezwun-

gen, ebenfalls die Nähe des Gebirges aufzusuchen. Die Maschine war imstande, sich im Mittel bis fast 5000 m zu erheben, wodurch die Verhältnisse für den Alpenflug, der sich ja meist in einer solchen Höhe abspielen muß, genügend genau erfaßt werden konnten.

Der Beobachter, Herr Dipl.Ing. Knapp, konnte uns fast jedesmal wertvolle Erkenntnisse übermitteln;es fielen nur jene Tage aus, an denen man dem Höhenflugzeug, das keinen Gyrorektor besaß, ein Durchstoßen stärkerer Wolkenschichten nicht zumuten konnte. Trotzdem blieben noch genug Fälle übrig, an denen die unmittelbare Beobachtung der Sicht und der Wolkenverhältnisse sich derjenigen vom Boden aus als weit überlegen erwies.

Die Gründe dafür sind sofort einzusehen: Bei jedem Beobachter am Boden ist der Sichtkreis in der Horizontalen naturgemäß beschränkt, noch mehr gilt dies von der Vertikalsicht, wenn tiefe Wolken die Berge einhüllen.Der Flugzeugbeobachter hingegen erfaßt mit einem Blicke die ganze Gliederung der tieferen Wolken in den Alpentälern. Es wäre weiterhin ein müßiges Beginnen, den Beobachter die Dicke der über ihm dahinziehenden Wolkenmassen etwa in Hektometern schätzen zu lassen, ganz abgesehen davon, daß eine Schichtung in mehreren Wolkenetagen im Meldeschlüssel nur ganz unvollkommen angedeutet ist und deshalb auch vom Beobachter vernachlässigt wird. Auch die Zugspitze zählt übrigens in gewissem Sinne als Bodenstation; sie kann oft nur den sie umgebenden Nebel melden, während der Flugzeugbeobachter hingegen aussagt, daß einmal dieser Nebel nur als eine Turbulenzwolke am Wetterstein aufzufassen ist, ein andermal aber der Nebel einer Wolkenmasse angehört, die sich noch 5000 m über Zugspitzhöhe nach oben erstreckt. Oder es tritt der Fall ein, daß von Westen her Bewölkung aufzieht. Was aus dem Gesamtbilde der Bodenbeobachtungen dann nur unvollkommen hervorgeht, - denn diese umfassen ja nur das Wetter auf der Strecke und bis zu den nächsten Beobachtungsorten

aus der Schweiz erstreckt sich eine Entfernung von ungefähr 200 Kilometern, die für die genauere Festlegung der östlichen Grenze der unteren Wolken noch einen sehr erheblichen Spielraum übrig läßt, wird vom heimgekehrten Flugzeugbeobachter mit zwei, drei Worten genau festgelegt. Der beratende Meteorologe kann diese höchstens eine halbe Stunde alte Meldung sofort in einen Funkspruch an die fliegenden Maschinen umsetzen; tatsächlich ereigneten sich bisher drei Fälle, in denen die Maschine nach Funkanweisung bis weit nach Ostbayern (Chiemsee), einmal sogar bis nach Ried in Österreich geführt wurde, um dann in die Tiefe abzusteigen und nach München heimzukehren.

Sogar in Fällen, in denen im Alpenvorland Möglichkeiten für einen Höhenaufstieg nicht mehr gegeben sind, ist immer noch ein Versuchsflug in nördlicher Richtung für die Beurteilung des Höhenwetters von großem Nutzen. Auch auf Grund solcher Aufstiege gelang es in bisher zwei Fällen, sogar die italienische Maschine, die noch keine Funkeinrichtung besitzt und deshalb nicht gepeilt werden kann, von München nach Trient zu bringen. Sie wurde in diesen Fällen dahin beraten, zuerst bis in die Gegend von Pfaffenhofen, 50 km nördlich München zu fliegen, dort Höhe zu gewinnen und dann das bis zum Brenner in Wolken gehüllte Alpenvorland zu überfliegen um endlich auf der freien Südseite abzusteigen.

Allein mit bloßer Erforschung der Sicht und der Wolken vom Höhenflugzeug aus ist dessen Bedeutung für die Beratung der Alpenflüge noch lange nicht erschöpft. Sein wichtigstes Beobachtungselement ist ja neben der relativen Feuchtigkeit die Temperatur. Wohl vermag man diese aus den Zugspitzwerten nach der Höhe zu extrapolieren; allein man erhält nur rohe Werte und kann vor allem das Vorhandensein von Inversionen in der Höhe,die wiederum die verlässigsten Merkmale von Wolkenschichtgrenzen darstellen, überhaupt nicht erfassen. Welch bedeutendes Gefahrenmoment in der tiefen Temperatur der

fliegenden Maschine gegenübertritt, wird sofort klar, wenn man vom Piloten hört, daß beide Staudruckmesser eingefroren seien, Benzin oder Ölzuleitungen versagen, Kühlerklappen nicht mehr geschlossen werden könnten usw. Interessiert dies auch meist den Techniker, der gegen solche Zufälle verhütende Maßnahmen treffen muß, so bleibt immer noch für den Meteorologen die ebenso wichtige Aufgabe vorbeugender Beratung übrig. Er muß übrigens auch die Gefahr starken Eisregens mit nachfolgendem Eisansatz, der die Maschine übermäßig beschwert und zur vorzeitigen Landung zwingt, in seine Überlegungen mit einbeziehen, denn auch im Hochsommer pflegt das Flugzeug in Höhen oberhalb der Nullgradisotherme sich zu bewegen. Die Grundlage zur Beurteilung solcher Besonderheiten der Beratung kann beim Höhenflugzeug in allen Fällen nur das sondierende Flugzeug, das Registrierungen mitbringt, liefern.

Faßt man die vorstehenden Überlegungen zusammen, so ergibt sich, daß die Rolle, die ein Höhenflugzeug als unterstützendes Beratungsmittel für den Meteorologen bei Höhenflügen gewinnt, die Wichtigkeit noch so zahlreicher Bodenbeobachtungen bei weitem übertrifft. Aus diesen Gründen heraus gestattet sich die Flugwetterwarte München an alle zuständigen Stellen die Bitte zu richten, dafür Sorge tragen zu wollen, daß im Alpenvorland die Möglichkeit zur Erforschung der höheren Luftschichten durch ein mit allen Hilfsmitteln versehenes Flugzeug auch über die abgelaufene Flugperiode hinaus gewahrt bleibt.

Nr.25: Dr. K. K e i l

Bericht über den Kaltlufteinbruch am 4.Juli 1928.

III. Bericht über die aerologischen Verhältnisse des 4.Juli 1928.

1. Temperatur und Druck.

Nachdem die erste Übersicht über das gesamte Beob-

achtungsmaterial des 4. Juli das gute Zusammenpassen aller einzelnen Beobachtungen ergeben hatte und nachdem bei derselben Gelegenheit klargestellt worden war, in welchen einzelnen Phasen sich der Kaltlufteinbruch des 4. Juli vollzogen hatte, wurde die Detailarbeit begonnen, die inzwischen zur Veröffentlichung einer Bearbeitung der Temperaturverhältnisse geführt hat. Daß die aerologischen Verhältnisse bei einem derartigen außergewöhnlichen Ereignis von größtem Interesse sein müßten, war klar, nur ergab sich leider bei genauerem Zusehen, daß die Lücken in unserem Beobachtungsnetz und in der Beobachtungstätigkeit trotz aller Anstrengungen noch nicht haben beseitigt werden können. Trotzdem glaube ich aber, daß die folgende Übersicht für das Verständnis des Sturms von erheblichem Interesse sein wird.

A) Das Material.

Bei der Zusammenstellung der Aufstiege konnte ich auf die von mir bearbeiteten "Aerologischen Berichte" zurückgreifen, die eine wohl ziemlich komplette Zusammenfassung aller irgendwie erreichbaren aerologischen Messungen geben. Dadurch, daß Übermittlungsfehler der Funkberichterstattung durch Kontrolle an Hand schriftlicher Aufzeichnungen, wie sie für alle veröffentlichten Daten vorliegen, ausgeschlossen werden, kann man das zur Verfügung stehende Material auch als recht zuverlässig betrachten.

Am 4. Juli liegen aus Deutschland selbst Beobachtungen von Lindenberg, Berlin und Hamburg vor. In Lindenberg wurde bei dem ersten Kaltlufteinbruch am Morgen des 4. der Ballon vom Blitz getroffen und verbrannte, ein Nachmittagsaufstieg wurde nicht gemacht, da zur planmäßigen Zeit der zweite, große Kaltlufteinbruch erfolgte und ein Wiederholen des Ereignisses befürchtet wurde. Der Aufstieg der wissenschaftlichen Flugstelle des Aeronautischen Observatoriums in Berlin - Tempelhof liegt offenbar zeitlich vor dem ersten Kaltlufteinbruch,

während der Hamburger Aufstieg in der kalten Luft bei 1000 m Höhe eine geschlossene Wolkendecke findet und demgemäß nur bis 1200 m Höhe durchgeführt wird.

Zu Vergleichszwecken schien es gut, auch den 3.und 5. Juli hinzuzunehmen, an diesen Tagen finden wir in Lindenberg und Hamburg (am 3.), in Lindenberg, Berlin und Hamburg (am 5.) Aufstiege.

Daneben wurden für eine Übersicht über ein größeres Gebiet auch Aufstiege aus England, Holland und Frankreich von Duxford, Soesterberg und Villacoublay hinzugezogen.

B) Die Bearbeitung des Materials.

Nach den Aerologischen Berichten, in denen wenigstens von den deutschen Stellen markante Punkte der Zustandskurve gegeben werden, wurden zunächst die Zustandskurven und Druckhöhenlinien auf Adiabatenblättern rekonstruiert. Mit diesen Kurvendarstellungen war es ein leichtes, die Temperatur- und Druckwerte für bestimmte Niveaus und die potentiellen Temperaturen zu entnehmen. Für die Berechnung der Äquivalenttemperaturen, die einen zweiten Teil dieser Bearbeitung bilden wird, sind zunächst die markanten Punkte verwandt, die dann entsprechend mit Adiabatenpapier zur Bestimmung der äquivalentpotentiellen Temperaturen gedient haben.

C) Die Temperaturverhältnisse.

(Wahre Temperatur = absolute Temperatur minus 273°)

Stellt man zunächst einmal die Beobachtungen der verschiedenen Stellen nebeneinander, und vergleicht die Temperaturwerte einzelner Höhenstufen, so erhält man folgendes Bild:

Tabelle 1:

Temperaturen in bestimmten Höhen vom 3. - 5. 7. 28.

Juli	Ort		Boden	200	500	1000	1500	2000
3.	Lindenberg	8	22,1	19,8	18,4	14,5	-	-
4.	"	9	19,2	17,5	15,7	16,8	14,6	11,4
5.	"	8	15,3	15,3	10,6	7,0	4,4	2,1
4.	Berlin	7	18,4	17,7	16,7	15,9	13,1	9,7
5.	"	9	16,6	15,0	12,5	8,5	5,3	2,0
3.	Hamburg	9	18,8	17,1	14,9	12,4	9,3	6,7
4.	"	10	10,7	9,0	6,8	3,2	-	-
5.	"	10	15,5	14,0	12,4	8,2	3,8	1,0
3.	Soesterberg	8	-	16,0	14,4	14,5	11,0	8,0
4.	"	10	-	13,0	10,7	6,8	3,9	1,0
5.	"	8	-	14,0	12,4	10,4	8,2	6,5
3.	Villacoublay	17	28,5	28,0	27,5	19,0	13,5	-
4.	"	17	22,0	21,0	17,0	11,0	6,0	2,0
5.	"	15	23,0	22,0	20,0	13,0	11,5	-

Juli	Ort		Boden	2500	3000	4000	5000
3.	Lindenberg	8	22,1	-	-	-	-
4.	"	9	19,2	-	-	-	-
5.	"	8	15,3	1,1	-1,0	-	-
4.	Berlin	7	18,4	7,6	4,8	-2,5	-
5.	"	9	16,6	0,4	0,1	-4,8	-11,3
3.	Hamburg	9	18,8	4,6	1,5	-6,3	-13,5
4.	"	10	10,7	-	-	-	-
5.	"	10	15,5	+0,5	-1,6	-6,6	-12,8
3.	Soesterberg	8	-	5,9	3,2	-2,6	- 8,4
4.	"	10	-	-1,3	-3,4	-9,2	-14,1
5.	"	8	-	4,2	1,9	-1,2	- 6,0
3.	Villacoublay	17	28,5	-	-	-	-
4.	"	17	22,0	-	-2,0	-10,0	-18,0
5.	"	15	23,0	-	-	-	-

Diese Tabelle gewinnt sehr wesentlich an Übersichtlich - keit, wenn man auch noch die Differenzen der Temperaturen in demselben Niveau von Tag zu Tag aufschreibt.

Tabelle 2:

Temperaturdifferenzen in verschiedenen Höhen von Tag zu Tag.

		Boden	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Lindenberg	Differenz 3.- 4.	2,9	2,3	2,7	-2,3	-	-	-	-	-	-
	Differenz 4.- 5.	3,9	4,2	5,1	9,8	10,2	9,3	-	-	-	-
Berlin	Differenz 3.- 5.	6,8	6,5	7,8	7,5	-	-	-	-	-	-
	Differenz 4.- 5.	1,8	2,7	4,2	7,4	7,8	7,7	7,2	4,7	2,3	-
Hamburg	Differenz 3.- 4.	8,1	8,1	8,1	9,2	-	-	-	-	-	-
	Differenz 4.- 5.	-4,8	-5,0	-5,6	-5,0	-	-	-	-	-	-
	Differenz 3.- 5.	3,3	3,1	2,5	4,2	5,5	5,7	4,1	3,1	0,3	-0,5
Soesterberg	Differenz 3.- 4.	-	3,0	3,7	7,7	7,1	7,0	7,2	6,6	6,6	5,7
	Differenz 4.- 5.	-	-1,0	-1,7	-3,6	-4,3	-5,5	-5,5	-5,3	-8,0	-8,1
	Differenz 3.- 5.	-	2,0	2,0	4,1	2,8	1,5	1,7	1,3	-1,4	-2,4
Villacoublay	Differenz 3.- 4.	6,5	7,0	10,5	8,0	7,5	-	-	-	-	-
	Differenz 4.- 5.	-1,0	-1,0	-3,0	-2,0	-5,5	-	-	-	-	-
	Differenz 3.- 5.	5,5	6,0	7,5	6,0	2,0	-	-	-	-	-

Aus diesen beiden Tabellen ergeben sich bereits einige recht interessante Folgerungen: zunächst sieht man, daß die Überflutung mit kalter Luft auch außerhalb Deutschlands sehr großen Umfang hatte, neben Holland, das vom 3. zum 4. in 1000 m Höhe einen Temperaturrückgang von 7,7° hatte, finden wir auch in Villacoublay in 500 m Höhe eine Temperaturabnahme von 10,5° C.

In Deutschland hat Lindenberg vom 3. zum 4. in 500 m Höhe eine Temperaturabnahme um 7,2° C, den Frühauf - stieg am 4. hat aber offenbar die kalte Luft in größerer Höhe nicht mehr erreicht: wir haben in 1000 m Höhe noch eine Zunahme der Temperatur um 2,3° C zu verzeichnen. Dagegen zeigt der Aufstieg am 5. die Folgen des vergange - nen Tages, in 1500 m Höhe eine Temperaturabnahme vom 4. zum 5. um 10,2° C.

Berlin hat nur Aufstiege am 4. und 5. Juli, vor und nach dem Kaltlufteinbruch. Die Temperaturabnahme bis zu 7,8° C in 1500 m Höhe gibt das sehr deutlich wieder.

Hamburg dagegen hat zwischen den Aufstiegen am 3. und 4. schon am Boden eine Temperaturabnahme von 8,1° C, die bis 1000 m Höhe sogar noch den Betrag von 9,2° C er- reicht. Zum 5. Juli wird dagegen die Temperatur schon wieder höher: in 500 m Höhe erreicht sie den Betrag von 5,6° C.

Fragt man, wie hoch hinauf die Abkühlung am 4. vor- gedrungen ist, so ergibt sich auf diese Frage nach dem Berliner Aufstieg die Antwort, daß die Abkühlung bei 4km Höhe vom 4. zum 5. noch 2,3° C beträgt, dagegen hat Ham- burg in 5 km Höhe vom 3. zum 5. eine Temperaturzunahme von 0,5° C. Wenn also zwischen dem 3. und 5. in Hamburg kalte Luft eine Höhe über 5 km erreicht hat, so ist die- se sehr rasch wieder zusammen gesunken. Vergleicht man Soesterberg mit diesen Beobachtungen, so ergibt sich, daß zwar die obere Grenze der Kaltluftmasse am 4. in 5 km Höhe noch nicht erreicht war, dagegen ergibt sich auch hier (durch die starke Erwärmung um 8,1° C vom 4. zum 5.

angezeigt), daß die höchsten kalten Luftmassen rasch abgeflossen sind.

Nach diesen Überlegungen können wir also zusammenfassend sagen: die Temperaturverhältnisse über Mitteleuropa zeigen vom 3. zum 5. einen starken, bis etwa 5 km Höhe reichenden Kaltlufteinbruch, der als größte Temperaturabnahme über Lindenberg 10,2° C in 1500 m Höhe, über Berlin 7,8° C in 1500 m Höhe, über Hamburg 9,2° C in 1000 m Höhe, über Soesterberg 7,7° C in 1000 m Höhe und in Villacoublay 10,5° C in 500 m Höhe zeigt. In den Aufstiegen von Hamburg, Soesterberg und Villacoublay vom 4. sind die großen Einbrüche der kalten Luft bereits erfolgt, in denen von Berlin und Lindenberg dagegen noch nicht.

D) Die potentielle Temperatur.

Zum Studium thermodynamischer Vorgänge sind wir gewohnt, Linien gleicher potentieller Temperatur zu zeichnen. Die Tabelle 3 gibt die potentiellen Temperaturen in bestimmten Niveaus für die Beobachtungen an den einzelnen Tagen. Gleichzeitig ist der Gradient der potentiellen Temperaturen pro 1000 m ausgerechnet und für die verschiedenen Schichten angeschrieben worden (es ist zu beachten, daß die potentielle Temperatur mit zunehmender Höhe steigt, dementsprechend ist das Vorzeichen des Gradienten der potentiellen Temperatur den üblichen Vorzeichen des Gradienten der wahren Temperatur entgegengesetzt.

T a b e l l e 3:

Potentielle Temperaturen in verschiedenen Höhen und Gradient der potentiellen Temperatur pro 1000 m vom 3. bis 5. Juli 1928.

3. 7. 28.	100	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000
Lindenberg	-	21°	22°	23°	-	-	-	-	-
Hamburg	17°	18°	18°	21°	23°	25°	29°	31°	33°
Grad/1000 m Lindenberg	-	-	3°	2°					
Grad/1000 m Hamburg	-	5°	0°	6°	4°	4°	8°	4°	2°
4. 7. 28.									
Lindenberg	20°	20°	21°	27°	29°	31°	-	-	-
Berlin	18°	19°	20°	26°	27°	29°	32°	34°	38°
Hamburg	10°	10°	10°	10°	-	-	-	-	-
Grad/1000 m Lindenberg	0°	3°	12°	4°	4°				
Grad/1000 m Berlin		5°	3°	12°	2°	4°	6°	4°	4°
Grad/1000 m Hamburg		0°	0°	0°					
5. 7. 28.									
Lindenberg	-	14°	14°	15°	18°	21°	26°	28°	-
Berlin	15°	15°	16°	17°	19°	21°	23°	29°	35°
Hamburg	14°	14°	15°	16°	17°	19°	25°	28°	33°
Grad/1000 m Lindenberg	-	0°	2°	6°	6°	10°	4°		
Grad/1000 m Berlin	0°	3°	2°	4°	4°	4°	12°	6°	
Grad/1000 m Hamburg	0°	3°	2°	2°	4°	12°	6°	5°	

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß am 4. in Hamburg adiabatisches Temperaturgefälle herrscht, während Lindenberg und Berlin in der Schicht zwischen 500 und 1000 m eine Inversion verzeichnen. Die Verhältnisse am 5. liegen nicht ganz so klar, da die großen Gradienten der potentiellen Temperatur zwischen Lindenberg und Berlin in benachbarten Schichten liegen, während Hamburg und Lindenberg die Inversion in dieselbe Höhenschicht verlegen. Zeitunterschiede können für diese Differenz nicht verantwortlich gemacht werden.

Besonders interessant wird die Betrachtung der po-

tentiellen Temperatur, wenn man bestimmte Flächen glei - cher potentieller Temperatur und ihre Höhenlageänderun - gen betrachtet. Dann ergibt sich die folgende Tabelle 4 und 5.

Tabelle 4:

Höhenlage bestimmter Flächen gleicher pot. Temperatur vom 3. bis 5. Juli 1928.

		Fläche der potentiellen Temperatur:						
		10°	14°	18°	22°	26°	30°	34°
Berlin	4. 7.	-	-	0m	500m	950m	2100m	2800m
	5. 7.	-	-	1250m	2100m	2600m	3000m	3450m
Hamburg	3. 7.	-	-	300m	1300m	2100m	2850m	4300m
	4. 7.	0m	-	-	-	-	-	-
	5. 7.	-	0m	1800m	2300m	2700m	3450m	4200m
Lindenberg	3. 7.	-	-	-	400m	-	-	-
	4. 7.	-	-	-	550m	800m	1600m	-
	5. 7.	-	700m	1500m	2000m	2500m	3200m	-

Tabelle 5:

Bewegung der Flächen gleicher pot. Temperatur vom 3. bis 5. Juli 1928.

\+ = Aufwärtsbewegung,

\- = Abwärtsbewegung.

Berlin	Temperatur	18°	vom	4. - 5.	um	+ 1250 m
		22°	"	4. - 5.	um	+ 1600 m
		26°	"	4. - 5.	um	+ 1650 m
		30°	"	4. - 5.	um	+ 900 m
		34°	"	4. - 5.	um	+ 650 m
Hamburg	Temperatur	18°	vom	3. - 5.	um	+ 1500 m
		22°	"	3. - 5.	um	+ 1000 m
		26°	"	3. - 5.	um	+ 600 m
		30°	"	3. - 5.	um	+ 600 m
		34°	"	3. - 5.	um	- 100 m
Lindenberg	Temperatur	22°	vom	3. - 4.	um	+ 150 m
		22°	"	4. - 5.	um	+ 1450 m
		26°	"	4. - 5.	um	+ 1700 m
		30°	"	4. - 5.	um	+ 1600 m

Aus dieser Tabelle ergibt sich wieder, daß die Bewegungen vom 3. - 5. Juli sich bis etwa zu einer potentiellen Temperatur von 30°, d. h. also in einer Schicht bis etwa 4 km Höhe vollzogen haben, während darüber nur kleinere Schwankungen zu verzeichnen sind. Dieses Ergebnis stimmt mit dem oben bei der wahren Temperatur gefundenen überein, wo wir 4 - 5 km Höhe als die obere Grenze des Kaltlufteinbruchs fanden.

E) Der Luftdruck in der Höhe.

Um über die Mächtigkeit des Kaltlufteinbruchs noch etwas zu erfahren, betrachten wir im folgenden die Druckverhältnisse in verschiedenen Höhenstufen. Wir bekommen folgende Tabelle 6.

Tabelle 6:

Druck in verschiedenen Höhenstufen
vom 3. - 5. Juli 1928.

	Berlin		Hamburg			Differenz	Differenz
	4.	5.	3.	4.	5.	5. - 4. Berlin	5. - 3. Hamburg
1000 m	671	679	677	677	681	+ 8	+ 4
2000 m	593	598	599	-	605	+ 5	+ 6
3000 m	524	525	529	-	532	+ 1	+ 3
4000 m	463	461	467	-	467	- 2	+ 0
5000 m	406	403	408	-	408	- 3	+ 0

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß der Druck in Berlin vom 4. zum 5. in den Schichten bis 300 m zugenommen hat, ein Verhalten, das ganz dem in Hamburg entspricht, wo wir ebenfalls bis zur Höhe von 3000 m eine Druckzunahme bekommen. In den höheren Schichten finden wir jedoch in Berlin eine Druckabnahme, in Hamburg konstanten Luftdruck. Eine Überlegung würde dazu führen, zu sagen, daß im Luftdruck in Berlin und Hamburg bis 4 km

Höhe der Einfluß der eindringenden kalten Luft zu konstatieren sei. Über 4 km Höhe hat Berlin vom 4. zum 5. eine Erwärmung, Hamburg dagegen gleichbleibende Verhältnisse vom 3. zum 5. gehabt.

Daß die Verhältnisse anderenorts wesentlich anders liegen, zeigt die folgende Zusammenstellung:

Tabelle 7:

Druck in den 1000 m-Stufen

vom 3. - 5. Juli 1928 in Soesterberg.

	3.	4.	5. Juli	⊿/4. - 3.	⊿/5. - 4.	⊿/5. - 3.
1000	687	675	677	- 3	+ 2	- 1
2000	602	597	600	- 5	+ 3	- 2
3000	532	526	531	- 6	+ 5	- 1
4000	471	463	468	- 7	+ 5	- 2
5000	413	406	412	- 7	+ 6	- 1

Diese Tabelle zeigt, wie der Luftdruck vom 3. zum 4. in allen Schichten, aber mit der Höhe in zunehmendem Maße abnimmt, während vom 4. zum 5. eine entsprechende Zunahme ebenfalls in zunehmender Größe mit wachsender Höhe eintritt. Die Gesamtänderung vom 3. zum 5. ist dementsprechend bei Soesterberg in allen Schichten sehr klein. Dort haben aber bei dem Haupteinbruch offenbar die Luftmassen über 5 km Höhe sehr wesentlich mitgewirkt. Auf das gleiche deuten die Beobachtungen von Hamburg hin, die in der ersten 1000 m-Stufe am 4. den gleichen Luftdruck angeben wie am 3., d. h. also trotz der starken Abkühlung am Boden kam eine Druckerhöhung nicht zustande, weil eine entsprechende Druckverminderung in größerer Höhe sie kompensierte.

Um dieser Frage etwas näher auf den Grund zu gehen, werden im folgenden die Beobachtungen von De Kooj

zusammengestellt.

Tabelle 8:

Drucke in verschiedenen Höhen

vom 3. - 5. Juli 1928 in De Kooj.

Ort	Tag	Zeit	1000	2000	2500	3000	4000	5000
De Kooj	3.	8	677	601	566	532	470	414
	4.	8	673	595	559	-	-	-
	4.	15	676	597	560	525	461	
	5.	8	675	599	563	530	-	-

Differenzen der Drucke in verschiedenen Höhen:

	1000	2000	2500	3000	4000
4. vorm. - 3. vorm.	- 4	- 6	- 7	-	-
4. nachm. - 3. vorm.	- 1	- 4	- 6	- 7	- 9

Das Resultat, das sich aus diesen Beobachtungen ergibt, entspricht durchaus dem von Soesterberg. Auch hier finden wir vom 3. zum 4. eine Druckabnahme in der Höhe, die mit zunehmender Höhe zunimmt.

Man kann in ähnlicher Weise die Beobachtungen von Duxford behandeln; dann findet man,daß der Druck in 4 km Höhe dort vom 3. zum 4. um 1 mm, in 5 km Höhe um 5 mm fällt, während vom 4. zum 5. ein Luftdruckanstieg besonders in den Schichten bis 3km stattfindet(dort um 10mm), während in 5000 m der Luftdruck nur um 5 mm steigt.

Aus diesen Zahlen würde man eine Bestätigung der von Ficker'schen Ansicht über zusammengesetzte Zyklonen herauslesen können:leider geben die Messungen keine Möglichkeit zur weiteren Verfolgung des Luftdruckfalls.Nehmen wir noch die Lindenberger Aufstiege, so erhalten wir die

Tabelle 9:

Luftdruckwerte in bestimmten Höhenlagen vom 3. - 5. Juli 1928 in Lindenberg.

	3.	4.	5.	◁b 4.-3.	◁b 5.4.	◁b 5.-3.
1000 m	676	671	681	- 5	+10	+5
1500 m	637	633	640	- 4	+ 7	+ 3
2000 m	-	598	600	-	+ 2	-
2500 m	-	563	563	-	± 0	-

Diese Tabelle ergibt, soweit die Beobachtungser - gebnisse reichen, vom 3. zum 4. eine Abnahme des Drucks in abnehmender Stärke mit der Höhe, ebenso vom 4. zum 5. eine Druckzunahme derselben Art.

Zusammengefaßt wäre also über die Druckverhältnisse zu sagen, daß Beobachtungen in Holland, Hamburg und England darauf hinweisen, daß während des Kaltlufteinbruches in der Höhe eine starke Druckabnahme erfolgt ist, die unter Umständen mit der von Ficker'schen Annahme über zusammengesetzte Zyklonen erklärt werden kann. Die Beobachtungen von Lindenberg und Berlin gestatten keine nähere Bezugnahme auf diese Erscheinung, auch erlauben die Messungen nicht, festzustellen, wo der Luftdruckfall seinen Sitz hat.

Nr.26: Dr.K. K e i l
Bericht über das neue Wettermeldesystem,das ab 1. Januar 1929 in Tätigkeit tritt.

Nr.27: Dr. E. K a n t z e n b a c h
Bericht über einen Flug Hannover - Essen und zurück am 18. September 1928.

Nr.28: Dr. K a n t z e n b a c h
Die Windströmung in Westdeutschland und den angrenzenden Gebieten am Vormittag des 18. September 1928.

Nr.29: Dr. K. K e i l und Dr. H. K i r s t e n
Bericht über den Kälteeinbruch am 4.Juli 28.
III.Bericht über die Aerologischen Verhält -
nisse des 4. Juli 1928.
2.) Temperatur und Feuchtigkeit, mit Abb.28.

Nachdem im Bericht 25 Folge Nr.2 die Temperatur - und Druckverhältnisse der freien Atmosphäre untersucht worden waren, blieb noch eine Verwertung der Feuchtig - keitsregistrierungen übrig, die mit dem folgenden gege - ben werden soll.

Das, was bereits im Bericht Nr.25 über die Lücken im Beobachtungsmaterial gesagt wurde, gilt auch hier,so- gar z. T. noch in verstärktem Maße, da Feuchtigkeitsan - gaben von einigen Beobachtungsstellen überhaupt nicht gegeben werden.

Benutzt wurde im wesentlichen dasselbe Material wie zu dem Bericht Nr.25. Angewandt wurden hier die Me - thoden der Rechnung mit äquivalent-potentiellen Tempera- turen, da diese Zahlen in einfacher Form als "Wärmein - halt" Temperatur und Feuchtigkeit zusammenfassen.

Die Äquivalenttemperaturen sind berechnet nach der Formel:

$$a = t + \frac{R \cdot e}{b}$$

Darin ist: t die Temperatur
e der Dampfdruck in mm
b der Luftdruck in mm

R eine Konstante und zwar
für $t \geq 0 = R_1$
$t < 0 = R_2$.

Ganz entsprechend ergibt sich die äquivalent-po - tentielle Temperatur A, wenn man statt t die potenti - elle Temperatur T einsetzt.

Da die Adiabaten der äquivalent-potentiellen Tem -

peratur in den betreffenden Höhen ohnehin gegen die Trockendiabaten konvergieren, wurde nur mit dem Dampf - druck über Wasser gerechnet. Der Fehler, der dadurch gemacht wurde, fällt durch das Arbeiten mit ganzzahligen Temperaturwerten, infolge seiner Kleinheit weg. Nach Robitzsch, Arb. des Preuß. Aeron. Obs. XVI. Bd.Heft C, S. 11 verhält sich:

$$\left(\frac{R \cdot e}{b}\right)_{Wasser} : \left(\frac{R \cdot e}{b}\right)_{Eis} = 1 : 1{,}1$$

Zum Beispiel ergibt sich für Darmstadt 5. 7. 5500mHöhe

$t = 9{,}0^\circ$ $T = 46^\circ$

$b = 388$ mm e über Wasser $= 2{,}32$ mm

$A_{Wasser} = 46 + 4$

$A_{Eis} = 46 + 4$ $= 50^\circ$ äquivalent-potentiell

Mit den so gewonnenen Zahlen ergibt sich folgende Übersicht über die Beobachtungsergebnisse aus der Zeit vom 3. bis 5. Juli.

Tabelle 1:

Äquivalent-potentielle Temperaturen in den einzelnen Höhenstufen.

Tag	Ort	Uhr	500	1000	2000	3000	4000	5000m
3.Juli	Lindenberg	8	38	37	-	-	-	-
	Hamburg	9	41	39	38	40	39	-
	Soesterberg	8	40	38	39	39	41	47
4.Juli	Lindenberg	9	51	47	49	-	-	-
	Hamburg	9	27	24	-	-	-	-
	Soesterberg	10	31	28	30	28	31	-
	Berlin	7	47	45	45	45	47	-

Tag	Ort	Uhr	500	1000	2000	3000	4000	5000m
5.Juli	Lindenberg	8	27	24	26	32	-	-
	Hamburg	10	31	29	27	37	-	-
	Soesterberg	8	28	29	38	46	51	53
	Berlin	9	32	35	34	35	43	-

Die Differenzen der äquivalent-potentiellen Temperaturen von Tag zu Tag in den einzelnen Höhen sind demnach:

Tabelle 2:

Differenzen der äquivalent-potentiellen Temperaturen in den einzelnen Höhenschichten von Tag zu Tag.

Tag	Ort	500m	1000m	2000m	3000m	4000m	5000m
3. bis 4.Juli	Lindenberg	-13	-10	-	-	-	-
	Hamburg	14	15	-	-	-	-
	Soesterberg	9	10	9	11	10	-
4. bis 5.Juli	Lindenberg	24	23	23	-	-	-
	Hamburg	-4	-5	-	-	-	-
	Soesterberg	3	-1	-8	-18	-20	-
	Berlin	15	10	11	10	4	-

Diese beiden Tabellen werden interessant, wenn man sich die Ergebnisse der vorhergehenden Untersuchungen (Erf. Ber. 2. Folge Nr. 23 u. 25) vor Augen hält. Zur Erleichterung seien hier noch die Differenzen der potentiellen Temperaturen in bestimmten Höhen mit denen der äquivalent-potentiellen Temperatur nebeneinander gestellt.

Tabelle 3:

Differenzen der potentiellen und äquivalent-potentiellen Temperaturen in verschiedenen Höhenstufen von Tag zu Tag.

Tag	Ort		500	1000	2000	3000	4000m
3. bis 4.Juli	Lindenberg	pot.	1	- 4	-	-	-
		äquiv.-pot.	-13	-10	-	-	-
	Hamburg	pot.	8	11	-	-	-
		äquiv.-pot.	14	15	-	-	-
4. bis 5.Juli	Lindenberg	pot.	7	12	10	-	-
		äquiv.-pot.	24	23	23	-	-
	Hamburg	pot.	- 5	- 6	-	-	-
		äquiv.-pot.	- 4	- 5	-	-	-
	Berlin	pot.	4	9	8	5	3
		äquiv.-pot.	15	10	11	10	4

Man erkennt dann, daß zwar die Differenzen der potentiellen Temperatur ihrem Vorzeichen nach auch in den Differenzen der äquivalent-potentiellen Temperatur erhalten bleiben (Ausnahme Lindenberg 500 m-Stufe vom 3. zum 4.) aber die Beträge werden stellenweise doch sehr wesentlich modifiziert. Während z. B. Lindenberg im 1000 m-Niveau sich vom 3. zum 4. um 4 Grad potentiell erwärmt, wird es äquivalent-potentiell um 10° wärmer, während am selben Ort vom 4. zum 5. eine Abkühlung um rund 10° potentiell bis 2000 m Höhe eintritt, erreicht diese äquivalent-potentiell den Betrag von rund 25°.

Eigenartig ist, daß das nahe von Lindenberg gelegene Berlin nur eine Abkühlung von rund 10° zeigt, ob diese Verschiedenheit auf die geringe Zeitdifferenz geschoben werden kann, erscheint mir fraglich.

Bedenkt man, daß der Aufstieg in Lindenberg am 4. gerade während einer Böe zu Ende gebracht wurde, dann

erklärt sich auch der Zuwachs der äquivalent-potentiellen Temperatur im 500 m-Niveau: Wir haben dort sehr hohe Feuchtigkeit (Wolken) die naturgemäß in der geringen Höhe bei hoher Temperatur sehr großen Einfluß auf die äquivalent-potentielle Temperatur hat.

Die Zahlen der Tabellen geben also wieder einen Beweis für den Satz, daß alle Diskontinuitäten in wesentlich verschärfter Form in der äquivalent-Temperatur erscheinen.

Die Zahlen geben aber auch, wenn man die Ergebnisse des Erfahrungs-Berichtes 2. Folge Nr. 23 daneben hält, Veranlassung zu interessanten Vergleichen zwischen Temperaturen am Boden und in der Höhe. Der warmen Luft am Boden am 4. Juli in Lindenberg z. B. folgen bis zum 5. kältere, die durchaus in ihrer äquivalent-potentiellen Temperatur derjenigen entspricht, die am 4. in Hamburg lag (äquivalent-potentiell 28°). Und auch in der Höhe von 3 km haben wir am 4. in Soesterberg und am 5.in Lindenberg äquivalent-potentielle Temperaturen, die nur um einige Grad voneinander abweichen.

So ergibt sich aus dieser kurzen Zusammenstellung, daß die äquivalent-potentielle Temperatur bei der Bearbeitung einer bestimmten Wetterlage ein sehr angenehmes Hilfsmittel ist.

Nr. 30: Dr. K. K e i l und Dr. H. K i r s t e n und G. F r e u d e n b e r g
Bericht über den Kaltlufteinbruch am 4.Juli 1928.
IV.Bericht über die 24 stündige Luftdruckänderung am Boden vom 2. bis 5. Juli 1928, mit Abb.29 - 31.

Die Feststellung eines von uns im Erfahrungsbericht 2. Folge Nr. 25 über die Luftdruckänderung in größerer Höhe veranlaßte ein weiteres Studium der Angelegenheit an Hand von Isallobaren-Karten. Derartige Karten, gezeichnet an Hand des Materials von 8 Uhr morgens

zeigten nun einige recht interessante Tatsachen.

Zunächst rein äußerlich: in der Zeit vom 2. bis 5. Juli bewegen sich - wie aus den mitfolgenden Abbildungen 29 - 31 sich ergibt, - einige Luftdruckfall- und Steig - gebiete über Europa hinweg. Auf den 3 Abbildungen wird die Bewegungsrichtung Südwest - Nordost sehr gut erkennbar.

Die Luftdruckänderungen sind ziemlich beträchtlich (bis zu 10 mm), so daß aus ihnen sehr wohl auf die Energie des kommenden Ereignisses geschlossen werden kann. Auch ergibt sich aus der Zugrichtung der Isallobarenge - bilde eine Bewegung quer über Deutschland hinweg.

Vor allen Dingen aber sind die Karten aus einem anderen Grunde interessant: Wir fanden im Erfahrungsbe - richt 2. Folge Nr. 25 auf Seite 9, daß der Luftdruck in Berlin vom 4. zum 5. in 1000 m Höhe um 8 mm gestiegen sei.

Die Isallobarenkarte zeigt für die Zeit vom 4. zum 5. einen Druckanstieg von 10 mm am Boden. Wir finden einen erheblich geringeren Anstieg vom 4. zum 5. (6 mm) in Hamburg: die Isallobaren-Karten zeigen, daß Hamburg mehr am Rande der großen Luftdruckänderungsgebiete liegt.

Wir finden dasselbe für Soesterberg, das ebenfalls am Rande der Luftdruckänderungsgebiete liegt und daher nur Luftdruckänderungen von einigen (3) mm am Boden zeigt.

Man erkennt daraus:

1.) daß beim Vergleichen mehrerer Einzeldaten paral - lel eine synoptische Betrachtung über die Verhältnisse über einem größeren Gebiet gehen muß, um solche Eigen - tümlichkeiten erklären zu können.

2.) wie wichtig es ist, Aufstiege möglichst zu sol - chen Zeiten zu machen, wo ein umfangreiches sonstiges Beobachtungsmaterial vorliegt: ein Aufstieg sollte nicht zu beliebiger Zeit, sondern zu einem synoptischen Termin

gemacht werden.

3.) wie wichtig für die Bearbeitung der verschieden - sten Fragen ein umfangreiches publiziertes Beobachtungs- material ist: heute hält es z. B. schwer, außer zum 8 Uhr-Termin noch weitere 24 stündige Isallobaren zu zeich- nen, da Druckwerte nur von einzelnen Ländern publiziert werden.

3. F o l g e .

Nr. 1: Dr. D i n k e l a c k e r
Bericht über die Frage der Arbeitskarte im Flugwetterdienst.

Nr. 2: Dr. W. M a l s c h
Die Windmessungen der Flugwetterwarte Mann - heim.

Nr. 3: Dr. K. K e i l
Bericht über den Kaltlufteinbruch am 4.Juli 1928.
III.Bericht über die aerologischen Verhält - nisse am 4. Juli 1928.
3.) Die Höhenwindverhältnisse.

Wenn wir die Höhenwindverhältnisse des 4. Juli im einzelnen studieren wollen, so werden wir gut tun, uns von vornherein zweierlei vor Augen zu halten, nämlich

1.) war der Tag in weiten Teilen Deutschlands ein Schlechtwettertag, deshalb zeigt er, was Höhenwindmes - sungen angeht, das für solche Tage typische Bild: es sind nur relativ wenig Messungen vorhanden und die vor - handenen erreichen nur geringe Höhen. Der höchste Auf - stieg erreicht 3000 m Höhe und wurde in München gemacht, das außerhalb der Einbruchszone lag. Höhen von 2500 m werden noch erreicht in Köln um 6 Uhr früh und von 2400m in Lindenberg während des ersten Kaltlufteinbruches. Das sind aber die beiden höchsten Aufstiege aus dem eigent - lichen Einbruchsgebiet. Die größere Mehrzahl erreicht nicht 2000 m.

2.) wird gerade das Bild der Höhenwindverhältnisse ganz besonders stark durch den Kaltlufteinbruch beeinflußt sein: wenn der Kaltlufteinbruch die aus den früheren Arbeiten sich ergebende Höhe von 4 - 5 km erreicht hat, müssen Windänderungen bis zu dieser Höhe nachweisbar sein. Aus dem unter [1.)] Gesagten folgt aber dann sofort, daß wir die Oberseite des Kaltlufteinbruchs mit den vorhandenen Höhenwindmessungen nicht werden nachweisen können.

Vom 4. Juli sind im ganzen von deutschem Gebiet 28 Höhenwindmessungen vorhanden, von diesen kommen nur 16 für die jetzige Bearbeitung in Frage, da die Messungen aus Süddeutschland, das nicht von dem Kaltlufteinbruch getroffen wurde, hier außer Betracht bleiben können. Daß diese Voraussetzung zu Recht besteht, möge die folgende Tabelle 1 bestätigen:

T a b e l l e 1:

Höhenwind in Friedrichshafen am 4. Juli 1928.

Zeit	am Boden	600 m	1100 m	1700 m
5 Uhr	NNW 2	W 8	WzS 19	WSW 11
10 Uhr	NNW 2	NWzW 8	WzS 15	WzS 19
17 Uhr	W 3	W 6	NW 5	W 3

Tatsächlich ergibt sich aus dieser Tabelle, daß in den höheren Schichten vom Morgen zum Abend eine kleine Rechtsdrehung eingetreten ist mit gleichzeitiger Stärkeabnahme. In dem Westwind mit geringen Abweichungen nach Norden bezw. Süden hat sich aber nichts geändert.

Nehmen wir dagegen die Beobachtungen aus dem norddeutschen Einbruchsgebiet ! Wir werden darin unterscheiden müssen nach

1.) Messungen vor dem ersten Kaltlufteinbruch
2.) Messungen nach dem ersten Kaltlufteinbruch
3.) Messungen nach dem zweiten, großen Kaltluft - einbruch.

1.) Messungen vor dem ersten Kaltlufteinbruch. Diese seien in der folgenden Tabelle 2 zusammengestellt:

T a b e l l e 2:

Ort u. Zeit	am Boden	500 m	1000 m	1500 m
Köln 3 Uhr	ESE 1	SE 8	SWzS 2	SWzW 7
Königsberg 6 Uhr	Stille	SE 4	SSW 10	-
Dresden 6 Uhr	SE 1	ESE 7	SzW 11	-

Die Danziger Messung:

Ort und Zeit	am Boden	500 m	1000 m
Danzig 7 Uhr	NE 2	NE 4	S 4

zeigt, daß dort die Verhältnisse etwas anders liegen als im Binnenland: Danzig hat bereits kältere Luft erhalten, was auch aus den Temperaturverhältnissen (s.Erf.Ber. 2. Folge Nr. 23) folgt. Dort ist bereits um 7 Uhr der erste Kaltlufteinbruch vorüber, der allerdings nicht bis 1000m hinaufreicht. Wir haben in diesem Stadium folgende weiteren Messungen.

2.) Messungen nach dem ersten Kaltlufteinbruch:

Ort und Zeit	am Boden	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
Lindenberg 9Uhr	SWzW 6	SW 10	SW 10	SW 7	SW 6
Dresden 12Uhr	SW 6	WSW 9	WSW 16	WzS 22	-

Bei diesen beiden Messungen fällt eine gewisse Gleichmäßigkeit auf mit einem Unterschied, daß in Dresden der Kaltlufteinbruch höher hinaufreicht und besonders in der Höhe erheblich größere Windgeschwindigkeit zeigt. Diese Tatsache dürfte darauf zurückzuführen sein, daß der Kaltlufteinbruch am Rande des Gebirges aufgehalten wird und bei der Messung schon weiter fortgeschritten war als in Lindenberg, das ja gerade zu Ende des Aufstiegs einen Blitzschlag aus der Böenwolke registrierte.

3.) Gehen wir dann weiter zu den Verhältnissen nach dem zweiten Einbruch, so finden wir:

Ort und Zeit	am Boden	500 m	1000 m	1500 m
Schkeuditz 13 Uhr	WzN 15	W 11	W 17	W 13
Köln 12 Uhr	WNW 4	NWzW 10	NW 12	-
Bremen 14 Uhr	NW 7	NWzW 11	NWzW 12	NW 13

Diese Tabelle zeigt, wie der Wind aus der Westrichtung mit Südkomponente in Westrichtung mit Nordkomponente übergegangen ist. Damit hätten wir die Windverhältnisse gelegentlich des Kaltlufteinbruchs zusammengestellt.

Von Interesse würde noch sein, den Verlauf der Windverhältnisse in der Höhe an einem bestimmten Ort aufzuzeigen. Dazu bieten sich Messungen von Köln und Dresden, die bei dem ersteren Beobachtungsort vor dem ersten, nach dem ersten und nach dem zweiten Kaltluft-einbruch liegen, bei Dresden vor und nach dem ersten Kaltlufteinbruch

Ort und Zeit	am Boden	500 m	1000 m	1500 m
Köln 3 Uhr	ESE 1	SE 8	SWzS 2	SWzW 7
Köln 6 Uhr	SE 1	SSW 3	WSW 7	S 7
Köln 12 Uhr	WNW 4	NWzW 11	NW 12	-
Dresden 6 Uhr	SE 1	SEzE 7	SzW 11	-
Dresden 12 Uhr	SW 6	WSW 9	WSW 16	WzS 22

Man sieht, daß die Ergebnisse, die sich aus dem zusammengestellten Höhenwindmaterial ergeben, nicht allzu bedeutend sind und das ist die Veranlassung dazu,noch einige allgemeinere Bemerkungen zu machen.

Ich glaube, es ist wichtig, immer wieder auf den grundlegenden Fehler unserer Höhenwindmessungen hinzuweisen: man erhält Messungen bis zu größeren Höhen immer nur bei gutem Wetter, stets aber nur bis zur Unterseite einer Wolkendecke. Damit ist, wie ja schon oben betont, die Möglichkeit der Feststellung der Höhe des Kaltluft-einbruchs am 4. Juli von vornherein ausgeschlossen. Die Frage, wie diesem Fehler abgeholfen werden könnte, ist schon öfter behandelt worden, ohne daß aber bisher eine Lösung gefunden wäre. In der Zeit nach dem Kriege hörte man von Frankreich her über Versuche mit Knallpiloten. Dort wurden an Ballonen Explosivkörper aufgehängt, die mit Hilfe geeigneter Zündvorrichtungen in bestimmten Zeitabschnitten einen Knall hervorbrachten. Durch Verfolgung der Piloten mit einem akustischen Anschneidegerät, wie sie in Deutschland während des Krieges z. B. bei den Schallmeßtrupps Verwendung gefunden haben, konnte Azimut und Höhenwinkel des Ballons bestimmt werden. Genaueres über die Ergebnisse dieser Methode ist mir nicht bekannt geworden.

Eine zweite Möglichkeit, die sogenannten Funkpiloten, ist zwar zur Ausführung gekommen und zwar ebenfalls in Frankreich, aber die verwandten kurzen Wellen verhinderten eine Peilung. Und die Ausrüstung mit einem Funksender für längere Wellen verbietet sich durch Gewicht und Preis der Einrichtung.

Und damit blieb als Verfahren für Höhenwindmessungen im Nebel und bei geschlossenen niedrigen Wolkendeken nur das alte Verfahren der Fesselaufstiege: das Verfahren, dem man die Berechtigung im Zeitalter der Flugzeuge absprechen möchte. Wenn man auch ohne weiteres zugeben kann, daß sich mit Hilfe von Flugzeugen Temperatur-

und Feuchtigkeitsmessungen aus der Atmosphäre mit erheblicher Regelmäßigkeit gewinnen lassen, werden doch immer wieder Ausfälle durch Nebel und geschlossene Wolkendek - ken unvermeidbar sein, die dem Fesselaufstieg keine Schwierigkeiten bedeuten. Eine Höhenwindmessung bekommt man mit dem Flugzeug nicht; dort gibt nur der Fesselaufstieg eine Abhilfe. Daß auch diesem Verfahren gewisse Mängel anhaften, ist mir vollkommen klar: am 4. Juli kam in Lindenberg ein zweiter Aufstieg nicht zur Durchfüh - rung, weil man nach dem Abbrennen des Ballons am Morgen eine Wiederholung, evtl. einen Abreißer am Nachmittag befürchtete. Es ist eine Frage der Technik, die Gefahr bei Abreißern zu vermindern und in dieser Angelegenheit sind gerade in Lindenberg ja in den letzten Jahren ganz erhebliche Fortschritte gemacht worden. Der Ballonab - brenner ist ein kostspieliges Ereignis, der Drachenab - reißer pflegt wesentlich harmloser zu verlaufen. Auf der anderen Seite spielt aber auch die Frage des Leichtwinddrachen hier hinein, um die Regelmäßigkeit von Dra - chenaufstiegen zu erhöhen. Zusammenfassend können wir sagen, daß wir Höhenwindmessungen bei jedem Wetter bis zu einer Höhe von einigen Kilometern von mehreren Stel - len erst erreichen werden, wenn neben der Vermehrung der wissenschaftlichen Flugstellen auch eine Vermehrung der Fesselaufstiegsstellen einhergeht, was für den Luftver - kehr durch Herbeischaffung von Höhenwindmessungen über geschlossenen Wolkendecken recht wesentlich ist.

Eine zweite Frage ergibt sich aus dem,was wir auf den ersten Seiten gefunden haben, sie war schon im erf. Ber. 2. Folge Nr. 30 ausgesprochen, von dem Verfahren der gelegentlichen Messungen müsse abgegangen werden und die Messung auf einen synoptischen Termin verlegt werden. Diese Forderung wird damit nicht zum ersten Mal aufge - stellt, aber sie ist hier von einiger Bedeutung,weil gerade aus den Kreisen des Luftverkehrs auf eine Höhen - windmessung kurz vor dem Start viel Wert gelegt wird.Ich

glaube, daß es für den Luftverkehr ebenso wichtig wäre, zu bestimmten Zeiten bestimmte Messungen mit Regelmäßigkeit zu bekommen. Wir werden darauf hinarbeiten müssen, daß auch in Deutschland, wie es anderen Orts üblich ist, nach einem festen Plan gearbeitet wird. Das schließt ein, daß die Messung manchmal durch eine tiefe Wolkendecke nur bis zu geringer Höhe möglich sein wird. Das umfaßt auf der anderen Seite auch die Tatsache, daß manchmal für einen Start eine Höhenwindmessung vielleicht einige Stunden alt ist, aber ich glaube doch, daß man die Entscheidung darüber, ob in der Atmosphäre seit dieser Beobachtung Änderungen eingetreten sind, der Flugwetterwarte überlassen kann, und in solchen Fällen eine besondere Höhenwindmessung zu machen, wird selbstverständlich niemand verwehren.

Diese Forderung schließt aber endlich auch ein, daß die Flugwetterwarte ganz und gar auf eine synoptische Verfolgung des Wetters eingestellt sei, daß sie mit dem Wetter lebt. Dann sind Überraschungen nicht möglich, jede Meldung wird zur Bestätigung des Bildes, aber nicht zur Grundlage einer Beratung. Das ist aber meteorologisch lebhaft zu begrüßen.

Nr. 4: E. B o l e y
Harmonische Analyse der monatlichen Luftdruckstundenmittel von München - Oberwiesenfeld vom 1. September 1927 bis 31. August 1928.

Nr. 5: F. E b e n b ö c k
Flugverkehr und Wetterdienst im Sommer 1927.

Nr. 6: H. H o l z e r
Die Höhenwindmessungen von München 1927.

Nr. 7: Dr. H. P a e c h
Bericht über eine wissenschaftliche Freiballonfahrt.

Nr. 8: Hans R ü h l
Bericht über einen Besuch der Postämter auf

der Strecke - Hamburg - Warnemünde - Berlin (Lübeck, Rostock).

Nr. 9: Dr. W. M a l s c h
Versuche zur Messung der Vertikalsicht zu Darmstadt.

Nr.10: Dipl.Ing. H. J o h n
Hangwindstudien im Freiballon mit Abb. 32.

Die Fahrt des Ballons "Riemann" am 8. Mai 1927 von Bitterfeld nach Herzberg am Harz gab in ihrem letzten Teile Veranlassung zu einer Improvisation, die systematisch angewandt, eine Verfeinerung der statischen Fahrtechnik bringen kann und bei geeigneter Vorbereitung Gelegenheit gibt, auch im Freiballon Hangwindstudien zu treiben.

Die Windrichtung war durchschnittlich Ost, in der Höhe mit einer gleichen Süd- und in den Bodenschichten mit einer deutlicher ausgeprägten Nordkomponente. Dies ausnutzend, war es gelungen, den Ballon mitten in den Harz hineinzuführen. Hierbei wurde die bereits beschriebene Hebung der Dunstfläche nach Westen durch das statische Verhalten des Ballons in ausgezeichneter Weise bestätigt. Trotz unverhältnismäßig starker Ballastausgabe, die zum Abfangen des Ballons bei den verschiedenen Manövern, eine Zeitlang im Unterwinde zu fahren, notwendig war, stieg der Ballon immer nur wenig über seine alte Prallhöhe hinaus; er durchschnitt stets nur gerade die Inversion; höher über die Dunstgrenze emporzusteigen, hätte weitere Ballastausgabe verlangt; so ergibt die Fahrtkurve im wesentlichen ein Bild von der Neigung der Dunstgrenze.

Im Westharz, vor Benneckenstein, stellte sich die Notwendigkeit heraus, den Ballon aus der Flaute des Oberwindes heraus in den stärkeren Unterwind zu bringen, um noch rechtzeitig vor der Dunkelheit den Hochwald verlassen und am Südwestrande des Harzes in ebenem Gelände in der Nähe einer Bahnlinie landen zu können.

Nur in unmittelbarer Bodennähe war genügend starker Wind; die Höhenrücken erhoben sich bis über 650 m. Da, um einen Ausdruck von Picard (Messung der Gastemperatur im Freiballon, Jahrb. der Schweizerischen Met.Zentralanstalt 1922) zu gebrauchen, in den heißen Bodenschichten (die zudem ziemlich turbulent waren) der "Ballongradient" kleiner als der Gradient der Atmosphäre war (Temperaturfall II nach Emden Grundlagen der Ballonführung S.109), so war das statische Gleichgewicht des Ballons labil (indifferentes Gleichgewicht bei Gleichgewicht von Ballon- und Luftgradient, Temperaturfall I nach Emden). Jeder Fall war also beschleunigt. Es hätte also theoretisch und nach allen bisherigen Erfahrungen dauerndes stärkstes Überwerfen mit nachfolgendem langdauernden Ventilziehen allein vermocht, die Schlußphase der Fahrt durchzuführen. Zur thermischen, aus der Differenz von Ballon- und Luftgradient herrührenden Sinkkraft kam noch eine dynamische, vom Hangwind herrührende sehr kräftige Komponente, die allein (dicht über dem Boden !) eine Fallgeschwindigkeit von 2 - 3 msk erzeugte und zum Bremsen 20 - 30 kg Ballast erforderte: Bei Alexisbad (Punkt a des Barogramms) war der Ballon nach Überfliegen des kleinen ebenen Hochplateaus bei Harzgerode aus seiner 30 m über dem Boden liegenden leidlich indifferenten Gleichgewichtslage vom Hangwinde in das tief eingeschnittene, quer zur Fahrtrichtung liegende Tal hineingesaugt worden. Die hohe, nach Überfliegen des Kammes fast momentan eintretende Fallgeschwindigkeit von 3 msk und die ziemlich hoch aufragenden, in der Sohle des Tales gelegenen Kuranlagen von Alexisbad verboten es,die "Umkehr" des Windes hangaufwärts "auszuspüren", sondern nötigten zu schleuniger starker Ballastausgabe, um ein Umkehren des Ballons auch im ansteigenden Strome zu erzwingen.

Durch diese Erfahrung gewitzigt, wurde bei den Tieffahr-Manövern am Schlusse der Fahrt stets versucht,

den Ballon noch vor Überschreiten des Kammes auf die Bäume herunterzudrücken, also in den "Aufwind" hineinzubringen, und hierbei auch eine etwas größere vorhergehende Fallgeschwindigkeit nicht zu scheuen.

Der große Ballastvorrart ermöglichte den Versuch zur Lösung der Aufgabe: In den Stromlinien des Bodenwindes wellenförmig über Berg und Tal zu fahren. Eine vollständige Welle: Berg - Tal - Berg auszufahren, ist bei dieser Fahrt nicht einmal gelungen wegen der hierfür wohl noch zu großen Bodenwindgeschwindigkeit (8 - 12msk), der starken Turbulenz und der thermischen Instabilität. Daß die nachstehend mitgeteilten Beobachtungen überhaupt angestellt werden konnten, ist der Abweichung von der bewährten, von Emden so ausgezeichnet gegründeten Fahrtregel: Im absteigenden Strome keinen Ballast werfen - im aufsteigenden Strome kein Ventil ziehen - zu verdanken, dem reichlichen Ballastvorrate und der sorgfältigen Beobachtung des Variometers von Bestelmeyer durch Dr. Schneider, die dem Berichterstatter eine sehr genaue Abschätzung der Fall- und Steigbeschleunigung und damit genaueste Dosierung der Ballastmenge ermöglichte.

In Emdens klassischen Buche ist das Bestelmeyer'sche Variometer eben nur erwähnt. (S 81) als Instrument zur Ablesung der Vertikalgeschwindigkeit; es lagen damals offenbar nur wenig Erfahrungen mit dem Variometer vor, das 1910 von Bestelmeyer in Göttingen herausgebracht wurde, dem Erscheinungsjahre des Emdenschen Buches. Emden selbst gibt noch die Faustregel, alle Minuten das Aneroid abzulesen und die Höhendifferenz beim Fallen nicht über 150 m, entsprechend 2,5 msk Fallgeschwindigkeit, anwachsen zu lassen; diese Bildung von "Differenzenquotienten" ist ja bekanntlich von den alten Führern unter fleißigem "Beklopfen" des Aneroides stets erfolgt; das Statoskop, das von den französischen Gordon-Bennetfahrern der Vorkriegszeit durchweg benutzt wurde, dessen Ablesungen sich dem "Differentialquotien -

ten" bedeutend näherten, scheint in Deutschland nie recht zur Einführung gekommen zu sein. Wenn auch die neuere Fahrkunst dem sofort sich einführenden Variometer (das Ballastsparen "bis zum letzten Korn") ihre Entwicklung verdankt, so ist doch ein systematisches Fahren unter Benutzung der Fallbeschleunigung offenbar noch wenig versucht worden, obwohl dies die letzte Verfeinerung der Ballast- und Ventiltechnik erst ermöglicht.

- Alle Sekunden wird das Variometer abgelesen, beträgt die Änderung z. B. 0,1 msk, so ist die Beschleunigung 0,1 msk 2. Man beobachtet z. B. bei einem Falle von 2msk die Wirkung der ersten Ballastausgabe. Die Fallgeschwindigkeit gehe zurück bis auf 1 msk. Dort verharre das Variometer einige Sekunden; dann weiß man, daß der Fall nicht mehr beschleunigt ist, und kann in verhältnismäßiger Ruhe überlegen, ob man den Fall noch weiter bremsen will; zeigt in der nächsten Sekunde das Variometer 1,1 msk, so bedeutet dies eine neue Fallbeschleunigung; sofortige Ballastausgabe ist geboten. Kennt man nun noch aus der Beobachtung eines guten Windrädchens die Ursache der Vertikalbeschleunigungen (Temperaturdifferenzen zwischen Gas und Luft oder vertikale Luftströmungen), so lassen sich mit dieser Ablesemethode geradezu verblüffende Ergebnisse erzielen; so wurde bei der Landung der am Schlepptau fallende Ballon entgegen der Regel noch gebremst; Erfolg: Der Ballon blieb 2 m über dem Boden stehen und konnte aus dem Gleichgewicht heraus (der idealen Landungsart !) gerissen werden; er war nicht überworfen worden. Übrigens kann bei einiger Höhe über dem Boden diese Ablesemethode vom Führer allein vorgenommen werden, nur bei Spezialmanövern und Beobachtungen dicht über dem Boden ist ein "Ansager" erforderlich.

Es seien zunächst die auf dieser Fahrt angestellten Hangwindbeobachtungen in Verbindung mit der dabei improvisierten Fahrtechnik mitgeteilt.

Punkt b des Barogramms: Der Ballon wurde mit 1,5

msk konstanter Fallgeschwindigkeit auf den Glasekopf,einen ausgedehnten steilen Rücken von ca 600 m Höhe,hinabgefiert. Dieser Rücken und alle folgenden Höhenzüge und Täler waren etwa 70 Grad gegen die Fahrtrichtung geneigt. 50 m schräger Projektion vom Hang entfernt traf der Ballon den Aufwind; ohne weitere Ballastausgabe verzögerte sich in 3 Sekunden der Fall bis auf Null bei gleichzeitigem starken "Wind im Korb" von unten. Der Ballon begann erst langsam, dann schneller bis 2,5 msk im Aufwind zu steigen und überflog - immer mit Wind von unten (!) den Kamm. Offenbar riß der Aufwindstrom über dem Kamme ab ! Erst energisches Ventilziehen brachte den Ballon im aufsteigenden Strome zum Fallen. Das schmale, tiefe eingeschnittene Odertal war aber schon überflogen, ohne daß es gelungen wäre, in das Tal selbst hineinzutauchen (Punkt c). Es folgten die 600 m hohen Escherberge. Vor dem Rücken wurde der durch das Ventilziehen erzeugte Fall von 2,5 msk leider etwas gebremst; das hatte zur Folge, daß der Ballon unmittelbar über dem Kamm wieder in den Aufwind hineingeriet und relativ zu leicht bis 1000 m hoch gehoben wurde. In 900 m, also 300 m über dem Kamme, erlosch erst der Aufwind ! Das noch folgende konstante thermische Steigen wurde wieder durch leichtes Ventilziehen in Fall verwandelt. Jetzt mit größter Vorsicht bei ununterbrochenem Variometerablesen wieder hinabgefiert, gelangte der Ballon diesmal jenseits des Kammes eines hinter den Escherbergen liegenden Höhenzuges (nach einer kleinen "Zacke", deren Ursache unbekannt blieb) in den "Abwind" des ebenfalls sehr tief eingeschnittenen Sperr-Lutter-Tales, dort stark fallend. Bei 1 msk Fallgeschwindigkeit war kein Vertikalwind im Ballon zu spüren; das dürfte also die ungefähre Größe des den steilen Hang hinabstreichenden Windes gewesen sein. Auf das Variometer bauend, wurde diesmal nicht gebremst, sondern bis auf 100 m auf die Talsohle herabgegangen, wo der Fall von selbst erlosch und sofort in leichtes Stei-

gen überging. (Punkt c). Auch diesmal wurde der Ballon nicht über den Kamm des nächsten Höhenzuges hinweggehoben und jenseits vom "Abwinde" in das nächste Tal gezogen, erhielt vielmehr wieder eine beträchtliche Steigbeschleunigung. Als Quertal (70 Grad gegen die Fahrtrichtung streichen) lag vor uns nur noch das Tal der Krummen Lutter. Wieder kam der Ballon erst jenseits des Kammes ins Fallen, diesmal kurz hinter dem Tale in etwa halber Höhe des Hanges bis auf 5 m über die Bäume herunter und in den Aufwind des etwas sanfter geneigten Hanges gefiert; fast ohne Ballast wurde der Ballon im Gegensatz zu den beiden vorher angeflogenen Hängen vom Aufwinde sanft empor und ohne Steigbeschleunigung am Kamm über diesen hinweggetragen. Der Gegensatz zu den vorhergehenden Beobachtungen, wonach der Aufwind am Kamme abriß, erklärt sich erstens aus der geringeren Neigung dieses Kammes und daraus, daß hinter dem Kamme kein tief eingeschnittenes Tal, sondern nur eine flache Einsenkung folgte. (Punkt g des Barogramms) (Die Schlußphase der Fahrt bis zur sehr glatten Landung interessiert nur in Bezug auf die Fahrtechnik nach der Beschleunigung; eine Episode kurz vor dem Reißen wurde bereits skizziert).

Zusammenfassung.

Es ist möglich, bei geeignetem Instrumentarium wertvolle Beobachtungen über die Strömungsverhältnisse im Mittelgebirge auf Freiballonfahrten, auch zahlenmäßige Messungen zu gewinnen.

Bei diesem ersten Versuche wurde folgendes beobachtet:

Weht der Wind annähernd quer zu einem Höhenzuge, und ist dieser Hang steil genug, und folgt auf ihn ein tiefeingeschnittenes Tal, und ist der Wind stark genug (etwa 10 msk), so glückt es nicht, den Ballon mit dem Aufwinde an dem Kamm herantragen, über dem Kamm kulminieren und in das folgende Tal mit dem Abwinde hinein-

saugen zu lassen; es scheint demnach, als ob der Aufwindstrom unter den geschilderten Bedingungen am Kamme abrisse.

Folgt auf den Kamm ein weniger tief eingeschnittenes Tal, so scheint sich der Wind zwanglos dem Geländeprofil anzuschmiegen; der Ballon folgt ebenfalls leicht ohne statische Nachhilfe.

Abwind ist aber auch in den tief eingeschnittenen Tälern zu beobachten. In welcher Tiefe unter dem Kamme dieser einsetzt, konnte nicht ausgemacht werden. Somit bleibt die Frage, welche Art Wirbel der abreißende Aufwind über dem Kamme bewirkt, noch offen.

Folgt auf ein Hochplateau ein Tal (das sogar recht steil abfallen kann), so scheint der Strom bei der beobachteten Geschwindigkeit nicht abzureißen, sondern unmittelbar in Abwind überzugehen. Folgt analog auf einen Hang ein Hochplateau, so scheint der Strom ebenfalls ohne abzureißen, unmittelbar am Kamm in eine horizontale Strömung überzugehen.

Ist der Zug der Täler und Höhenzüge nahezu rechtwinklig zur Windrichtung, so scheint eine ausgeprägte Strömung längs im Tale nicht vorhanden zu sein. Ob sich im Tale ein langsam sich wälzender "Luftkuchen" mit dem Tale paralleler Achse bildet, konnte ebenfalls nicht ausgemacht werden.

Instrumentarium.

Das Variometer muß für solche Beobachtungen auf Beschleunigung abgelesen werden; sonst ist die statische Führung nicht feinfühlig genug zu gestalten.

Ein Windrad für quantitative Messungen der vertikalen Relativbewegung von Ballon gegen Luft ist erforderlich; es kommt zunächst nur ein zweiflügeliges Rad mit etwa 30 cm Durchmesser in Frage, dessen Umdrehungen man zählen kann und vermittels eines Chronographen elektrisch ohne zwischngeschaltete Rädergetriebe registrie-

ren kann. Seit dem registrierenden Vertikalanemometer von Ludewig scheint seit 1911 kein ähnlicher Versuch mehr unternommen zu sein.

Ein ausreichend ventilierter Meteorograph ist für weitere meteorologische Freiballonfahrten unerläßlich. Der Meteorologe muß, von einzelnen Kontrollablesungen abgesehen, vollkommen frei gemacht werden von den Barometer- und Psychrometerbeobachtungen. Es gibt, wie die vorangehenden Ausführungen zu demonstrieren suchen, außerdem genügend wichtiges zu beobachten, was die Aufmerksamkeit von Beobachtern und Führer voll in Anspruch nimmt.

Da ein Ventilator, wie man das Uhrwerk auch immer konstruieren mag, stets kompliziert, wenig betriebssicher und infolge des dauernden Schnurrens nach einigen Stunden (die hier diskutierte Fahrt dauerte 9 Stunden !) unerträglich bleibt, so hat der Berichterstatter einen Aspirator entworfen, der, auf dem Gedanken von Welsh (Assmann: Wissenschaftliche Luftfahrten, Band 1)fußend, den Originalapparat nur an Größe übertrifft, geräuschlos arbeitet und nur stündlich das Emporheißen eines Ballastsackes erfordert. Würde uns ein Ballonmeteorograph der Konstruktion von Bosch zur Verfügung gestellt, und könnte man das das Thermo- und Hygrometer enthaltende Rohr auf einen Querschnitt von 5 cm^2 herabsetzen, so würde der Aspirator, der ebenso wie der Meteorograph selbst im Netz aufzuhängen wäre, so daß auch tiefes Fahren und "Waldeintaucher" bei schreibendem Meteorographen möglich blieben, unter den geschilderten Bedingungen eine Ventilationsgeschwindigkeit von 8 - 10 Meter pro Sekunde erzeugen können.

Nr.11: Dr. O. R e i n b o l d
Bericht über die Horizontalsicht im rheinisch-westfälischen Industriegebiet.

Nr.12: Dr. W. K o p p
Meteorologische Erläuterungen zu einem Böen-

flug vom 22. 9. 1928.

Nr.13: Kurt S c h r e i b e r

Bericht über die Erfahrungen beim Flugbera - tungsdienst 1927/28.

Die deutsche Flugwetterberatung scheint auf einen gewissen toten Punkt gekommen zu sein. Der Schritt bis zur völlig einwandfreien "meteorologischen Beratung" nach Maßgabe der vorhandenen wissenschaftlichen Grenzen ist noch immer so groß, daß ihn kaum einer zu machen wagt. Die Fülle des Materials, mit der die einzelnen Regionen überschüttet werden, steht noch immer in einem Mißverhältnis zu der praktischen meteorologischen oder besser synoptischen Verwendbarkeit. Schuld daran sind vor allem die in der flugarmen Zeit auftretenden Lücken in einzelnen Bezirken, die zur weiteren Analyse ein dichteres Netz brauchen könnten. Die Inhomogenität des Materials gründet sich auf qualitative Unterschiede in der Beobachtung einerseits und auf die meiner Meinung nach nicht mehr berechtigte Beobachtungszeit, die sich einzig und allein auf die Startzeiten und nicht auf die Synoptik stützt.

Wenn von den maßgebenden Stellen der Ruf nach einheitlicher meteorologischer Beratung laut wurde, so geschah das wohl aus zweifachem Grunde:

Soll ein Flug bei schwieriger Wetterlage so bera - ten werden, daß der Führer und die Flugleitung sich ein eindeutiges Bild von der augenblicklichen Wetterlage und vor allem von der Weiterentwicklung machen können, so setzt das eine bis ins Feinste gehende Bearbeitung der Wetterkarte voraus. Die Feinheit der Analyse wächst aber zweifellos mit der Potenz der Dichte des Beobachtungs - netzes und der Güte der Beobachtung.

Warum wurde dieses erstrebenswerte und notwendige Ziel nicht erreicht ? Zunächst entsteht die Frage,ob die Erfahrungen der sechs Jahre, auf die die Organisation des Flugsicherungsdienstes in der heutigen Form zurück -

blicken kann, nicht ausreichen sollten, um in jedem Bezirk die Streckenämter herauszuschälen, deren Beobachtungen ein so hohes Gewicht beigelegt werden kann, daß, wenn auch nicht die Güte einer fachmeteorologischen Beobachtungsstelle, so doch wenigstens etwas Annäherndes erreicht werden könnte. Die so gewonnenen Meldestellen würden als synoptische Meldestellen eingesetzt, einen wesentlichen Anteil zur Verfeinerung des Wetterbildes geben. Eine wesentliche Mehrbelastung der Postämter brauchte dadurch nicht zu entstehen. Diese Neuregelung würde zweifellos einen erheblichen Schritt in der Richtung auf die meteorologische Beratung bedeuten. Hierzu tritt noch eine moralische Wirkung auf den beratenden Meteorologen, in erster Linie aber den Anfänger, der von vornherein zur eingehenden Analyse angehalten wird und nicht erst auf das "Abwarten von Streckenmeldungen" verfällt. Es scheint sehr schwer zu sein, von der Methode der Beratung auf Grund der Postobse zur meteorologischen Beratung überzugehen: vom Standpunkt der Meteorologie ein Grund mehr, die restlose Durchführung der meteorologischen Beratung zu fordern.

Der zweite Grund für diese Forderung wurde eben schon gestreift: "das Abwarten von Streckenobsen". Es ist für den Meteorologen ein peinliches Gefühl, wenn erst nach Einlauf der Meldungen eine meteorologische Beratung erfolgen kann. Das Armutszeugnis dürfen wir uns nicht ausstellen, deshalb müssen wir uns aber von den Streckenmeldungen zur Startzeit freizumachen versuchen. Dazu brauchen wir aber - vor allem das noch nicht so geübte Auge - eine ins Kleinste gehende Analyse mit möglichst engem Beobachtungsnetz. Wie wichtig schon zuweilen eine Meldung im Kleinen Schlüssel, eine zufällig zur synoptischen Zeit erfolgende Meldung bei Schlechtwetterlage ist, davon hat sich die Praxis oft genug überzeugen können. Wie ungleich wertvoller aber wird ein ganz neu hinzukommender Komplex von Meldeämtern sein, auf den man

Tag für Tag rechnen kann.

Zugegeben sei, daß verschiedene Flugzeugführer noch immer nicht auf ihre Meldungen werden verzichten wollen und können, schlimmstenfalls steht immer noch ein telephonischer Anruf zur Verfügung. Wenn wir erst eine gewisse Erfahrung mit der Mikroanalyse gesammelt haben, dann fällt nach und nach das Warten auf Postobse von selbst, und mit diesem fällt und steht der Mißkredit, in dem zuweilen die Flugmeteorologie steht.

Herr Noth hat in einer längeren Ausführung gele - gentlich einer Sitzung der Arbeitsgemeinschaft deutscher Flugmeteorologen sich eingehend über die Langstreckenberatung geäußert und betont, daß eine solche Beratung nur eine meteorologische sein kann. In treffender Weise wies er dabei die Unbrauchbarkeit der Streckenmeldungen nach, die eben nur synoptisch einen Sinn haben, da sie zur Streckenberatung bei veränderlicher Lage viel zu alt geworden sind. Heute oder morgen freilich wird man von dem einmal durchgeführten Vorschlag noch keinen Erfolg sehen: eine gewisse Erfahrung bei der einzelnen Flugwetterwarte wird dazu notwendige Voraussetzung sein.

Mit meinem Vorschlag sollen nicht alle Streckenämter in Wegfall kommen, ein gewisser Teil kann immer noch zur Bestätigung der Prognose bestehen bleiben.

Aus diesem System erwachsen eine Reihe von Vorteilen:

1) Die Postämter, die in den synoptischen Dienst einge - reiht werden, haben ununterbrochen denselben Dienst.
2) Durch die viel größere Regelmäßigkeit und den höheren meteorologischen Wert der synoptischen Beobachtungen kommt sicher ein Teil der Auskunftsgespräche in Weg - fall.
3) Die allgemein gültige Arbeitskarte (1 : 2,5 Mill.) wird dann erst ihren vollen Zweck erfüllen.
4) Das Warten auf Streckenmeldungen und die damit verbundenen "Startverzögerungen wegen Wetter" fallen weg.

5) In wissenschaftlicher Beziehung ist die so eintretende Erweiterung von mannigfaltiger Bedeutung:

a) Durch die dadurch erreichte Homogenität des gesamten Beobachtungsmaterials sind orographische Einflüsse auf Störungsfronten und andere markante Witterungserscheinungen viel leichter zu fassen als bisher.

b) Für Spezialuntersuchungen bedeuten die synoptischen Beobachtungen der Postämter eine wertvolle Erweiterung.

c) Der Grad und Wert der Prognose wird in jeder Beziehung um ein Bedeutendes erhöht.

d) Aerologisch bieten die höher gelegenen Postämter zuweilen eine wertvolle Ergänzung für die Beurteilung des Zustandes der Atmosphäre, die dahingehend erweitert werden könnte, falls die betreffende Station die Möglichkeit der Angabe von Temperatur und Drucktendenz hat.

Der Wert der Bjerknes'schen Frontologie, ohne die wir im Wetter- und Flugwetterdienst kaum noch auskommen würden, wird, wie das Bergeron - Swoboda dargetan haben, mit dem Wachstum der Zahl der Beobachtungsstellen umso höher steigen, je schneller die Zahl der Laienbeobachtungen durch quasi-meteorologische Beobachter zunimmt. Der deutsche Flugberatungsdienst kann hier den ersten Schritt tun, der uns in der Erforschung der Atmosphäre, der Erhöhung der Trefferprozente der Prognose, zunächst aber in der Verfeinerung der Wetterkartenanalyse einen nicht unbedeutenden Sprung weiter führen wird, ein Schritt, der die Makrometeorologie immer mehr durch die Mikrometeorologie verdrängen wird.

Hand in Hand mit der Augenbeobachtung der unteren Schichten aber gehen - und darin liegt mit der Hauptwert - die aerologischen Forschungsmethoden.

Theoretisch ist bereits nach dem Organisationsplan des Flugsicherungsdienstes 1929 die von uns wiederholt

geforderte Gleichzeitigkeit der Höhenwindmessungen durchgeführt. Nur praktisch stößt sie begreiflicherweise rein personell auf Schwierigkeiten.

Der deutsche Flugwetterdienst kann und wird, auf die einzelnen Flugwetterwarten übertragen, nur dann einwandfrei und allen Anforderungen genügend funktionieren, wenn eine einheitliche und großzügige Organisation vorhanden und eingehalten wird. Organisation ist alles und mit ihr alles geschafft ! Merkwürdigerweise - vielleicht behaupte ich hier zuviel - sträubt sich noch mancher gegen Disziplin. Wo aber ein Wille, ist auch ein Weg, wo eine Organisation, ist auch Erfolg !

Unschwer wird es zu entscheiden sein, daß ein bis zwei Stunden Mehrarbeit infolge der Gleichzeitigkeit der Piloten zu dem Ausfall derselben in keinem Verhältnis steht. Sollte es nicht möglich sein, wenigstens zu einem Termin die Gleichzeitigkeit zu wahren ? Was nützen Aufstiege mit zeitlicher Streuung von 1 - 2 Stunden, wenn zur synoptischen Zeit entweder keiner oder nur wenige vorhanden sind ? Es ist nicht so ohne weiteres zu überblicken, welche unschätzbaren Vorteile eine Beobachtungsreihe von fast sämtlichen Flugwetterwarten z. B. 8 Uhr früh bietet. Wir dürfen nicht nur an den Selbstzweck unserer Messungen und Beobachtungen denken und daran festhalten, würden wir doch dann nur Momentanarbeit, d. h. totes Material liefern. Zum wiederholten Male sind unsere Beobachtungen für synoptische Spezialuntersuchungen angefordert worden, konnten aber nur z.T. wegen der Ungleichzeitigkeit Verwendung finden.

Herr Stüve hat in der M.Z.S. 1925 S.98 einen Weg angegeben, Temperaturwerte für einzelne Schichten aus Pilotenmessungen zu berechnen und damit die Messungsergebnisse in ein anderes Licht gerückt.

Durch die Gleichzeitigkeit der Piloten kommt auch das "Warten auf Höhenwinde", die zeitlich nur in die Nähe der Startzeiten gelegt wurden, in Wegfall, was wieder

der meteorologischen Beratung zugute kommt.

Nun zum Beratungsdienst allgemein:

"Nach Maßgabe der zur Verfügung stehenden Zeit für Durchgangsmaschinen, für Kopfstationen immer, hat die Beratung im Beratungszimmer zu erfolgen", so ungefähr lautete die Abmachung, die anläßlich der Sitzung im Reichsverkehrsministerium vom 9. - 12. Dezember 1927 in Berlin mit der Luft-Hansa getroffen wurde.

Auch hier steht es mit der Theorie anders als mit der Praxis. Es gibt leider immer noch Führer - und in der Hauptsache junge, noch nicht sehr erfahrene - die Beratung Beratung sein lassen. Woran liegt das ?

1) Der Beratungsraum liegt zu ungünstig.
   Richte man also bei Umstellungen und Neubauten sein Hauptaugenmerk darauf, die Flugwetterwarten in unmittelbare Nachbarschaft mit Flugleitung und Führerraum im Erdgeschoß, vom Platz leicht erreichbar, zu verlegen.
2) Die Flugleitung zeigt eine gewisse Interesselosigkeit, die Führer in allen Fällen - mit wenigen Ausnahmen - zur Befragung im Beratungsraum anzuhalten.
3) Am Flugmeteorologen selbst.
   Flugmeteorologen, die zuviel mit Streckenmeldungen und Eventualquoten wie "wahrscheinlich, möglich" u.a. operieren und dennoch Fehlprognosen buchen, verlieren, ebenso zu vorsichtige, bald das Vertrauen. Nicht genug damit: bald greift auch das Mißtrauen auf die ganze Belegschaft über. Die Erfahrung lehrt immer wieder: je präziser die Auskunft, je höher die Wertung, und dann wird kaum noch eine Fehlprognose, die sich nie vermeiden lassen, abgeurteilt. Zehn präzise Prognosen mit vier Fehlanzeigen sind weit mehr wert als zehn Gummiprognosen mit zwei Fehlanzeigen, denn letzten Endes haftet einer Gummiprognose immer eine Doppeldeutigkeit an.

Absolute Konsequenz in der Beurteilung der Wetter-

lage, die beim Vorhandensein einer gut analysierten Karte nicht allzu schwer einzuhalten ist, fördert das Ansehen der Flugwetterberatung. Ein ewiges Hin und Her bringt uns zurück und um unser Ansehen, was wir schon im Interesse des gegenseitigen Vertrauens brauchen.

Eine viel umstrittene Frage ist weiter:

Wann ist Start- und Landeverbot zu geben ?

Die Verhängung von Start- und Landeverbot ist nur eine Frage der Vernunft. Vielleicht wäre es in mancher Beziehung besser, beide Begriffe verschwänden überhaupt aus der Terminologie des Flugsicherungsdienstes und zwar aus einem psychologischen Grunde. Bei fraglicher Wetterlage - und solche gibt es genug - hat man sich mancherorts aus der Schlinge ziehen können durch ein Startverbot.Gewiß ist es leichter, den Flug bei kritischer Wetterlage für unmöglich zu erklären, als durch eine eingehende auf guter Grundlage basierende Analyse (vergl.I.) doch noch einen Flugweg zu schaffen. Dabei müssen wir aber zwischen drei Grundtypen der vorkommenden Wetterlage unterscheiden:

a) Eindeutige gute Wetterlage (Flugwetter)

b) Eindeutige Schlechtwetterlage (Fliegerwetter)

c) Alternativwetterlage (Subjektive Wetterlage).

Eine Flugmöglichkeit scheidet im Falle b von vornherein aus z. B. bei langausgedehntem Nebel bis in größere Höhen, Schleifzonen am Fuße eines Gebirges parallel zum Kamm, durch irgendwelche Ursachen völlig verdecktes Gebirge. Im Falle c liegen zwar die Verhältnisse meteorologisch klar, aber die Entscheidung, ob Flugwetter ist oder nicht, liegt beim Flugzeugführer. Der Flugzeugführer muß sich, seine Maschine und seine Strecke so genau kennen, daß er die Entscheidung ohne weiteres treffen kann, eine gründliche Beratung natürlich vorausgesetzt. Die Praxis ist reich genug an Fällen, wo ein Flug von dem einen Führer, von dem anderen aber nicht durchgeführt werden konnte. Die höchste Frequenz in der Durch-

führung einer Strecke bezügl. Wetter wurde dort erreicht, wo kein Führerwechsel eintrat. Merkwürdigerweise mußte man aber nicht selten beobachten, daß gerade um die Wende der Jahreszeiten, die gewöhnlich mit einer Wende der Witterungsfolge zusammenfällt, plötzlich Führerwechsel eintrat. Dadurch fielen wegen Wetter mehr Flüge aus, was bei dem alten Führerbestand sicher nicht eingetreten wäre. Welche Beweggründe bei der Flugbetriebsleitung der Deutschen Luft-Hansa dafür auch maßgebend sein mögen, bleibt es meteorologisch und nicht zuletzt im Interesse der Frequenz entschieden vorteilhaft, möglichst diesel - ben Führer auf der Strecke zu belassen.

Nach dieser Abweichung, die im Zusammenhange aber gestattet sein möge, kehren wir zum eigentlichen Gegen - stand zurück.

Start- und Landeverbot mit der Polizei auszumachen halte ich zwar für sehr wirksam, aber im Interesse der intensiven Zusammenarbeit der maßgebenden Formationen für nicht ganz angebracht. Wenn schon die Vorschrift besteht, so soll sie wenigstens zweckentsprechend ange - bracht werden. In den häufigsten Fällen sind doch die Flugleiter fliegerisch erfahren genug, um nach eingehender Schilderung die Aussichtslosigkeit eines Fluges ohne weiteres einzusehen. Startverbot tritt dann automatisch in Kraft, wenn auch der Führer entscheidet.

Bei einem Landeverbot liegen die Verhältnisse auf Grund der Augenbeobachtungen und Messungen so wie so klar. Ein Start- und Landeverbot gegen die Flugleitung im Einvernehmen mit der Polizei führt nur zu einer un - geneigten Flugleitung.

Um auch dieser Diskrepanz grundsätzlich Rechnung zu tragen, ist die Schaffung von Normen der Antwort auf die eingangs gestellte Frage anzustreben. Und zwar müs - sen die Normen für Leicht-, Mittel- und Schwerflugzeuge getrennt tabellarisiert werden. Dieses könnte Gegenstand einer Besprechung zwischen der Berufsorganisation der

Flugzeugführer und der Arbeitsgemeinschaft deutscher Flugmeteorologen sein.

In den Fragenkomplex fällt auch noch:
Ist es in allen Fällen angebracht, einer Maschine den Start nicht freizugeben, da die Gegenmaschine wegen Wetter ausfällt ?

Begreiflicherweise wird diese Maßnahme seitens der Flugleitungen durch daraus entstehenden Maschinenmangel begründet. Flugmeteorologisch liegt in mehreren Ausnahmefällen nicht immer Veranlassung vor. Ein Ausfall eines Fluges von z. B. Schkeuditz nach München braucht nicht immer den Ausfall der Gegenmaschine nach sich zu ziehen. Bei Stauwirkungen am N-Hange des Gebirges ist die Leeseite vielfach noch frei. Der von Schkeuditz ansteuernde Führer sieht das Gebirge völlig abgedeckt, wird aber angesichts der freien Leeseite mit größerer Sicherheit ein Tal suchen können. Die Gegenmaschine überblickt zwar anfangs das ganze Gebirge, kann aber den Talflug nicht wagen, da sie in das Schlechtwettergebiet mit unbekannter Ausdehnung hineinfliegt.

Es liegt auch im Interesse der Frequenz, von einer gegenseitigen Abmachung des Startausfalles bei Schlechtwetterlagen des Typus c nach Maßgabe der maschinentechnischen Möglichkeiten gegebenenfalls Abstand zu nehmen.

Hierzu gehört auch noch die Frage des Nebelfluges. Der Nebelflug ist immer noch in der Hauptsache eine Motorenfrage bei einmotorigen Maschinen. Zum wiederholten Male hat sich eine Flugmöglichkeit ergeben, wenn z. B. eine Strecke von 100 km über Nebel gezogen werden konnte. Hier liegt offenbar ein Grenzfall des Typus c vor.

Erfreulicherweise gibt es Führer, die mit ihrer G-Maschine, zuweilen auch mit einem Focker, über Nebelherde hinwegziehen. Das erfordert vorwiegend Strekkenkenntnis insofern, als der Führer berechnen muß, wo er sich zu einer bestimmten Zeit befindet.

Der Weiterausbau des Nebelfluges wird der Luft -

fahrt besonders förderlich sein. Und es ist jedem Meteorologen anzuraten, auch der Möglichkeit der Überfliegung von störenden Nebelgebieten ein Augenmerk zu schenken. In Schkeuditz ist es schon länger Gebrauch.

Es sei noch einiges über die funkentelegraphische Beratung der Maschinen bemerkt:

Nach der allgemeinen Funkorganisation liegt die Beratung der F.T.-Maschinen nur gewissen Stellen ob. Das bedeutet aber, daß mit dem Moment des Startes der beratende Meteorologe jeglichen Konnex mit der Maschine verliert und so keine Kontrollmöglichkeit über seine Beratung hat. Am nächsten oder übernächsten Tage, wo er günstigstenfalles wieder mit dem Führer zusammentreffen kann, verhindert z.T. Gedächtnisschwäche, z.T. Abgekämpftsein einen Gedankenaustausch über den wirklichen Witterungsverlauf während des Fluges. Damit gehen uns wertvolle Fingerzeige für die Kritik unserer Beratung verloren. Wäre es daher möglich, daß wenigstens der beratende Meteorologe die Durchberatung der Maschine auf dem F.T.-Wege bis zur Landung beibehält ? Abgesehen von dem eben erwähnten Verlust ist doch gerade der Meteorologe des betreffenden Starthafens am besten auf die Entwicklung der Wetterlage der Strecke eingestellt. Meldungen anderer Art z.B. Standortmeldungen, Wetterbeobachtungen usw. bleiben natürlich Sache der F.T.-Stationen auf 900 m. Aber auch diesen muß es erneut zur Pflicht gemacht werden, wichtige Meldungen sofort an die dafür interessierten Stellen weiterzuleiten, denn oft genug ist es vorgekommen, daß ausgerechnet Gefahrenmeldungen über die Strecke, die z.B. für Schkeuditz bestimmt waren, uns nie erreichten. Erst Führer oder Bordfunker konnten uns nach erfolgter Landung auf die Meldungen aufmerksam machen.

Zum Schluß noch etwas wenig Erfreuliches: "Der unzufriedene Flugzeugführer".

Es soll durchaus nicht in Abrede gestellt werden,

daß es ab und zu Grund zur Unzufriedenheit gibt. Aber wenn schon eine scharfe Kritik an einer Wetterberatung geübt werden soll, so könnte das am wirksamsten in Gegenwart des verantwortlichen Meteorologen und nicht erst durch dritte Hand geschehen. Wir gehören immer noch zu den Menschen, denen freier Gedankenaustausch gestattet ist. Der Führer mag schimpfen soviel er Lust hat, aber hin und wieder eine Dosis mehr Sachlichkeit würde erfolgreicher sein. Im einzelnen die der Prognose entgegenlaufenden Ausstellungen nachzuprüfen, wird nie im Bereiche der Möglichkeiten liegen. Daß aber z. B. auf einem Fluge nach Prag herrliche Sicht bei fast heiterem Himmel gewesen sein soll, während z.Z. des Starts zwei ausgeprägte Regenfronten, die später noch verfolgt werden konnten, auf der Karte zu sehen waren, das wagt der Meteorologe doch ernstlich zu bezweifeln. So witzig ist die Atmosphäre nun doch nicht. Die "Bemerkungen für den Flugzeugführer" auf dem Wetterzettel stehen meist leer, aber gescholten wird eisern weiter !

Vorstehende Erfahrungen und Anregungen seien zur Kritik, Begutachtung und evtl. Befolgung dem deutschen Flugsicherungsdienst und den daran interessierten Stellen übergeben.

Nr.14: Dr. R. A r e n h o l d, K. S c h r e i b e r und Dr. L. H e b e r e r
Bericht über den Besuch von Beobachtungsstellen im Bezirk Halle/Leipzig und Erfurt.

Nr.15: Dipl.Ing. B a u m a n n
Bericht über die Meldestelle Schneverdingen (Postamt).

Nr.16: Dr. W. M a l s c h
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Köln - Paris.

Nr.17: Dr. K a n t z e n b a c h
Bericht über die Meldestellen Alfeld und Kreiensen.

Nr.18: Dr. O r t m e y e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Köln - Halle.

Nr.19: Dr. K. K e i l
Meteorologische Untersuchungen an 6 verschiedenen für den Flughafen San Francisco in Aussicht genommenen Plätzen, von Ernest E. Eklund.

Nr.20: Reg.Rat Dr. P e r l e w i t z, Dr. B e l l und Dr. F u h r
Bericht über die Meldestellen des Bezirks der Flugwetterwarte Stettin.

Nr.21: Reg.Rat Dr. P u m m e r e r
Bericht über einen Besuch der Streckenmeldestellen Minden und Bramsche.

Nr.22: Dr. H. N o t h
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Berlin - Hannover.

Nr.23: Dr. K a n t z e n b a c h
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Hannover - Dortmund.

Nr.24: Dipl.Ing. B a u m a n n
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Hannover - Amsterdam.

Nr.25: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Frankfurt/Main - Köln.

Nr.26: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Frankfurt/Main - Dortmund.

Nr.27: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Frankfurt/Main - Basel.

Nr.28: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Frankfurt/Main - Stuttgart.

Nr.29: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Frankfurt/Main - Kassel - Hannover.

Nr.30: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Frankfurt/Main - Erfurt.

4. F o l g e .

Nr. 1: H. E r n s t
Bericht über einen Flug von Berlin nach Danzig und zurück am 25. 3. 1929.

Nr. 2: Dr. M a h r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Kassel - Schkeuditz.

Nr. 3: Dr. H. N o t h
Bericht über die Meldestellen Treuenbrietzen (Postamt) (mit Marzahna), Kirchhain (Postamt), Elsterwerda (Postamt), Dahme (Postamt).

Nr. 4: Dr. H. N o t h
Bericht über die Meldestelle Weißwasser/Oberlausitz.

Nr. 5: Flugwetterwarte Königsberg/Pr.
Bericht über die Meldestellen im Bezirk der Flugwetterwarte Königsberg/Pr.

Nr. 6: Reg.Rat Dr. P u m m e r e r
Bericht über die Wetterverhältnisse der Flugstrecke Hannover - Bremen.

Nr. 7: Dipl.Ing. K. D a u b e r t
Bericht über starke Böigkeit bei E-Winden zwischen Alb und Schwarzwald auf der Strecke Stuttgart - Zürich am 1. März 1929, mit Abb. 33.

Schon mehrmals konnte man feststellen, daß stärkere E-Winde in Süddeutschland sehr böig sind. Im Allgemeinen werden fast nur die NW-Winde als besonders böig

angesehen wegen ihres hohen Temperaturgradienten, ihrer durchschnittlich größeren Geschwindigkeit und der damit verbundenen stärkeren Reibung, die beide die Turbulenz erhöhen. Beide Bedingungen sind aber ebenso bei E-Winden, besonders im Winter in mindestens gleichen Masse vorhanden. Da sie aus dem trockenen Kaltluftkomplex Rußlands kommen und auch die Geschwindigkeit bei über Italien liegender Zyklone verhältnismäßig sehr hoch werden kann, ist die Durchmischung infolge der durch Reibung erzeug - ten Turbulenz beträchtlich, Kondensationserscheinungen infolge ihrer Trockenheit selten und somit der Gradient mindestens $1^{\circ}/100$ m; dieser wieder begünstigt das Bestehen einer vertikalen Achse der Turbulenzwirbel; kommt nun, wie es in Süddeutschland der Fall ist, unregelmäßige Bodenkonfiguration, insbesondere senkrecht zur Stromrichtung, hinzu, so kann die an und für sich schon vor - handene Turbulenz der einzelnen Bergketten infolge der Leewirkung gefährliche Formen annehmen.

Ein Beispiel hierfür bot ein Flug auf der Strecke Stuttgart - Zürich am 1. März 1929 zwischen 8 und 10 Uhr. Die Wetterlage war folgende:

Das Hochdruckgebiet über Deutschland hatte vom 28. II. zum 1. III. eine bedeutende Stärkung erfahren, sehr wahrscheinlich nicht nur thermisch durch die Zufuhr der kalten E-Luft und durch Ausstrahlung, sondern auch durch dynamische Vorgänge in großen Höhen. Es war daher der Druckunterschied gegen die über Nord-Italien gelegene Depression in Süddeutschland besonders groß, weshalb auch die ENE-Winde mit der Höhe stark zugenommen hatten. Die 8 Uhr-Beobachtungen von der Strecke gaben allerdings am Boden nur Windstärken von 18 - 25 km/St an, auf dem Feldberg betrugen sie 60 - 70 km/St. Die klare, grell grünlich-blaue Farbe des Himmels ließ ebenfalls starke Windgeschwindigkeiten in größeren Höhen erkennen.

Weiterhin ersah man aus den Streckenmeldungen, daß zwischen Tuttlingen und Böblingen wolkenloser Himmel

sich allmählich mit einer geschlossenen Stratusdecke in 600 m bis 800 m über Grund bedeckte, die größtenteils als Folge der Stauwirkung an den Alpen und dem Schwarz - wald anzusehen war.

Es war daher nicht möglich, kurz nach Start über 1200 m hoch zu gehen, wo man im Allgemeinen die Grenze der unmittelbar vom Boden ausgehenden Turbulenz finden kann, denn ein Durchstoßen der Wolkendecke über Zürich war wegen der starken Winde zu gewagt. Anfangs hielt sich die Böigkeit noch in gewohnten Grenzen, allmählich aber, mit Annäherung an den Albrand bei Balingen, wurden die Vertikalstöße immer heftiger, man konnte sogar am Boden bis zur Flughöhe aufgewirbelten Schnee (etwa 700 m über Grund) entdecken. Wie aus dem Strombild (Abb. 33) zu ersehen ist, bilden sich im Lee der Alb Wirbel aus, die sich je nach der Größe der Windgeschwindigkeit schnell ablösen, wahrscheinlich auch schon über dem ei - gentlichen Kamm der Alb. Nach Tuttlingen zu, wo sich nun auftretende zerrissene Stratusfetzen zu einer Decke zu - sammenschlossen, erreichte die Böigkeit ihren Höhepunkt (5 - 6 nach Calwagen). Die Maschine (Möve) die bei die - ser Böigkeit nicht mehr einwandfrei auf das Höhensteuer reagierte, konnte nicht mehr über die Wolkendecke gezo - gen werden, obwohl jetzt nach neueren F.T.-Meldungen Zü- rich selbst frei geworden war. Der Führer, Herr Mehrow, entschloß sich daher umzukehren, um die Maschine unter - halb der Wolkenschicht in unmittelbarer Nähe der Tutt - linger Berge nicht unnötig zu gefährden. Daß gerade bei Tuttlingen die Turbulenz so stark war, muß wohl auf die eigentümliche Geländebeschaffenheit zurückgeführt wer - den. Die Alb läuft hier im spitzen Winkel bis auf eine Entfernung von etwa 25 km an den Schwarzwald heran, von E her mündet das tief eingeschnittene Donautal ein, so daß hier gewissermaßen eine Trichterbildung entsteht,die die Luftmassen aus dem Neckartal (besonders bei starken E-Winden) heransaugen und so an den hier gelegenen kegel-

förmigen Bergen die Turbulenz bedeutend verstärken kann; die Bildung von Wirbeln mit vertikaler Achse ist hier nicht ausgeschlossen. Einen Beweis für die Trichterwir - kung geben uns einigermaßen die jeweiligen Streckenmel - dungen von Balingen und Tuttlingen, die bei E-Wind stets NE melden; d. h. zwischen Alb und Schwarzwald werden die Luftmassen nach links abgelenkt. Interessant ist übri - gens noch, daß bei schwächeren E-Winden Balingen NW meldet, daß sich also dort sehr wahrscheinlich ein stationärer Leewirbel bildet.

Erwähnt sei schließlich, daß am Nachmittag um etwa 16 Uhr, obwohl die Windgeschwindigkeit nur wenig nachgelassen hatte, der Flug bis Zürich durchgeführt wurde; es war nämlich nach Auflösung der von Tuttlingen bis Zürich gelegenen Wolkendecke schon anfangs eine größere Höhe als 1200 m gewählt worden, wo die Turbulenz bedeutend geringer ist; auch das Nachlassen der thermischen Kon - vektion, die am Morgen nach Zustrom der kalten Luft stark einsetzte, mag am Nachmittag von Einfluß gewesen sein.

Nr. 8: Dr. L. E g e r s d ö r f e r
Bericht über die Meldestelle Wolfratshausen.

Nr. 9: Dr. D i n k e l a c k e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Zürich - Stuttgart.

Nr.10: Dr. D i n k e l a c k e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Stuttgart - Erfurt.

Nr.11: Reg.Rat Dr. P u m m e r e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Hannover - Halle/Leipzig (Schkeu - ditz).

Nr.12: H. E r n s t
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Berlin - Breslau.

Nr.13: Dr. H. N o t h

Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Berlin - Dresden.

Nr.14: Dr. H. N o t h
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Berlin - Köln.

Nr.15: Flugwetterwarte Halle/Leipzig
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Schkeuditz - Fürth.

Nr.16: H. E n g e l m a n n
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Gleiwitz - Brünn - Wien.

Nr.17: H. E n g e l m a n n
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Breslau - Gleiwitz.

Nr.18: C. S c h o l t z
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Breslau - Prag.

Nr.19: Flugwetterwarte Halle/Leipzig
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Halle/Leipzig - Chemnitz.

Nr.20: C. S c h o l t z
Bericht über die Streckenmeldeämter: Gr.Wartenberg, Liebau, Niesky, Schlawa, Zobtenberg.

Nr.21: Dr. K. K e i l
Bericht über den amerikanischen Flugwetter - dienst.

Nr.22: Dr. K. B ü r g e r
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Dresden - Prag.

Nr.23: Dr. W. K ü h n e r t
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Wien - Prag.

Nr.24: Dr. H. P a e c h , Dr. W. O r t m e y e r, Dr. W. M a l s c h
Bericht über die Flugwettermeldestellen des

Bezirks K ö l n .

Nr.25: H. H o l z e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke München - Wien.

Nr.26: H. H o l z e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke München - Zürich.

Nr.27: L. E g e r s d ö r f e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke München - Stuttgart.

Nr.28: L. E g e r s d ö r f e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke München - Prag.

Nr.29: L. E g e r s d ö r f e r
Bericht zur Wetterlage am 10. August 1929.

Am 8. August war ein Schwall kälterer Luft von Nordwesten her über den Britischen Inseln angelangt und drang im Laufe des 9. August gegen den Kontinent vor. Am Morgen dieses Tages lag die Vorderseite der kalten Luft etwa am Rhein, kenntlich durch eine breite Nebelzone. Bis zum 10. schob sich von den Azoren her mäßig hoher Druck bis nach Frankreich herein und versuchte mit einem Hochdruckrücken über Rußland Verbindung aufzunehmen. In Mitteleuropa waren nur schwache Reste von Tiefdruckkernen vorhanden, lediglich über Italien hatte sich eine etwas stärkere Zyklone entwickelt. Im großen Ganzen war also das Druckfeld ziemlich ausgeglichen und die Windbewegung nur gering. Die am 9. am Rhein gelegene Kaltluftmasse konnte infolge des schwachen Windes nur ganz langsam nach Südosten an Raum gewinnen. Es dauerte bis zum Abend des 10., ehe sie Süddeutschland vollkommen überstrichen hatte. Ihre Höhe vom Boden ab ist nach den Beobachtungen der Bergstationen und der Höhenwindmessungen etwa mit 1000 bis 1500 m anzunehmen; so hoch reichte nämlich der Nordwestwind, der ihre langsame Verlagerung nach Südosten bewirkte. In Zugspitzhöhe aber wehte

ein sehr feuchter Südostwind von mäßiger Stärke, der am Schwarzwald als Nordwind auftrat und nun den Alpen entlang über das Rhonetal den Golf von Marseille (Perpignan Nord 5) in die vorerwähnte italienische Depression einmündete. Diese Überschiebung zweier senkrecht zueinander strömender, gleichmäßig feuchter, aber in der Temperatur merklich verschiedener Luftmassen - oben warmer Südost, unten kälterer Nordwest - mußte über Süddeutschland anhaltende Niederschläge und tiefe Wolken hervorrufen. Die oben erwähnten schwachen Druckgegensätze ließen eine rasche Änderung des bestehenden Zustandes nicht erwarten.

Die ersten Morgenmeldungen von 6 Uhr zeigten über Süddeutschland ein ausgedehntes Niederschlagsgebiet. Der Tageszeit entsprechend waren die Wolkenhöhen in München 100 m, wobei einzelne Fetzen in 50 m Höhe dahintrieben. Von anderen Stationen wurden höhere Zahlen gegeben, doch fallen solche Werte, weil sie geschätzt werden müssen, meist zu hoch aus. In Erkenntnis dieser Lage wurden verschiedentlich Zusätze gemacht, so in Wolfegg: westlicher Höhenrücken im Nebel, in Weißenburg: Wülzburg unsichtbar, Sicht auf dem Jura 500 m. Kiefersfelden meldete: Sicht 1 km, Wolkenfetzen aufliegend, Reichenhall: Sicht 1 km, Nebel dicker werdend, Wolkenhöhe 30 - 50 m, teilweise in Baumkronenhöhe. Alle genannten Stationen hatten Regen, am stärksten die im Westen und Norden gelegenen; ein Zeichen dafür, daß die Regenzone von Nordwesten her sich erst näherte.

Unter diesen Umständen, die die Wetterlage bis etwa um 8.30^{h} charakterisierten, wurde für alle Strecken durch die Flugleitung Startverzögerung wegen Wetter angekündigt; lediglich die Wiener Maschine, die erst gegen Mittag in München einzutreffen hat, brauchte wegen der bis dahin zu erwartenden leichten Besserung nicht zurückgehalten zu werden. Sie traf auch flugplanmäßig ein, ebenso die Maschine von Salzburg. Die beiden Führer berichteten einheitlich über sehr schlechtes Wetter.

Da die Meldungen von Weißenburg um 9.30^{h} noch keinerlei Besserung erkennen ließen, ein Flug nach Fürth also auf direktem Weg aussichtslos erschien, wurde versucht, wenigstens den Start nach Frankfurt um 10 Uhr durchzuführen, zumal der von Westen kommende hohe Druck in Frankfurt bereits Aufklaren gebracht hatte.

Die ersten Auskunftsgespräche mit Nördlingen und Crailsheim um 9.50^{h} ergaben noch Regen mit Sicht in Nördlingen von 1400 m, in Crailsheim 3 km. Es schien also die Lage noch unverändert schlecht. Auf Wunsch des Piloten, Herrn Aue, wurden nun ab 1115 in Dringendluftgesprächen neues Wetter eingeholt. Es ergab sich in:

Weißenburg	1043 Uhr	Wülzburg unsichtbar, Regen mäßig, Sicht 400 m, Wolkenhöhe 100 m
Donauwörth	1119 "	Regen mäßig, Sicht 800 - 1000 m, Wolken 200 m
Nördlingen	1115 "	Regen mäßig, Sicht 1200- 1400 m, Wolken 200 m, einzelne Fetzen tiefer
Crailsheim	1145 "	Regen, Sicht 10 km, Wolkenhöhe 150 m
Dinkelsbühl	1143 "	Regen stark, Sicht 600 m, Wolkenhöhe 80 m
Rothenburg	1140 "	Schauerregen, Sicht 500 - 1000 m, Wolken 300 m
Mergentheim	1152 "	bedeckt, Sicht 3 km, Wolkenhöhe 600 m
Miltenberg	1135 "	bedeckt, Sicht 10 km, Wolkenhöhe 600 m.

Diese Auskünfte ließen erkennen, daß die Stauwirkung des Nordwestwindes am Zug des Fränkischen und Schwäbischen Jura (Rauhe Alb) noch fast unvermindert fortbestand. Wenn ein Durchkommen möglich war, so konnte es nur dadurch geschehen, daß in der Einsenkung zwischen beiden Höhenzügen in der Gegend Nördlingen die Wolken gelegentlich Lücken freiließen, die unter Ausnutzung

der bestehenden allgemeinen Streckenkenntnis weiteres Vordringen nach Nordwesten erlaubten. Von Würzburg ab durfte unter Berücksichtigung der Tageszeit mit allgemeiner Besserung gerechnet werden. Der Flug wurde daraufhin begonnen und durchgeführt.

Weitere Gespräche etwa um 12 Uhr mit Aibling, Traunstein, Kiefersfelden und Reichenhall ergaben die Möglichkeit, nunmehr auch nach Innsbruck und Reichenhall zu starten, wenngleich die zu erwartenden Schwierigkeiten noch sehr groß waren.

Gegen 13 Uhr endlich, als die Streckenmeldungen von Stuttgart her auch im Westen Besserung versprachen, konnte angenommen werden, daß die ärgste Stauwirkung am Nordrande des Fränkischen Jura vorüber sei. Nach nochmaliger Rücksprache mit der Flugwetterwarte Fürth und Einholung neuer Wettermeldungen von Ansbach und Gunzenhausen her wurde zum Start nach Fürth klar gemacht. Als aussichtsvollster Umweg war die Strecke über Augsburg - Donauwörth - Nördlingen - Rothenburg - Fürth anzusehen. Die funkklare D 1280, Pilot Kraut, startete als erste um 13.50 Uhr nach Fürth und gab folgende Streckenmeldungen:

1406: München - Augsburg: Wolkenhöhe 50 - 100 m Sicht 4 - 10 km, zeitw. leichter Regen, Nebelfetzen auf Wäldern.

1414: Donauwörth: Regen, Sicht 500 - 1000 m, Wolkenhöhe 200 m

1422: Augsb.-Donauwörth: Regen, Sicht 500 - 1000 m, Wolkenhöhe 50 - 100 m

1431: Donauwörth-Harburg: Sicht 10 km, Tal frei, Wolken 20 m über den Bergen; ich versuche Donauwörth-Treuchtlingen da augenblicklich Wolken hier etwas gehoben.

1438: Dwth.-Treuchtling.: 10 km Sicht, Wolken 100 m nach

Norden schlechter werdend,
Treuchtlingen Wolken auf höheren Bergen aufliegend.

1448: Nordkante Jura: Dichter Wolkenstau, aber Bergkante Treuchtlingen frei.

Nach diesen Angaben war die Wetterlage noch immer sehr schlecht. Nachdem aber einmal die Maschine bis Donauwörth gelangt war, wurden auch die Maschinen der Strecken 101 und 45 für den oben genannten Umweg in Marsch gesetzt. Sie kamen dann allerdings mit teilweise großer Verspätung ebenfalls in Fürth an.

Schon vor der D 1280 war die Maschine der Strecke 122 auf dem direkten Kurse und ziemlich rechtzeitig nach Leipzig gestartet und kam auch durch. Der Grund dafür liegt darin, daß dieser Kurs bis hart ans Fichtelgebirge in Tallage geflogen werden kann (Naabtal), während Fürth von Süden her, sei es mit Abweichung nach Westen (Nördlingen, Ansbach) oder nach Osten, (Regensburg, Neumarkt) stets nur durch Überschreitung des Fränkischen Jura erreicht werden kann, an dem die Stauwirkung, wie die 1280 ausdrücklich hervorhebt, bis in den späten Nachmittag unvermindert fortbestand.

Da die Strecke nach Prag bis in den Spätnachmittag hinein ebenfalls durch Stau am Böhmerwald (Furth im Wald: Nebel, Sicht 500 m) blockiert war, wurde seitens der Flugleitung vom Antritt des Fluges abgesehen.

Der langsame Ablauf der geschilderten Wetterlage, beherrschte auch noch das Wetter des 11. August, ein Hinweis darauf, daß die Startzeiten des 10. August trotz der vorgekommenen großen Verspätungen kaum zu früh angesetzt waren. Alle Piloten berichten übereinstimmend,daß stellenweise, sei es auf dem Jura, der Rauhen Alb oder vor den Alpen das Durchkommen durch aufliegende Wolken zum Äußersten erschwert war.

Nr. 20: Dipl.Ing. J o h n

Bericht über eine Fernsprechkartei.

5. F o l g e .

Nr. 1: Dr. W. M a l s c h

Bericht über einen Flug längs einer Schleifzone von Köln nach Schkeuditz am 5. Oktober 1929, mit Abb. 34.

Seit den ersten Oktobertagen 1929 war der Luftverkehr von der Kölner Tieflandsbucht aus über die Bergländer nach Osten und Süden fast unterbunden, da die Berge dauernd in Wolken waren bei fast fortwährenden Regenfällen. In Süd- und Ostdeutschland herrschte bestes Flug - wetter bei lebhaften SW-Winden und Tageswärme bis über 25°, während im Gegensatz hierzu der Norden - im Bereich maritimer Polarluft - nur Tageshöchstwerte von 15° und weniger aufwies; die Luftbewegung war gering aus westlichen Richtungen.

Auch am Morgen des 5. Oktober war diese Wetterlage noch fast unverändert, jedoch lagen die Wolken etwas höher (Untergrenze bei Köln etwa 300 - 350 m Meereshöhe) als an den Vortagen und namentlich waren die Berge längs des Rheins nach Süden zu schon teilweise frei, während der Westerwald, das Ruhrgebiet und Westfalen sowie der Harz noch unter tiefen Wolken mit Regen und sehr schlechter Sicht lagen und die dortigen Berge völlig in den Wolken steckten. Die quasistationäre Grenzfläche der Polarluft verlief am Boden etwa längs der Linie Mosel - Kassel - Südseite des Harzes - Berlin. Für einen Flug nach Halle - Leipzig konnte weder die Luftlinie noch der übliche Umweg im Norden (Ruhrgebiet-Westfalen-Scherfede) in Frage kommen, dagegen schien es möglich, durch einen Vorstoß längs des Rheins nach Süden die Tropikluft und damit günstiges Flugwetter nach Osten zu gewinnen.Meine Wetterberatung sah folgendermaßen aus:

Wetterzettel

Beratung der Wetterwarte: K ö l n
vom 5. Oktober 1929.
Strecken-Nr.156

Flug von: Köln nach: Schkeuditz

Beobachtungsort	Zeit	Witterung	Sicht
Köln	1100	bedeckt	8km
Much	1015	Regen, Nebel	500 m
Kahler Asten	1100	in Wolken	0
Dortmund	1130	Nebel	800 m
Arnsberg	1030	Staubregen zu *)	2km
Brilon	1030	bedeckt	2km
Scherfede	1030	Regen, Merhof Nebel	1km
Königswinter	1100	bedeckt frei	5km
Asbach	1130	nach Regen	2km
Koblenz	1040	nach Regen frei	1km
Westerburg	1100	bedeckt frei	20km
Kreuztal	1130	bedeckt frei	10km
Haiger	1145	bedeckt Kalte Eiche frei	ü.4km
Kassel	1100	Regen teilweise zu	2km
Witzenhausen	1030	bedeckt frei	20km
Bleicherode	1030	1/2 bedeckt	10km
Frankenhausen	1015	wolkig frei	20km
Schkeuditz	1030	1/2 bedeckt	20km

*) Die Bemerkung " zu " oder " frei " deutet jeweils auf die Vernebelung der umgebenden Berge hin.

Beobachtungs-ort	Zeit	Wolken-unter-grenze über Boden	Nie-drig-ste Wol-ken	Ge-samt-be-wöl-kung	Bodenwind	
					Rich-tung	Stär-ke
Köln	1100	2- 300	6	10	W	2- 6
Much	1015	2- 300	10	10	NW	8-12
Kahler Asten	1100	0	Nebel		WSW	13-18
Dortmund	1130	50- 100	10	10	WNW	2- 7
Arnsberg	1030	1- 200	9	10	W	8-12
Brilon	1030	2- 300	5	10	W	13-18
Scherfede	1030	2- 300	10	10	SW	2- 8
Königswinter	1100					
Asbach	1130	150	10	10	SW	2- 6
Koblenz	1040	6-1000?	10	10	NW	19-26
Westerburg	1100	6-1000	8	10	N	13-18
Kreuztal	1130	10-1500	10	10	W	2- 6
Haiger	1145	3- 600	10	10	W	19-26
Kassel	1100	2- 300	10	10	WSW	7-12
Witzenhausen	1030	10-1500	10	10	NW	13-18
Bleicherode	1030	6-1000	3	6	W	19-26
Frankenhausen	1015	ü.2500	-	7	SW	8-12
Schkeuditz	1030	15-2000	3	5	SW	36-44

Höhenwind:		200m	500m	800m	1000m	1500m	2000m
Köln	11	W 7					
Schkeuditz	8	SSW 38	SW58	SW61	SW 69	SW 66	SW 66

Wetteraussichten: Kursstrecke und Umweg im Norden kommt wegen sehr tiefer Bewölkung und teilweise unzureichender Sicht nicht in Frage. Im Süden Wolken bei 300 m teilweise höher, Berge meist schon frei. Kurs etwa über Siegtal oder noch etwas südlicher bis zur Wasserscheide Rhein - Weser; östlich dieser Wasserscheide baldige Besserung: Aufreißen der Bewölkung und bis über 1000 m Wolkenhöhe gegen Ende.

Sicht: zunächst nur 1 - 4 km, östlich der Wasser -

scheide auf 10 - 20 und mehr km ansteigend.

Höhenwind: zunächst schwach westlich, im Osten SW bis über 50 km/h.

Etwa um 13 Uhr (Verspätung wegen Abwarten des An - schlusses von Paris) startete die Junkers F 24, D 1019, Führer Herr Schneider). Wir gingen sofort auf etwa 800 m Meereshöhe und kamen somit über die unteren Fracto-Nim - bus-Wolken, deren Untergrenze jetzt etwa bei 300 - 500m, die Obergrenze bei 600 - 700 m Meereshöhe lag. Über uns war eine geschlossene Altonimbusdecke (ca 2000 m), aus der es zeitweise etwas regnete. Über den Berghängen des Westerwaldes vermehrten sich die tiefen Wolken mehr und mehr (wie erwartet) und bedeckten schließlich fast 8/10 des Untergrundes. Die Sicht zum Boden (soweit durch Wol- kenlücken möglich) betrug 2 - 5 km, zwischen den Wolken- schichten etwas über 10 km. Allmählich stieg die Wolken- oberfläche mit der Erhebung des Geländes auf 1000 m und darüber an, unsere Maschine auf etwa 1100 m, so daß sie gelegentlich für kurze Augenblicke in hohe Fetzen der aufstrebenden Wolken eintauchte. Der Wind war (nach der Wolkenform geschlossen) westlich, jedoch sicher recht schwach, die Maschine lag absolut ruhig. Etwa im Raume von Montabaur - Westerburg zeigte sich im E bis SE eine helle Lücke, die erwartete Aufheiterung; Herr Schneider hielt darauf zu. Innerhalb weniger Augenblicke durchflo- gen wir die Luftkörpergrenze: die tiefen Wolken hörten wie abgeschnitten auf, kräftige Böen des SW-Sturms schüttelten die Maschine. Die Sicht war plötzlich sehr klar, mindestens 70 km, im Süden standen in geringer Hö- he wohl über dem Taunus (etwa 1000 m ü.N.N.) einzelne Lenticularis-(Hebungs) Wolken. Über uns war noch die ge- schlossene astr-Decke, unter uns nur noch vereinzelt Re- ste der tiefen Wolken. Der Führer hielt nun nach ENE bis NE, um seinen normalen Kurs zu erreichen. Wir überflogen Marburg in Richtung Bebra. Durch das Fuldatal hatte je - doch die Kaltluft noch einen Vorstoß nach Süden gemacht:

die tiefen Wolken nahmen rasch wieder zu, schlossen sich teilweise ganz und im Norden drohten einige cuni-artige Wolken, die sich mit der hier bei etwa 1500 m liegenden höheren Schicht vereinigten, so daß Herr Schneider nach ESE ausbog. Nach kurzer Zeit öffnete sich nach E erneut weite Sicht, die tiefen Wolken unter uns begannen sich erneut zu zerteilen. Im SE wurde etwas blauer Himmel und der Thüringer Wald sichtbar. Die Maschine wendete erneut nach ENE, die volle Stärke des Rückenwindes ausnutzend, der hier jedoch nicht mehr böig war. Etwa über Mühlhausen gelangten wir nach Frankenhausen. Hier begann auch über uns schon die Wolkendecke zu zerreißen, die Sicht betrug sicher gegen 100 km, der Kyffhäuser lag zum Greifen nahe, der Harz links hinter uns war noch in Wolken gehüllt. Von hier bis zur Landung in Schkeuditz ist außer vorübergehender Sichttrübung durch die Industriewerke (Leuna) nichts Bemerkenswertes zu berichten. Der Flug dauerte (trotz des Umweges von gegen 100 km) infolge des kräftigen Rückenwindes immerhin noch fast 15 Minuten weniger als planmäßig. Auf Abb.34*)ist der ungefähre Flugweg sowie die ungefähre Bedeckung mit tiefen (Obergrenze 700 - 1100 m) und hohen Wolken (Untergrenze im Westen um 2000, Wesergebiet 1500, bei Schkeuditz mindestens 2500m) angegeben.

Noch eine kleine interessante Beobachtung über Strömungsverhältnisse: etwa im Unstruttal brannten auf einem Hügel mehrere Kartoffelkrautfeuer. Der Rauch der Feuer auf der Luvseite und dem Rücken des Hügels zog stetig nach NE, der Rauch eines Feuers der Leeseite je -

---

*) Zeichenerklärung.

- - - ungefährer Flugweg.
x x x Südgrenze der geschlossenen hohen astr-Decke.
o o o Südgrenze der tiefen Bewölkung (gleichzeitig ungefähres Ausdehnungsbegiet der Kaltluft nach Süden u.ungefähre Lage der Schleifzonengrenze).

doch mit etwa der gleichen Geschwindigkeit (soweit feststellbar) etwa von NW nach SE, vielleicht mit Neigung zur Ausbildung einzelner Leewirbel.

Nr. 2: Dr. Walter K ü h n e r t

Bericht über Messung von Temperaturdifferenzen in Erdbodennähe mit Thermoelementen mit Abb. 35 - 37.

Im vergangenen Herbst und Winter konnten an der Flugwetterwarte Wien Versuche zur Messung der Temperaturdifferenz in den bodennächsten Luftschichten durchgeführt werden. Es soll über diese Versuche berichtet werden, obzwar sie noch zu keinem endgültigen Ergebnis führten, um die Vornahme ähnlicher Untersuchungen an anderen Orten anzuregen, auch die Meßmethodik etwas bekannter zu machen, da sie für die Verhältnisse an den Flugwetterwarten geeignet erscheint.

Orientierende Versuche über den Gang der Temperaturdifferenz zwischen dem Erdboden und der unmittelbar aufliegenden Luftschicht mit Hilfe von Thermometern gänzlich fehlt.Die Empfindlichkeit und Meßgenauigkeit der Thermometer ist für diesen Zweck zu gering. Es wurde daher zur Messung mit Thermoelementen übergegangen, was umso leichter möglich war, als nur Temperaturdifferenzen zweier Schichten gemessen werden sollten, es daher nicht nötig war, eine Lötstelle temperaturkonstant zu halten. Thermoelektrische Meßmethoden für meteorologische Untersuchungen wurden von W. Schmidt angewendet (Ztschrft. f. Instrumentekunde, 46, S. 431). W. Schmidt mißt die Temperaturdifferenz einer Lötstelle gegen eine gegebene konstante Temperatur der andern Lötstelle. Es bedarf wohl keiner weiteren Erklärungen, daß in diesem Fall die Meßgenauigkeit vor allem durch die Genauigkeit gegeben ist, mit der die Temperatur der einen Lötstelle konstant gehalten wird. Diese Schwierigkeit tritt bei den von mir geschilderten Meßversuchen nicht auf, da lediglich die Temperaturdifferenz der beiden Lötstellen als Funktion

der Zeit nicht aber der Absolutwert der Temperatur einer Löstelle gesucht wird.

Zur Verwendung gelangte ein Kupfer-Eisen-Element aus 1 mm starken Drähten. Die Empfindlichkeit genügte für den beabsichtigten Zweck, auch die Trägheit war nicht störend groß. Schwierig war die Beschaffung eines geeigneten Galvanometers. Ein solches wurde in dem von der Firma Carl Zeiss Jena freundlich zur Verfügung gestellten Schleifengalvanometer gefunden. Es sind bei Messungen außerhalb des Laboratoriums, in unserem speziellen Fall an Flugwetterwarten, die Aufstellungsbedingungen für hochempfindliche Galvanometer äußerst ungünstig. Ablesung mit Spiegel und Skala sind meist schon deshalb nicht durchführbar, weil der Aufstellungsraum nicht abgeschlossen werden kann, daher ständige Verrükkungen in der Aufstellung vorkommen. Drehspulinstrumente haben für thermoelektrische Messungen einen sehr hohen inneren Widerstand, daher meist zu geringe Voltempfindlichkeit, auch erfordert ihre Aufstellung Erschütterungsfreiheit, die an Flugwetterwarten schon mit Rücksicht auf das Abbremsen der Motoren nicht erreichbar ist. Für das Arbeiten mit Drehmagnet-Galvanometern ist die Gegend meist zu stark verseucht, abgesehen davon, daß alle Erschütterungen die Messung ebenso zur Qual machen, wie bei den Drehspulinstrumenten mit Fadenaufhängung. Das verwendete Zeiss-Schleifengalvanometer ist praktisch gegen Erschütterungen unempfindlich. Der niedere innere Widerstand (6 - 9 Ohm) und die damit verbundene hohe Spannungsempfindlichkeit läßt es zu Messungen mit Thermoelementen besonders geeignet erscheinen. Die Einstellung erfolgt aperiodisch. Für Daueruntersuchungen hat das Instrument den Vorteil der leichten Verwendbarkeit zu Registrierungen, wenn man die Einrichtung zur Projektion auf die Mattscheibe verwendet und auf lichtempfindlichem Papier registriert.

Die Lötstellen des Thermoelementes wurden elek -

trisch isoliert, die eine Lötstelle 2 cm tief in den Erdboden (Lehmboden ohne Pflanzenwuchs) angebracht, die zweite Lötstelle 3 cm über dem Erdboden. Die Zuleitungen zum Galvanometer wurden verdrillt, um gegen die Störungen durch Induktionsströme gesichert zu sein, welche bei Bewegung der unverdrillten Leitung im Magnetfeld der Erde entstehen. Bei Messung mit höchster Empfindlichkeit müssen noch die Klemmen des Galvanometers gut gegen Wärmestrahlung geschützt werden, da sonst an ihnen durch ungleichmäßige Erwärmung unerwünschte Thermokräfte auftreten können, die die Meßergebnisse fälschen. Wie eine einfache Überschlagsrechnung zeigt, lassen sich bei Verwendung des ziemlich unempfindlichen Eisen-Kupfer-Elementes leicht Temperaturdifferenzen von 1/100 Grad messen. Eine höhere Empfindlichkeit ist bei Verwendung eines anderen Elementes, etwa Wismut-Antimon ohne weiteres erreichbar, war aber für diese doch mehr tastenden Versuche nicht erwünscht, da allzuviel Feinstruktur die Deutung der Messung erschwert.

In der Abb. 35 ist die Prinzipkurve des Temperaturganges an ungestörten Tagen gezeigt.

Die Kurve passiert zweimal den Nullpunkt am Morgen und bei Sonnenuntergang, das heißt, in diesen Augenblikken ist die Temperatur des Erdbodens und der unmittelbar darüber befindlichen Luftschicht gleich. Unter Tags ist die Luft wärmer, in der Nacht der Erdboden. Es war aber auf Grund der wenigen Versuche nicht möglich, für den Zeitpunkt der Temperaturgleichheit ein allgemein gültiges Gesetz zu finden, jedenfalls ist er nicht identisch mit dem Zeitpunkt des Sonnenunter- oder Aufganges, sondern gegen diesen verzögert. Die gezeichnete Kurve ist, wie schon bemerkt, nicht unmittelbar aus der Messung gewonnen, sondern soll nur den prinzipiellen Gang ohne Rücksicht auf derzeit noch nicht deutbare Feinheiten zeigen.

Anders verläuft die Kurve an gestörten Tagen. Es

ist in Abb. 36 eine Meßkurve gezeigt, wie sie an einem Tage mit Morgennebel (Strahlungsnebel) gewonnen wurde.

Die Umkehr der Temperaturdifferenz, also der Schnitt der gezeichneten Kurve mit der Nullinie erfolgt nicht bei Sonnenaufgang. Es wäre nun zu erwarten, daß diese Temperaturgleichheit bei Auflösung des Nebels erfolgt. Alle bei derartigen Wetterlagen vorgenommenen Messungen zeigten aber, daß der Augenblick der Temperaturgleichheit zwischen Erdboden und aufliegender Luftschicht schon vor Auflösung des Nebels erfolgt.Die Zeit ist abhängig von der Geschwindigkeit der Auflösung und spiegelt sich in der Neigung der Kurve gegen die Abszissenachse. Es ist mit großer Sicherheit sogar eine Extrapolation der Kurve erlaubt ehe sie noch den Nullpunkt erreicht, wenn der Neigungswinkel nicht zu stumpf ist. Der Schnitt selbst erfolgt ungefähr 40 Minuten vor Auflösung des Nebels. Der Zeitraum ist etwas kürzer, wenn die Kurve steil gegen die Abszissenachse herabsinkt, ein Zeichen für rasche Auflösung des Strahlungsnebels.

Wenn die Temperaturkurve sich vor Abend gegen die Nullinie bewegt, scheint das auf Bildung von Dunst oder Nebelschichten hinzuweisen. Doch muß diese Vermutung mit großer Vorsicht aufgenommen werden, da die Messungen zur Unterstützung dieser Vermutung wesentlich spärlicher und unsicherer sind.

In Abb. 37 sind noch einige Beispiele für die angeführten Beobachtungen angeführt.

Es wäre jedenfalls sehr wünschenswert, wenn die Messungen auch an anderen Stellen versucht und fortgeführt werden könnten, da schon der praktische Vorteil des Erkennens der Auflösung von Strahlungsnebel 30 - 40 Minuten vorher gerade für den Flugwetterdienst große Bedeutung hat wie wohl jeder zugeben wird, der das Hasten und Jagen kennt, wenn plötzlich 5 bis 6 Maschinen, die wegen Nebels am Flugplatz nicht starten konnten, losgelassen werden. Daß auch in wissenschaftlicher Hinsicht

einige Erkenntnisse zu gewinnen wären, bedarf wohl kei - ner Begründung, doch ist mir gerade die Folgerung theo - retischer Erkenntnisse noch nicht möglich, da die Mes - sungen aus anderweitiger Inanspruchnahme abgebrochen werden mußten und derzeit kein Galvanometer zur Verfü - gung steht. Umso mehr wäre es zu begrüßen, wenn sich Stellen, denen die Durchführung der Messungen möglich ist, dafür interessieren wollten. Dazu anzuregen, ist auch der Zweck dieses Berichtes.

Nr. 3: Dr. A r e n h o l d
Beschreibung der Meldestellen Magdeburg Flugwache und Bitterfeld Flugwache.

Nr. 4: Dr. S t ö b e
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke München - Fürth.

Nr. 5: K. B ü r g e r
Bericht über die Wetterverhältnisse der Strecke Chemnitz - Prag.

Nr. 6: K. S c h r e i b e r
Bericht über die Flugwetterberatung am Tage der Sturmzyklone vom 1. August 1929 mit Abb. 38 - 41.

Eine nachträgliche Diskussion und Kritik der Beratung am 1. 8. 29 gab mir Veranlassung, das Unrecht oder Recht der Beratung im folgenden Bericht nachzuweisen.

Die Sturmzyklone vom 1. 8. 29 ist in meteorologi - scher und fliegerischer Beziehung gleich interessant und belehrend. Es ist bekanntlich immer mit großen Schwierigkeiten verbunden, die Anfragen der Flugleitung über die Flugmöglichkeit bei einer Sturmzyklone eindeutig zu be - antworten. Einmal bleiben wir - Gott sei Dank - von größeren Sturmstörungen meist verschont, andererseits sind daher die Erfahrungen über die Beeinflussung derartiger Störungen durch Gelände z. B. noch zu ungenügend, um eine Norm mittlerer Beeinflussung zur Beantwortung zu verwenden. Das Postulat, "stark böig bis ... msk" reicht

bei weitem nicht aus, um daraus eine Schlußfolgerung für eine Flugmöglichkeit zu ziehen. Die Faktoren, von denen diese Formulierung abhängt, sind zu mannigfaltig.

Es spielen hierbei eine ganze Reihe von Umständen mit, die unbedingt berücksicht werden müssen:

1.) Die orographischen Verhältnisse auf der Strekke; denn bekanntlich sind Gebirgsstrecken weit gefährlicher als die im Flachland.

2.) Wie die Strecke zur Windrichtung liegt. Es ist m.E. ganz verschieden, besonders auch aus aerodynamischen Gründen, ob die Maschine mit oder gegen den Wind fliegt. Rein physisch ist es wohl ein Unterschied, 400 km gegen oder mit dem Sturm auf Kurs zu sein.

3.) Technische Faktoren, wie
   a) Maschinentyp
   b) Ladung der Maschine
   c) Die Eigenart des Flugzeugführers.

Die technischen Faktoren sind selbstverständlich bei der Entscheidung über die Flugmöglichkeit für den Meteorologen nicht das Primäre. Sie sind nur Gegenstand lebhafter Debatte bei der Diskussion zwischen Flugleitung und Wetterwarte. Sie entscheiden je nach Einstellung der Flug - leitung.

Ganz allgemein hängt die Einstellung der Fluglei - tung wohl davon ab, welchen Momenten diese den Vorzug gibt. Entweder zum Fluge wird zugeraten (die Entschei - dung des Flugzeugführers allerdings vorbehalten), wenn die Flugleitung rein statistisch auf regelmäßige Durchführung der Flüge gesteigerten Wert legt. Oder die Rücksichtnahme auf die Passagiere steht an erster Stelle. Prinzipiell aber dürfte schon aus Vernunftsgründen Si - cherheit vor Regelmäßigkeit gestellt werden. Wir Flug - meteorologen müssen es nur als sehr merkwürdig bezeichnen, wenn am Tage der sowieso schweren und verantwor - tungsvollen Beratung alles in vollstem Einvernehmen

steht; 24 Stunden später aber - nach Ablauf der ganzen Störung !! - eine Kritik geübt wird, die alle getroffe - nen Vereinbarungen des Vortages über den Haufen wirft. Gewiß würde die Flugmeteorologie zum Teil befriedigender arbeiten, wenn sie den Verlauf der Witterung in allen Details 24 Stunden "vorausahnen" könnte; denn dann ist über eine Fehlberatung eine Kritik durchaus berechtigt. Eine Kritik aber nach Ablauf der Störung mit Argumenten zu führen, die am Sturmtage bereits bekannt und aner - kannt waren, aber keine Erwähnung als Entgegnung fanden, muß von uns logischerweise abgelehnt und als haltlos bezeichnet werden. Die Kritik müssen wir uns gefallen lassen, nur sachlich soll sie sein !

Die Wetterlage.

Die Wetterlage des 31. Juli 1929 zeigte zwischen dem 50. und 65.° n.Br. ein ausgeprägtes Zyklonensystem. Die Hauptstörung liegt kurz vor der Küste Nordenglands. Mit ihr steht ein ausgedehntes Fallgebiet (bis 3 mm in den letzten 3 Stunden) in Verbindung, während das Azo - renhoch sich über Spanien und der Poebene erstreckt. Die Diagnose, die in der täglich bei der Flugwetterwarte stattfindenden Wetterbesprechung gestellt wurde, lautete:

"Die Störung, die am 30. 7. unser Gebiet beeinflußte, hat sich durch den steigenden Druck der nachfließen - den Kaltluftmassen ausgeglichen. Inzwischen hat sich an der Westküste Englands, vom Ozean kommend, eine neue Störung mit ausgedehntem Fallgebiet eingestellt. Die Größenordnung der Falltendenzen läßt auf das Na - hen einer Sturmzyklone schließen, deren Durchgang wir in nicht allzu langer Zeit zu erwarten haben, zumal der Weg nach Osten völlig frei ist. Es wird also nach vorübergehender leichter Aufhellung wieder neue Ein - trübung aus Westen bei etwas ansteigenden Temperatu - ren einsetzen. Alsdann frischt der Wind aus W wieder stark auf, wir kommen bald auf die Rückseite dieser

Störung zu liegen."

Erwartungsgemäß hat sich die Sturmzyklone bis zum 1. 8. bis zur Nordsee vorgearbeitet und ganz Deutsch - land in den stark böigen SW-Sturm mit Schauerregen ein - bezogen. In kurzen Abständen, in unserem Gebiet etwa alle zwei Stunden, zogen die markanten Böenstaffeln unter außerordentlich heftiger Böigkeit durch. Windwerte (vgl. die Abb. 38 - 41) bis über 90 km/std wurden sehr häufig am Boden und in geringer Höhe bei am Morgen sehr tief liegenden Wolken beobachtet. Teile des Gebirges waren abgedeckt und damit die Flugmöglichkeit, besonders aber wegen der im Gebirge auftretenden abnormen Böigkeit,über Gebirgsstrecken sehr in Frage gestellt. Das immer noch auf der Morgenkarte ausgezeichnete Fallen des Druckes deutete auf weitere Aktivität des ganzen Systems hin, so daß auf ein Abflauen der Böentätigkeit vor Ablauf des Spätnachmittages nicht gerechnet werden konnte.

Das Winddiagramm der Flugwetterwarte Halle/Leipzig wurde gegen Mittag auf Periodizitäten*) untersucht. Es zeigte sich, daß zwischen den Windschwellen eine Zeit - spanne von rund 2 Stunden lag, so daß diese Zeit zur Vorhersage der neu zu erwartenden Sturmböen grundlegend war. Es wurden daraufhin die Passagen zu folgenden Zei - ten festgelegt: 13 Uhr 30, 15 Uhr 30, 17 Uhr 30 und 19 Uhr 30.
Diese Zeiten erwiesen sich als durchaus zutreffend.
(vgl. Diagramm Schkeuditz.)

---

*) Robitzsch, Beiträge zur Kenntnis der Struktur des Bodenwindes, Arb. des Preußischen Aeronautischen Observatoriums Lindenberg, Bd. XIII, 1919).

Die Windregistrierungen.

Zur kurzen Bearbeitung wurden die Windregistrierungen von Köln, Mannheim, Magdeburg (Stadt), Hannover, Stuttgart, Hamburg, Frankfurt, Erfurt und Schkeuditz verwendet. Es wurde in der beifolgenden Tabelle die Auswertung, die natürlich nur roh erfolgen konnte, zusammengefaßt. Bei dieser Bearbeitung war nur maßgebend, zu welcher Zeit (Z) eine Windschwelle registriert wurde. (V_m = mittlere Geschwindigkeit, V_{max} = Maximale Böe).

Es zeigt sich, daß sich das "Auge" des Sturmes in der Hauptsache zwischen den Breitenkreisen 52°, 5 und 49°, 5 bewegt. In diesem Gebiet treffen die von Robitzsch mitgeteilten Ergebnisse zu, daß die größte Geschwindigkeit, die bei einem mittleren Wert von v msk auftreten, eine Größe erreichen, die gleich ist dem 1,9-fachen von v msk.

Die in Schkeuditz ganz eindeutige Periode von rund zwei Stunden ist zwar nicht aus allen Registrierungen mit derselben Deutlichkeit zu entnehmen. Offenbar führen örtliche Einflüsse zunächst zu einer Verzerrung der Periode. Erst mit dem richtigen Auftreffen und mit zunehmender Ausdehnung des Sturmgebietes scheint sich die Periode von 1,5 - 2 Stunden auch an anderen Orten deutlich durchzusetzen.

Es macht den Eindruck, als ob sich das Auge des Sturmgebietes ganz erheblich auf dem Wege über die Gebirge verstärkt; denn Erfurt, das hinter dem Thüringer Wald liegt, meldet z. B. von 9 - 15 Uhr 30 acht Böen (im Rahmen der regelmäßigen Beobachtungen) über 22 msk.

Die Ausdehnung und Intensität der Sturmstörung ist schon allein in den Registrierungen von Köln, Erfurt und Schkeuditz (vgl.diese) ganz evident. Köln registriert in der Zeit von 8 Uhr 30 - 16 Uhr allein 21 Stöße über 20 msk bei einer mittleren Geschwindigkeit von 12 - 15 msk. Das bedeutet 3 Stöße über 20 msk pro Stunde. In Erfurt erreicht der erste Sturmkörper, der kurz nach 9 Uhr pas-

siert und bis 10 Uhr anhält, Stöße über 20 msk und Spitzenböen bis 26 msk. Von 10 Uhr 30 bis kurz vor 12 Uhr ist eine Flaute, dann erst frischt der Wind wieder erheblich auf und überschreitet die 20 m - Grenze außerordentlich oft, um gegen 23 Uhr sich neu bis 15 msk zu beleben. Das nämliche Resultat gibt die Registrierung von Schkeuditz.

Die Höhenwindmessungen.

Ein besonders interessantes Bild der Sturmzyklone geben die Höhenwindmessungen. Es lagen die Messungen vor von Köln, Essen, Frankfurt, Bremen, Meiningen, Erfurt, Schkeuditz, Berlin, Dresden, Lindenberg, Rudolstadt,Hannover, Fürth, Breslau, Hamburg, Norderney, Stuttgart und München. Zur besseren Übersicht über die Windverhältnisse in der Höhe wurden die Geschwindigkeiten in km/std in Isoplethen für die Zeit von 8, 11 und 14 Uhr dargestellt. Um die Lücken zu füllen, wurden die Bergbeobachtungen von Wasserkuppe, Schneekoppe, Feldberg/Taunus, Fichtelberg, Feldberg/Schwarzwald, Brocken in diese Darstellung mit aufgenommen. Der Schnitt selbst wurde in die Hauptwindrichtung (SW) gelegt und die Stationen, die in dem oben abgegrenzten Sturmgebiet lagen, auf diese Schnittgerade projiziert. (Leider macht sich in der Darstellung wieder besonders nachteilig bemerkbar, daß nicht alle Pilotstationen die synoptischen Zeiten einhalten!)

In den Abbildungen*) zeigt sich deutlich die Auf -

*)Stationsnummer in Klammern = Bergstationen

" " unterstrichen = Es liegen Höhenwinde vor, von allen anderen Stationen wurden nur die Bodenwerte verwendet.

Bei der Registrierung von Schkeuditz ist von 9 Uhr 45 ab zu der Geschwindigkeit noch 2 msk hinzuzuzählen.

Bei der von Köln ist bei Geschwindigkeiten über 20 msk zuweilen die Registrierung unklar.

einanderfolge der Maxima und Minima, von denen die ersteren in den Höhen, die durchaus noch zur Flugzone zu rechnen sind, abnorm hohe Werte erreichen. Schon die Windverteilung in der Höhe von 8 Uhr läßt in der Fülle der aufeinanderfolgenden Maxima erkennen, daß mit einer baldigen Abnahme der Geschwindigkeit noch nicht zu rechnen sein wird. Die Isoplethen von 11 und 14 Uhr bestätigen diese Annahme. (Die Eindeutigkeit leidet aber durch das Fehlen einzelner Stationen).

Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß die untertags zu erwartenden mittleren Bodenwindwerte dieselben Größen erreichen, die um 8 Uhr in etwa 500 m Höhe gemessen wurden. Nach den Höhenwindmessungen von Schkeuditz z. B. müßten wir Bodenwinde bis zu 60 km/std und nach den Robitzsch'schen Untersuchungen (a. a. O.) bis 100 km/std maximale Böigkeit erwarten. Diese Werte sind im Laufe des Tages auch tatsächlich registriert. Bei stark schwankender Geschwindigkeit jedoch trifft diese Faustregel nicht zu, wenn der Aufstieg gerade in eine Windflaute fällt. Auf Grund dieser Erkenntnis mußte der Flugleitung gegenüber bereits am frühen Morgen eine Sturmwarnung ausgesprochen werden.

Nimmt man die Gebiete der Maxima als geschlossene kurze Zyklen an, so errechnet sich bekanntlich aus dem Produkt: "Periode mal mittlere Geschwindigkeit" die horizontale Erstreckung dieser Luftwirbel. Legen wir dieser Berechnung die Periode von 2 Stunden zu Grunde, so ergibt sich für die mittleren Geschwindigkeiten von 12 bis 15 msk:

12 msk	86	400 m	
13 msk	93	600 m	als mittlere horizontale Erstreckung
14 msk	100	800 m	der Turbulenzkörper
15 msk	108	000 m.	

Diese Werte für die horizontale Erstreckung der Luftwirbel gehen erheblich über die bisher bekannt ge -

wordenen hinaus, die z. B. aus den Registrierungen der Wasserkuppe gewonnen wurden.*)

Bei diesen Werten handelt es sich aber nur um Mittel bei normaler Wetterlage, während hier eine ausgeprägte Sturmwetterlage vorliegt. Die hier berechneten Turbulenzkörper stimmen aber in der Größenordnung sehr gut mit den aus den Isoplethen entnommenen Werten überein. Außerdem hat Robitzsch (a. a. O.) gefunden, daß die Periodendauer und die Größe der Luftwirbel mit der Geschwindigkeit wächst. Es ist also der ganze Luftdruckwirbel, der selbst ein Turbulenzelement großen Stiles darstellt, in einzelne Elemente von 1 - 2 Stunden Periodendauer unterteilt. Bei dieser Größe handelt es sich aber noch nicht um die reinen Windböen, sondern um meteorologische Böen, die auch die anderen Elemente einer Veränderung unterwerfen. Die reinen Windböen sind lediglich Begleiterscheinungen der meteorologischen Böen, von kleinerer Periode. Natürlich sind diese Perioden sicherlich größeren Schwankungen unterworfen, wobei der Geländeeinfluß wahrscheinlich eine nicht unbedeutende Rolle spielen wird. Im großen und ganzen bleibt aber die mittlere Periode von 1 - 2 Stunden erhalten.

Aus der zeitlichen Aufeinanderfolge der Isoplethen ist deutlich zu ersehen, wie sich die einzelnen Maxima allmählich durch Austauschvorgänge in immer tiefere Schichten durchsetzen, bis sie schließlich den Boden erreichen. Natürlich wird im Mittel die mittlere Geschwindigkeit, die der Wirbel in der freien Atmosphäre besitzt, durch Reibungs- und Mischungsvorgänge bis zum Erdboden etwas zurückgehen.

Vergleichen wir z. B. die Schkeuditzer Windregistrierung mit der Isoplethendarstellung:

Die Böe, die um 9 Uhr 30 in Schkeuditz einsetzt, ist der Luftwirbel, der nach der Isoplethendarstellung

---

*) Georgii, Flugmeteorologie, 1927, S. 101.

von 8 Uhr in Schkeuditz in 500 m Höhe gemessen wurde. Die Bodenböe bis 58 km/std entspricht der Geschwindigkeit von 58 km/std in 500 m Höhe. Besonders ausgeprägt ist die Böe, die kurz nach 11 Uhr 15 passiert. Es ergeben sich dafür aus den Bodenwinden: V_m = 65 km, V_{max} = 94 km, entsprechend dem Luftwirbel, der zwischen 500 und 800 m Höhe über Schkeuditz um 8 Uhr liegt und mit V_m = 86 km/std in Erscheinung tritt.

Das nächste Auffrischen des Windes um 13 Uhr 40 tritt in den Isoplethen von 14 Uhr durch ein Maximum nicht sonderlich hervor. Schkeuditz liegt mit seinem Höhenwind um 14 Uhr in der Flaute nach der Passage und in Dresden ist das Maximum nur wenig ausgeprägt. Allerdings ist in den unteren 200 m ein Maximum schwach angedeutet. Diese wenig befriedigende Übereinstimmung liegt zum großen Teil in der Lückenhaftigkeit der Höhenwinde begründet.

Für die nachfolgenden Maxima, die in der Registrierung noch recht gut und markant zum Ausdruck kommen,können ähnliche Vergleichsmomente nicht erbracht werden, da nach 14 Uhr keine Höhenwindmessungen mehr vorliegen.

Dieselben Betrachtungen konnten auch an Hand anderer Diagramme wiederholt werden.

Auf eine andere Erscheinung soll aber noch besonders hingewiesen werden. Es ist bekannt, daß im allgemeinen der Wind in den Abendstunden im Mittel erheblich abflaut. In den frühen Morgenstunden setzt in der Regel eine Neubelebung der Windunruhe ein, die umso geringer ist, je weiter das Sturmgebiet, um das es sich hier handelt, vom Beobachtungspunkt entfernt liegt. Daß wir aber noch in unmittelbarer Nähe der Sturmstörung lagen, geht daraus hervor, daß der Wind selbst um 22 Uhr nochmals auf 20 msk auffrischt und eine neue Böe um 2 Uhr des 2. 8. mit 15 msk Böen passiert. Schon von 5 Uhr des 2. 8. frischt der Wind wieder allgemein auf und zeigt wieder die regelmäßigen Perioden von 2 Stunden, die er in der

Nacht aufgegeben hatte. Aus dieser Tatsache springt die Mächtigkeit und Ausdehnung der Sturmstörung besonders ins Auge. Es muß also aus den Erfahrungen, die wir aus den Isoplethen gezogen haben, ohne Bedenken angenommen werden, daß noch ausgedehnte Luftwirbel von großer Intensität von W nach E wanderten und bis in die späten Abendstunden die Flugmöglichkeiten auf den westlichen Gebirgsstrecken nach wie vor sehr in Frage stellten.

Es war also durchaus berechtigt, eine einwandfreie Flugmöglichkeit in erster Linie nach dem Westen bis in den späten Nachmittag zu verneinen.

Gefahrenmeldungen.

Den hier vorliegenden Meldungen wurden 94 Gefahrenmeldungen entnommen. Davon entfallen auf die Meldungen "stark böig bis über.....msk." über 80, 34 Beobachtungen melden "böig bis über 20 msk" (höchster Wert 27 msk), wovon die letzten erst um 16 Uhr einlaufen. Bis gegen Mittag melden verschiedene Stationen noch sehr tiefe Wolken und schlechte Sicht, besonders in den Bergen des Thüringer Waldes. Nach der allgemeinen Wetterlage mußte für den Tag außerdem noch mit dem Durchzug von Regenböen gerechnet werden, so daß an den Berghängen in dem Stau außer der außerordentlichen Böigkeit ein weiteres Gefahrenmoment beachtet werden mußte. Es sei weiterhin an die im Gebirge auftretenden Vertikalbewegungen erinnert, deren Ausmaß durch die Untersuchungen von H.v. Ficker*) besonders klar beschrieben werden.

Die Gefahrenmeldungen selbst sind in der Hauptsache von fachmeteorologischen Stellen gegeben, während fast alle anderen Gefahrenmeldestellen wieder "erfolgreich" versagt haben.

---

*) Bemerkungen über den Verlauf von Stromlinien im Gebirge, Tätigkeitsbericht des Preuß. Met. Inst. 1924, Berlin 1925.

Streckenberatungen.

Die im Vorstehenden geschilderten Momente wurden bei der Beratung der Maschinen den ganzen Tag über einer eingehenden Kontrolle und laufenden Beachtung unterzo - gen. Maßgebend für die Beantwortung der Anfragen wegen der Flugmöglichkeiten waren in erster Linie die Wetter - karten und die Höhenwindmessungen. Die Beobachtungen der Bergstationen konnten als ausgezeichnetes Maß der mitt - leren Windstärken in der Höhe dienen und sind nachste - hend nochmals aufgeführt (km/std.)

	1. 8.	8	11	14	17 Uhr
Brocken	1148 m	70	70	70	
Kahler Asten	852 m	50	50	50	40
Wasserkuppe	950 m	70	70	70	
Feldberg/Taunus	800 m	40	31	31	
Feldberg/Schwarzw.	1296 m	58	50	40	
Fichtelberg	1213 m	70	70	70	
Schneekoppe	1602 m	58	50	58	
Inselsberg	916 m	50	40	50	31

Legen wir hier wieder die Robitzsch'schen Berech - nungen zugrunde, so kommen wir zu maximalen Windwerten, die allerdings fast phantastische Größen erreichen, die aber hin und wieder auftreten mögen. Nehmen wir aber die andere Erfahrungstatsache, daß die häufigsten mittleren Maximalwerte dem 1,1-fachen der mittleren Geschwindig - keit gleichkommen, so ergibt sich ein Wert von rund 80 km/std für mittlere Flughöhe.

Da die Flugwetterwarte nach wie vor der Ansicht ei- ner baldigen eintretenden allgemeinen Flaute, aus all den im Vorstehenden zusammengefaßten Erwägungen heraus, nicht beitreten konnte, wurde immer wieder die Flugmög - lichkeit nach Westen verneint. Außer der außerordentli - chen Böigkeit, die sich über dem Gebirge noch verstärken mußte, waren für diesen Entschluß die bis Mittag noch oft genug tief hängenden Wolken bestimmend, die die Ma -

Windwerte.

	Z	V_m	V_{max}	Z	V_m	V_{max}	Z	V_m	V_{max}	Z	V_m	V_{max}	Z	V_m	V_{max}	Z	V_m	V_{max}	Z	V_m	V_{max}
Schkeuditz	0930	8	16	1117	13	26	1340	10	19	1542	12	23	1730	11	19	1940	8	16	1100	7	20
Köln	0700	4	17	0800	8	21	0900	10	23	1010	9	21	1400	9	21	1550	12	23dann abflauend			
Mannheim	1025	-	18	1425	-	16	sonst nichts Wesentliches														
Magdeburg	bis 11^h: Vm = 5-6 m, Vmax = 10 msk, 11^h45 Zunahme: 8-9 m = Vm, Vmax=14 msk, Stadteinfluß																				
Hannover	0910	10	17	1010	12	19	1135	12	20	1310	14	21	1415	12	19	1535	9	17	1710	9	16*)
Stuttgart	0910	8	13	1100	13	18	1445	13	17	ab 15^h abflauend außerhalb des Sturmgebietes											
Hamburg	0650	6	8	0845	9	14	0945	10	16	1145	13	17	1315	13	18	1530	13	19	abflauend		
Frankfurt	schlechte Registrierung, ab 14 Uhr Böen bis 17 msk																				
Erfurt	0900	11	19	0950	14	25	1120	10	17	1245	13	23	1320	14	25	14-17 Uhr sehr häufig					
	über 20 msk, Vm = 16 msk. Von da ab noch sehr unruhig. 19 Uhr 20 Böe über 20 msk, 21 Uhr15 bis 18 msk.																				

*) 2120 Uhr: V_m = 11, V_{max} = 17.

schinen zwingen mußten, streckenweise sehr tief zu fliegen. Es war demnach eine doppelte Sicherung notwendig. Umso erfreulicher ist es zu bezeichnen, daß die Flugzeugführer ohne Ausnahme sich durchaus auf den Standpunkt der Wetterwarte stellten.

Zusammenfassung.

Die kurze und infolge der geringen zur Verfügung stehenden Zeit ganz allgemein gehaltene Untersuchung hat gezeigt, daß die von früh bis abends von der Flugwetterwarte Hannover (von ihr ist es uns noch bekannt geworden) und Halle/Leipzig vertretene Ansicht über die Flugmöglichkeit völlig zu Recht bestand. Es konnte nachgewiesen werden, daß tatsächlich auch am Spätnachmittag noch große Sturmwirbel im Westen bereitstanden und auch durchgezogen sind. In Aussagen erfahrener Flugzeugführer wurde unsere Ansicht immer wieder bestätigt. Der Nachweis über die Intensität und Ausdehnung der Turbulenzwirbel konnte durch Isoplethen der Windgeschwindigkeit erbracht werden. Leider haben aber nach 14 Uhr keine Höhenwindmessungen mehr stattgefunden.

Nr. 7: O. H o f m a n n
Bericht über die Meldestellen vom Industriegebiet zum Osten.

Nr. 8: Dr. W. S t ö b e, Dr. H o l z e r
Bericht über die Meldestellen zur Wettersicherung auf der Strecke München - Fürth.

Nr. 9: Dr. K. K e i l
Bericht über Untersuchungen, den Eisansatz bei Flugzeugen durch "chemische" Mittel zu verhindern.

Zu der Frage des Eisansatzes hatten die Herren Hebner*) und Kopp**) in diesen Berichten Stellung genom -

---

*) Diese Berichte I. Folge Nr. 25

**) Diese Berichte II. Folge Nr. 1

men. Sie behandelten die meteorologischen Bedingungen für den Eisansatz und dessen Vorhersage.

Bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin - Adlershof haben nun im letzten Winter Versuche stattgefunden, den Eisansatz durch chemische Mittel zu verhindern. Die Ergebnisse kurz zusammenzufassen ist Aufgabe des vorliegenden Berichts.

Zunächst wird festgestellt, welche Teile besonders der Vereisung ausgesetzt sind, es ergibt sich folgendes:

1.) Es vereisen alle Außenteile der Flugzeuge (z. B. Flügel, Leitwerk, Luftschrauben, Fahrgestellstreben, Verspannungsteile usw.) vorwiegend an den Vorderkanten, ohne Unterschied aus welchem Werkstoff (Holz, Stoff, Eisen, Leichtmetall) sie bestehen.

2.) Windschutzscheiben, außen (innen nur bei ge - schlossenen Flugzeugen).

3.) Außenliegende Flugzeuginstrumente, besonders Düsen.

Die Frage der Verhinderung des Eisansatzes ist vielfach diskutiert worden, als Mittel zur Verhinderung kommen in Betracht:

1.) Beheizung der besonders der Vereisung ausge - setzten Flugzeugteile.
2.) Bestreichung der Flugzeugteile mit chemischen Mitteln:
   a) Ölen: Ricinusöl, Mineralöl, Paraffinöl
   b) Glycerin
   c) Paraffin
   d) besondere Schutzanstrichmaßnahmen
   e) Glycerin-Gelatine.

Die Versuche ergaben, daß die Mittel a) und b) im Luftstrom verdrängt werden, so daß eine Schutzwirkung nicht von Dauer ist. Paraffin ist bei 0° bereits so spröde, daß es am Duraluminium nur noch schlecht haftet, im Luftstrom vereist die Paraffinschicht oder platzt ab.Gewisse besondere Schutzanstrichmassen sind insofern ge -

fährlich, als sie das Leichtmetall stark angreifen, an - dere Schutzanstrichmassen bieten keinen dauerhaften Schutz.

Glycerin-Gelatine war dagegen am wirksamsten, al - lerdings wird die Glycerin-Gelatine durch Wasseraufnahme nach gewisser Zeit flüssig, so daß wieder eine Verdrän - gung des Anstrichs und dann neuer Ansatz von Eis ein - tritt. Wenn jedoch der Überzug von Zeit zu Zeit erneu - ert werden konnte, so ergab das einen guten Schutz gegen Vereisung.

Nach diesen Versuchsergebnissen läßt sich also zu- sammenfassend sagen, daß die Verwendung chemischer Mit - tel zur Verhinderung des Eisansatzes in der Praxis nur für solche Flugzeugteile in Frage kommt, bei denen eine Erneuerung des Überzugs von Zeit zu Zeit möglich ist.

Die Verwendung der Beheizung wird ebenfalls nur für einzelne Teile als Verhinderungsmittel in Betracht kommen, da andernfalls ein erhebliches Mehrgewicht in Kauf zu nehmen wäre.

Nach diesen Versuchsergebnissen ist also zu sagen, daß ein Schutz vor Vereisung praktisch nur an Hand der meteorologischen Erkenntnisse möglich ist, die sich in prognostischer Beratung und Warnung des Flugzeugführers äußern werden.

Nr.10: Dipl.Ing. J o h n

Bericht über: Niederschlagskarte und Flug - beratung.

Beratung und Verlauf von 4 Streckenflügen am 13. April 1929.

Die Wetterlage am 13. 4. 29.

Über dem Nordmeere südwärts bis nach Schottland sich erstreckend und über Osteuropa lagen Hochdruckge - biete. Über Mitteleuropa herrschte eine schwer zu defi - nierende Wetterlage:

Drei geschlossene, wenig umfangreiche und energische Tiefdruckgebiete; das erste erstreckte sich von der

westlichen Nordsee über den Kanal bis nach Westfrank - reich hinein; ein zweites reichte vom Plateau von Lan - gres nordostwärts bis zum fränkischen Jura; das dritte lagerte über dem böhmisch - mährischen Becken; der Druck am Umfang der drei Wirbel betrug 760 mm. Ein kleines Gebiet wenig höheren Druckes (762,5 mm) lag im Bereiche der Rhön - und Vogelsberge.

Norddeutschland wurde von dem aus dem Osteuropa - hoch abfließenden kälteren Luftstrom überflutet, wobei von Nordostdeutschland zum Westen hin die Temperaturen von 1 Grad bis auf 5 Grad anstiegen. Über Schlesien - Sachsen lagen noch Warmluftreste von 7 Grad. Dem trockenen östlichen Winde kam durch das vom Kanal langsam ostwärts vordrängende Tief ein Strom feuchter südwestlicher Lufmassen entgegen, wobei es über Mitteldeutschland zu völliger Durchmischung der verschiedenen Luftmassen kam. Eine tiefe, geschlossene Wolkendecke, sehr schwache Luftbewegung und Niederschläge waren die Folge. Die Ergiebigkeit der Niederschläge war weniger bedeutend als die Sichtminderung, die mit der Ausbreitung der durch den Sprühregen bedingten Dunstbildung aufkam. Hiernach mußte sich auch die Stauwirkung der Mittelgebirge in erhöhtem Maße geltend machen. Bis Erfurt reichte die Stauwirkung nur noch in abgeschwächtem Maße; immerhin war hier die Wolkendecke nach Nebel und Dunst am Vormittag mit ihrer unteren Grenze nicht über 100 - 150 m gestiegen.Dagegen war das gesamte Gebiet nördlich vom Thüringer Wald vom Vogtlande über den völlig verhüllten Tannröder Forst(südlich der Linie Weimar - Erfurt) bis nach Eisenach durch starken Dunst, sehr tiefe Wolken und gelegentlichen Sprühregen eingetrübt, ebenso wie der ganze Bereich der Frankfurter Flugstrecke, die Rhön, das Vogelsgebirge,der Spessart und das hessische Bergland. Ein wenig heller war das Gebiet unmittelbar westlich Eisenach und das Werratal, wobei man diese Aufhellung durchaus nicht als Leewirkung deuten konnte; denn gegen den Thüringer Wald

stand leichter Südwest und Westwind konvergierend gegen die leichten östlichen Winde des Gebietes nördlich vom Thüringer Wald.

Die somit gekennzeichnete Lage zeigte eine höchst genaue Übereinstimmung mit der Karte der Niederschlags - höhen für Thüringen: Die Isohyeten geben ein reziprokes Bild der Wolkenhöhen über dem Gelände. (Die Karten der jährlichen Niederschlagshöhen Thüringens wurden von 1906 - 1924 entworfen in der Meteorologischen Zentral - stelle, Wetterdienststelle Ilmenau; sie werden seither bearbeitet bei der Thüringischen Landeswetterwarte Wei - mar; die mittlere Niederschlagshöhe im Jahresmittel für 1901 - 1925 ist 1928 berechnet worden).

Im einzelnen kennzeichnet sich die Flugwetterlage für die Strecken Erfurt - Stuttgart (und Erfurt - Frank- furt) an diesem der Regenkarte entsprechenden "Typtage" folgendermaßen: Thüringer Wald in Wolken, rings um - schlossen von der Isohyete 700 mm (25 jähriges Mittel). Erfurt im Trockengebiete hart am Minimum der Isohyete 500 mm. Eisenach dicht an 650 mm. Schmal ist der Durch - schlupf zwischen den beiden Linien 650 mm, deren eine das Regengebiet des Thüringer Waldes im Norden, deren andere das relativ hohe Niederschlagsgebiet des Eichs - feldes im Süden bei Großenbehringen (nordöstlich Eise - nach) Südrand des Hainich) begrenzt. Nördlich und nord - westlich Eisenach, bei Herleshausen an der Werra, liegt das Minimum. Unmittelbar nördlich Herleshausen erhebt sich der Ringgau (400 - 450 m über NN), gekennzeichnet durch ein sekundäres Regenmaximum von 700 mm. Das Wer - ratal, dieser bekannteste Schlechtwetterweg der Ver - kehrspiloten, stellt ein ausgesprochenes Trockengebiet dar mit einer jährlichen Niederschlagshöhe im 25 jähri - gen Mittel unter 650 mm. Am günstigsten verläuft die Traversierung des Thüringer Waldes, wenn nach der Gewin- nung von Meiningen (650 mm) sofort Kurs nach Süden oder Südosten in das Trockengebiet der fränkischen Saale

(550 mm) genommen wird. Weiter stromaufwärts gerät das Werratal in Gebiete höheren Niederschlags (über 700 mm). So hat weiter nach Südosten zu z.B. Koburg 700, Kronach fast 800 mm. Von Meiningen südwärts fliegend, läßt man zur Rechten das Hauptniederschlagsgebiet der hohen Rhön mit über 1200 mm und rückwärts zur Linken den Thüringer Wald mit ebenfalls 1200 mm Niederschlagshöhe. Danach spiegelt sich der Flugweg nach Stuttgart genau den Flugerfahrungen entsprechend in der Karte der Niederschlagshöhen.

Der Flugweg Erfurt - Frankfurt.

Der Schlechtwetterweg nach Frankfurt ist nicht so klar vorgezeichnet wie der nach Stuttgart durch das Werratal. Unmittelbar westlich Eisenach ist jedenfalls ein Gebiet mit über 650 mm zu passieren. Sowohl das Fuldatal bei Hersfeld wie auch die Gegend Hünfeld- Marbach weisen über 700 mm Niederschlag auf. Der Flug kann demnach, wie die Flugerfahrung zeigt, auch nach geglückter Traversierung der Wasserscheide Werra - Fulda noch im Fuldatale selbst so entscheidend behindert werden, daß Umkehr notwendig wird. Eine weitere, noch nicht endgültig bestätigte Erfahrung aus Flugpraxis und Studium der Regenkarte: Das Ausfliegen des gesamten Umweges mit dem Umkehrpunkte Bebra erscheint mir durchaus nicht immer erfolgversprechend, abgesehen von der schwierigen Passage bei der Tunnelstation Hönebach, das bei der Beratung der Strecke Frankfurt - Erfurt sowohl hier wie auf der Flugwetterwarte Frankfurt heute eine ähnliche Bedeutung erhalten hat, wie Schlüchtern. Die Bahn Eisenach - Bebra hat (unter Inkaufnahme des schwierigen Schlüsselpunktes Hönebach) den großen Vorzug eines ausgezeichneten Mittels zur Orientierung. Jedoch nähert sich die Bahnlinie etwa von Hönebach an so bedenklich dem Niederschlagsgebiete des Kauffungerwaldes (Gr.Almerode über 800 mm!), daß man, besonders bei leichtem Südwinde, weit eher jen-

seits Eisenach-Berka a. d. Werra den Weg über die niedere Rhön: Vacha - Schenklengsfeld - Hünfeld empfehlen wird, obwohl die Orientierung in diesem Gebiete (östlich vom Kurs die eigentümlichen Kegel des Rhönvorlandes) schwierig ist. Doch hat dieser mehr direkte Kurs den Vorteil, daß der Forst Friedewald mit dem Schlüsselpunkte Hönebach südöstlich umgangen wird. Die vollständige Abschrift der Wetterzettel soll zeigen, wie die Lage zur Zeit der Beratung eingeschätzt wurde. Gegen den Versuch, die Flüge durchzuführen, bestanden meteorologisch insofern keine wesentlichen Bedenken, weil den Führern ein Freibleiben des Rückweges mit ziemlicher Sicherheit vorausgesagt werden konnte. Alle drei Führer, die hier beraten wurden, kannten die Strecken sehr genau. Dazu war die Luft vollkommen ruhig. Alle drei Führer waren sich klar darüber, daß für die Notwendigkeit einer Umkehr hohe Wahrscheinlichkeit bestand.

Beratung für den Flug Erfurt-Frankfurt am 13.April 1929.

Strecke 104.

Eisenach	1140	Nebel				2 km
		300	10	10/10	E	30
Eisenach	1225	Starker Dunst				1-2 km
		300	10	10/10	E	30
		Wartburg, Burschenschaftsdenkmal nicht sichtbar.				
Oberhof	1200	Nebel				keine
		in Wolken			E	10
Oberhof	1225	Nebel				keine
		in Wolken			E	10
Inselsberg	1100	Nebel				keine
		in Wolken			SW	10
Meiningen	1200	Bedeckt				4 km
		600	10	10/10	N	10
Schenklengsf.	1135	Bedeckt, Berge bed.				2 km
		300	10	10/10	SE	5
Schlüchtern	1135	Bedeckt				3 km
		600 ?	10	10/10	SW	5
		Distelrasen frei.				

Frankfurt	1200	Aufklarend			4 km
	600	4	9/10		Stille.

Wetteraussichten: In den nächsten Stunden darf mit weiterem leichtem Aufhellen längs der Strecke gerechnet werden. Das Aufhellen verzögert sich besonders stark am Nordhang Thür. Wald (Eisenach).- Jedenfalls ist zur Flugzeit auf der ganzen Strecke mit starkem Regendunste über den Wäldern zu rechnen. Die Schrägsicht wird etwa der in den obigen Streckenmeldungen angegebenen Bodensicht günstigstenfalls entsprechen. Thür.Wald, Rhön, Vogelsgebirge verbleiben in den Wolken. Eisenach muß wahrscheinlich in weitem Boden nördlich umflogen werden, da vorläufig noch immer nicht wesentlich aufgeklart.

Beratung für den Flug Erfurt-Stuttgart am 13.April 1929.

Strecke 12.

Eisenach	1225	starker Dunst		1 - 2 km	
	300	10	10/10	E	30
	Wartburg, Burschenschaftsdenkmal nicht sichtbar.				
Oberhof	1225	Nebel		keine	
		in Wolken		E	10
Bad Salzungen	1100	Stark dunstig		2 km	
	400	10	10/10	W	10
Inselsberg	1100	Nebel		keine	
		in Wolken		SW	10
Meiningen	1200	Bedeckt		4 km	
	600	10	10/10	N	10
Würzburg	1100	Bedeckt		10 km	
	600	10	10/10	NW	5
Öhringen	1145	Bedeckt		10 km	
	600	10	10/10	NNE	10
Stuttgart	1145	Bedeckt		20 km	
	600	8	10/10	SW	5

Wetteraussichten: Die Neigung zum leichten Aufklaren wird auch in den nächsten Stunden anhalten. Jedoch verzögert sich das Aufklaren stark am Nordhang des Thür. Waldes, so daß Eisenach wahrscheinlich in einem weiten Bogen nach Norden umflogen werden muß. Nach Westen aus-

holen wahrscheinlich bis Gegend: Berka a.d.Werra notwendig Flugbedingungen erst von etwa Meiningen an günstiger, vergl. vorstehende Streckenmeldungen. Im Abschnitt Meiningen - Stuttgart keine wesentlichen Änderungen zu erwarten.

Höhenwinde:

Erfurt	1200:	300	500	1000	1200
		NE/7	E/11	S/7	SE/15
Frankfurt	1100:	200	500	800	1300
		still	W/7	WzN/15	SW/15

Verlauf der Flüge:

1.) Start Lange 1244, Merkur nach Frankfurt

2.) Start Schröder 1246, Merkur nach Frankfurt.

Es klarte zur Flugzeit weiter ganz leicht auf: In Thüringen, einschließlich Eisenach, und im Werratale, jedoch nicht westlich Eisenach. -

Zu 1.) Landung Schröder in Erfurt 1347.

Zu 2.) Landung Lange in Erfurt 1348.

Die Führer berichten: Bis Eisenach leidliche Flugmöglichkeit, auch unmittelbar westlich davon bis Berka a. d. Werra. Dann schnelles Tieferkommen der Wolken, Regen, gerade noch Steilsicht zum Boden aus 100 m Flughöhe. Gegend Hönebach völlig verhängt.

Beide Führer verloren sich unmittelbar nach ihren um 2 Minuten auseinanderliegenden Starts aus den Augen. Der früher gelandete Schröder glaubt bereits, Lange sei durchgekommen; die zweite Maschine schwebt zur Landung an, Lange landet und berichtet, daß er bereits geglaubt habe, Schröder sei durchgekommen, als er kurz vor seiner Landung in Erfurt Schröders Maschine zur Landung habe anschweben sehen.

Beide Führer sind also nahezu zur gleichen Minute (Lange ist 3 Minuten länger in der Luft gewesen als Schröder) im gleichen Gebiete umgekehrt, vor dem Sperrpunkte Hönebach, genau an der Stelle, wo das zwischen zwei Isohyeten 650 mm der 25 jährigen Niederschlagsmit -

tel liegende Gebiet etwas geringerer Niederschlagshöhe in ostwestlicher Richtung durchflogen war. Die Regenmeßstation Iba liegt 6,5 km nordwestlich Hönebach; gerade hart westlich der Isohyete 650 mm, in einem Gebiete, das mehr als 650, aber weniger als 700 mm Niederschlagshöhe aufweist; die geringe örtliche durch den Hönebacher Tunnel bedingte Geländeschwierigkeit genügte also in Verbingung mit den dortigen klimatischen Bedingungen zur Blockade der Flüge zweier hocherfahrener Verkehrspiloten. (Keine F.T.).

3.) Start Helm 1300, Möve nach Stuttgart, F. T.

Helm berichtet: Es hatte bis Eisenach, in Eisenach und im Werratale gegenüber den Streckenmeldungen ganz leicht aufgeklart. Ich mußte aber tatsächlich in tiefem Flug bis Berka a. d. Werra ausholen, bog dann ins Werratal ein und flog über Meiningen den gewohnten Weg bis Stuttgart. Um 14 Uhr 15 hatte Helm, der in der gewohnten Form während des ersten Teiles seines Fluges mit Wettermeldungen von hier aus versehen wurde, bereits Standort Mellrichstadt gegeben.

Helm hatte also genau wie Lange und Schröder zuerst den Schlüsselpunkt Eisenach überwunden und den zweiten Schlüsselpunkt Berka a. d. Werra angesteuert, konnte aber auf seinem Kurse dem Werratale folgend stets in einem Niederschlagsgebiete unter 650 mm bleiben, während die beiden anderen Führer jenseits Hönebach in ein Gebiet mit größerer Niederschlagsmenge als 650 mm einfliegen mußten.

4.) Steinbeck war in Stuttgart gestartet und befand sich zur Zeit der Erfurter Starts im Anfluge auf das Werratal. Er erhielt von Erfurt die auf den beiden Wetterzetteln angegebenen Wettermeldungen. Steinbeck ist in etwas höherem Fluge durch die tiefen Wolkenfetzen in westlicher Richtung vom Werratale abgekommen, also in das Gebiet etwas höherer Niederschlagsmenge als 650 mm

hineingekommen, steuerte Cassel an, wo bereits Sterne geschossen wurden, kehrte um und versuchte nach Osten durchzustoßen. Es glückte Steinbeck ebensowenig das von Lange und Schröder von Osten her angeflogene Gebiet von Westen her zu durchfliegen; Steinbeck vollzog schließ - lich eine glatte Außenlandung bei Rotenburg an der Ful - da, das hart außerhalb eines Niederschlagsgebietes von 700 mm Regenhöhe liegt.

Zusatz: Um 15 Uhr 40 landete eine tschechische Maschine, Führer Balik, in Erfurt. Balik hatte von Plauen kommend Kassel angesteuert und war ebenfalls hart west - lich Eisenach umgekehrt.

Schlußbemerkung: Für die Strecke Erfurt - Schkeu - ditz ist nicht die Bahnlinie über Weimar, sondern die durch ein Trockengebiet führende Bahn nach Artern Schlechtwetterweg.

Nr.11: Dipl.Ing. J o h n

Bericht über die Warnung vor Vereisung (6. März 1929).

Am 6. März war feuchtkalte maritime Luft bis in die deutschen Mittelgebirge vorgedrungen.

Trajektorie I der etwas wärmeren Massen (+6 - +3°) etwa: Mittlerer atlantischer Ozean - Island (dort hartes Umbiegen nach Ost) - Far-Ör - Nordsee - flandrische Kü - ste.

Trajektorie II der kälteren Massen (-6 - +1°) etwa: Norwegische Küste - Nordsee - Nordseeküste.

Zusammentreffen beider Strömungen an der ganzen Nordseeküste: Regenband.

Daß die auf dem nachstehenden Wetterzettel aufge - führten Stationen südwestlich und südlich vom Thüringer Walde um 11 Uhr SW melden, hängt mit der in der Beratung angedeuteten Tiefdruckrinne zusammen, ändert aber an den Überlegungen, die zur Vereisungswarnung führten, nichts; auch diese scheinbar aus SW kommenden Luftmassen sind gleicher Herkunft (Trajektorie I und II) wie die nörd -

lich des Thüringer Waldes fließenden Massen.

Diese Luftmassen in der Umgebung des Thüringer Waldes unterschritten bereits in geringer Höhe den Gefrierpunkt:

	Erfurt	Inselsberg	Brocken
0800:	- 0,3°	- 8,0°	- 6,0°
1100:	+ 1,0°	- 5,0°	- 6,0°

Auf Grund der bei Drachenaufstiegen häufig gemachten Erfahrung wurde auch an diesem Tage das tiefziehende Regen- und Schneegewölk (ni, frni) als unterkühlte Wasserwolke angesprochen. Damit erschien eine Warnung vor Vereisung für die Flüge nach Stuttgart und Frankfurt bei der Beratung geboten: Es mußte damit gerechnet werden, daß beim Umfliegen des Thüringer Waldes, besonders im Abschnitt Eisenach - Salzungen - Meiningen (Luvseite !) einzelne der streckenweise bis auf die Bergkuppen herabhängenden frni durchflogen werden mußten.

Die Gefahr der Vereisung hat der Aerologe weit weniger zu fürchten als der Flugzeugführer: Beim Drachenaufstieg wird die Vereisung meist schon beim Aufstieg am schnell und stetig wachsenden Dynamometerzuge und am fallenden Abgangswinkel des Drahtes an der Azimutrolle - wenn die Drachen selbst in den Wolken stecken - erkennbar, so daß noch Gegenmaßnahmen ergriffen werden können: Abbrechen des Aufstieges oder rasches künstliches "Hochwerfen" der Drachen über die unterkühlte Zone hinweg durch schnelles Einholen. Ein Flugzeug wird nach allen vorliegenden Berichten (vergl. die Notizen am Schluß)oft so plötzlich und so stark von der Vereisung überfallen, daß häufig sofortige Landung notwendig wird.

Solange die eigenartigen, von der aerologischen Erfahrung stark abweichenden Vereisungserscheinungen an Flugzeugen physikalisch noch nicht eindeutig erklärt werden können, solange unbedingt wirksame Schutzmaßnahmen noch nicht bekannt sind (Hat sich das Bestreichen der Tragflächen und Luftschrauben mit Paraffinöl be -

währt ?), bleibt bei der Flugberatung nichts anderes übrig, als die aerologische Erfahrung der Vereisungs - Möglichkeit warnend hervorzuheben.

Beratung Erfurt - Stuttgart, Strecke 12, 6. 3. 29.

Eisenach	1140	bedeckt	4 km	300	10	10/10	SW 10
Oberhof	1140	Nebel	100 m	in Wolken			SW 30
Inselsberg	1100	Nebel	keine	in Wolken			SW 30
Meiningen	1145	bedeckt	10 km	600	6	10/10	W 20
Würzburg	1100	bewölkt	1 km?	1000	4	9/10	W 30
Öhringen	1145	bedeckt	4 km	600	10	10/10	SW 30
Stuttgart	1200	bedeckt	10 km	1000	3	10/10	WSW 12

Friedrichshafen	0800:	500	900	1600	1900	2500
		WzN/15	WNW/11	WzS/18	N/32	N/32
		- 4°	- 4°	- 9°	- 8°	- 12°
Frankfurt	1100:	200	500	600	700	
		SW/15	WzS/22	W?	WNW/40	

Wetteraussichten: Zur Zeit herrscht zum ersten Male seit Monaten regelrechter Rückseitentyp mit böigem West bis Nordwest, Schnee- und Regenschauer (1220). - Es ist jedoch in den nächsten 2 Stunden mit dem Durchzug einer Tiefdruckrinne von West nach Ost zu rechnen, die ohne Nachlassen der Böigkeit eine schnelle Zunahme der Bewölkung mit ausgiebigeren Regen- und Schneefällen bringt und völlige Einhüllung der jetzt schon ab 400 m Meereshöhe in Wolken steckenden Mittelgebirge zur Folge hat. - Die Wolken bestehen in den tieferen Schichten bis etwa 1000 m Meereshöhe aus unterkühlten Wassertröpfchen, die beim Auftreffen auf Propeller und Tragflächen eine Eisschicht bilden. - Weiteres böiges Auffrischen in den untersten Schichten: - 1220: Funkspruch der Maschine Stuttgart - Erfurt: "Von Heilbronn bis Würzburg anhaltender leichter Regen."

Die Gegenmaschine, Führer Mehrow, landet um 14 Uhr von Stuttgart kommend in Erfurt. Mehrow berichtet: "Ich hatte in der Gegend des Thüringer Waldes leichten Eisan-

satz an den Flächen. Durch Funkspruch teilte ich der Maschine Stuttgart - Erfurt (Führer Helm, der den oben mitgeteilten Wetterzettel hier bekam) folgendes mit:Möglichst tief fliegen und Tragflächen beobachten wegen Gefahr von Eisansatz !"

Herr Helm, hier bereits gewarnt, erhielt den Funkspruch Mehrows vor dem Einflug in das Thüringer-Wald-Gebiet (Werratal-Umweg!), flog tief, vermied jedes Eintauchen in die tieftreibenden Wolkenfetzen und bewahrte so seine Maschine vor Eisansatz.

Die Mannigfaltigkeit der Eisbildung und deren Wirkung auf den Flug geht aus allen bisher mitgeteilten Flugzeugführerberichten hervor: Henke, Noak (Karl), Schatzki (3 Berichte), Krichelsdorf und Trapp. (Mitgeteilt von der Leitung des Höhenwetterdienstes B. Nr. Ia 50 vom 28. Juni 1928).

Vergl. außerdem: Erfahrungsbericht 2. Folge Nr.1: Über die Vereisungsgefahr bei Flugzeugen. Ein Beitrag zum Bericht von Dr. Hebner, Band 1 Nr. 25. Von Dr. Kopp.

Nr.12: Dr. K a n t z e n b a c h
Bericht über die Verfolgung meteorologischer Erscheinungen durch Markierungsnadeln.

Nr.13: Dr. H. R o t z o l l
Bericht über Hinderniswolken am Oberharz.

Nr.14: Dr. W. K o p p
Bericht über die mit dem Kleinflugzeug G.M.G.II. an der wissenschaftlichen Flugstelle des Aeronautischen Observatoriums Lindenberg ausgeführten Flüge.

Nr.15: Dr. R e i n b o l d
Bericht über die Meldestellen des Bezirkes Essen - Mülheim.

Nr.16: Ernst T h o s t
Bericht über einen Versuchsflug Erfurt - Gera.

Nr.17: Dr. H. K i r s t e n

Bericht über die Meldestellen des deutschen Flugwetterdienstes und ihre geographischen Koordinaten.

Nr.18: Dr. W. M a l s c h

Tafeln des Mondaufganges und Monduntergan - ges mit Abb. 42 und 43.

Beschreibung der Tafeln.

Abbildung 42:

Von links nach rechts sind am oberen und unteren Rande die Monatsdaten, von oben nach unten am linken und rechten Rande die Stunden von 0 - 24 Uhr Ortszeit aufgetragen. Ganz unten ist eine Kurve der Monddeklina - tion δ, die von $+28^{\circ}$ (nördlich) bis -28° (südlich) wäh - rend eines Monats schwankt. Z.B. entnehmen wir dieser Kurve, daß die Monddeklination am 18. Mai 1930 -26° be - trägt. Über die Anwendung dieser Werte siehe weiter un - ten. - In der Haupttafel finden sich Kurven, die mit "Mondaufgang" und "Monduntergang" bezeichnet sind, wel - che die Zeitpunkte der Mondauf- und -untergänge an den einzelnen Tagen miteinander verbinden. Der zwischen bei- den Kurven liegende schraffierte Teil bezeichnet die Zeit, zu der der Mond unter dem Horizont steht. Zwei weitere Kurven "Dämmerungsbeginn" und "Dämmerungsende" bezeichnen Anfang und Ende der Nacht (nach den Tabellen des Flugwetterdienstes für eine geographische Breite φ = 51° berechnet); die Zeit der Dunkelheit ist schraf - fiert. Dort, wo diese Schraffur sich mit derjenigen von "Mond unter dem Horizonte" kreuzt, haben wir mondlose Nacht, zu den anderen Zeiten Mondschein zu erwarten. Auf der 12-Uhr-Stundenlinie sind jeweils noch die an den einzelnen Tagen zu erwartenden Mondphasen eingezeichnet, die Aufschluß über die zu erwartende Beleuchtungsstärke geben.

Beispiel 1:

Am 18. Mai 1930 geht der Mond etwa um 0 Uhr 50min

Ortszeit auf. Es ist noch vor dem letzten Viertel, der Mond gibt also noch ziemlich viel Licht. Allerdings steht er immer sehr tief am Horizonte, da er bedeutende südliche Deklination hat (-26°). Sein Höchststand im Meridian beträgt bei $\varphi = 51^\circ$ nur 13° (berechnet nach der Formel: $H = 90^\circ = \varphi + \delta$), die Zeit dieses Höchststandes tritt im Mittel zwischen Auf- und Untergang, also etwa um 4 Uhr 33 min Ortszeit ein. Etwa 3 Uhr 20 min Ortszeit beginnt dann die Dämmerung, der Mond geht etwa um 8 Uhr 15 min Ortszeit unter. Am Abend des 18. Mai endet die Tageshelligkeit um 20 Uhr 15 min Ortszeit. Bis Mitternacht scheint der Mond nicht, er geht erst am 19. um 1 Uhr 15 min Ortszeit wieder auf.

Alle Angaben wären für die Praxis noch in MEZ zu verwandeln. Das geschieht nach der Formel:

$$MEZ = OZ + 4 \text{ min } (1 - 15^\circ)$$

OZ=Ortszeit,
MEZ=mitteleuropäische Zeit

λ =geographische Länge von Greenwich.

In der Tafel für die Korrektion ist eine Zeile vorgesehen, auf der die einmal berechnete Korrektion für die Ortszeit eingetragen werden kann.

Genauigkeiten der Tafeln.

Die Tafeln sind berechnet für die geographische Breite von 51° N; die Angaben ändern sich um geringe Beträge für andere Breiten, ebenso - um allerdings verschwindend kleine - für andere geographische Längen (wegen der Rectascension des Mondes mit der Zeit); dieser Fehler ist in jedem Fall zu vernachlässigen.

Die Korrektion für die geographische Breite ist abhängig von der Deklination des Mondes, die sich unten auf den jeweiligen Monatstafeln findet. In Abb. 43 ist diese Korrektion in Zeitminuten für die Breiten von 48°N bis 55°N dargestellt. Über das Vorzeichen derselben bei nördlicher oder südlicher Monddeklination, bezw. Auf-oder Untergang geben die ebenfalls dort zu findenden Angaben

Aufschluß.

Beispiel 2:

Wann findet in Berlin - Flughafen am 18. Mai 1930 der Mondaufgang statt ? (Breite 52,5°, Länge 13,4° ö.)

Die Tafel für Mai ergibt für den 18. die Aufgangszeit 0 Uhr 50 min Ortszeit und die (südliche) Deklination -26°. Für diese Deklination gibt Abb.43 bei Breite 52° 6 min, bei Breite 53° 13,2 min als Korrektur. Für Breite 52,5° stellt sich die Korrektur demnach auf rund 9 min. Das Vorzeichen ist nach Abb.43 rechts positiv zu nehmen, da die Deklination südlich (-) und die Breite Berlins größer als 51° ist. Der Mond geht also in Berlin am 18. Mai 1930 um 0 Uhr 59 min Ortszeit = 0 Uhr 53 min MEZ auf.

Beispiel 3:

Wann findet in Stuttgart - Böblingen am 30. Mai 1930 der Monduntergang statt?

Die Abb.42 ergibt für den 30. Mai die Untergangszeit 23 Uhr 10 min Ortszeit und die (nördliche) Deklination +28°. Für diese Deklination gibt die Abb.43 bei Breite 48° 19,5 min, bei Breite 49° 13,8 min als Korrektur. Diese stellt sich also für die Breite 48,7° auf rund 16 min. Das Vorzeichen ist nach Abb.43 links negativ zu nehmen, da die Deklination nördlich (+) und die Breite Stuttgart - Böblingen kleiner ist als 51°. Der Mond geht also in Stuttgart - Böblingen am 30. Mai um 22 Uhr 54 min Ortszeit unter. (MEZ = 22 Uhr 30 min.)

Anmerkung:

Eine weitere, allerdings nur geringe Korrektur wäre noch notwendig wegen der Parallaxe des Mondes (rund 1°),deren Berechnung jedoch ziemlich schwierig ist. Aus diesem Grunde und besonders, weil der Einfluß der Parallaxe immer sehr klein bleibt, kann dieser Fehler vernachlässigt werden. Die Parallaxe läßt auch die Höhe des Mondes über dem Horizonte stets etwas kleiner erscheinen, als sich ohne ihre Berücksichtigung ergibt. Die nach den für die

Berechnung Deklination benutzten Formeln errechneten Höhen im Meridian werden also tatsächlich um zu vernachlässigende Beträge kleiner sein als die wirklichen.

Nr.19: Dr. E g e r s d ö r f e r
Beschreibung der Meldestellen des Bezirks München.

Nr.20: Dr. L. E g e r s d ö r f e r
Bericht über: H.C.Willet, Nebel und Dunst, ihre Ursachen, Verteilung und Vorhersage.
(Monthly Weather Review, November 1928.)

Die im Titel genannte Arbeit ist das Ergebnis einer mehr als einjährigen Studienreise des Autors durch das "meteorologische" Europa. Neben dem Besuch aller größeren Flugplätze und vieler meteorologischer Institute (in Deutschland vor allem des Lindenberger Observatoriums) vertiefte sich Willet besonders in die Anschauungen und Methoden der Bergener Schule, die er in längerem Aufenthalte an Ort und Stelle kennen lernte.

Man wird, besonders als Flugmeteorologe anerkennen müssen, daß das als besonders schwierig anzusehende Nebelproblem hier zweifellos bedeutend gefördert wurde. Die rein statistische Behandlung durch die Klimatologie, die in der Hauptsache Köppen zu verdanken ist, stellte den Nebel vorwiegend als Küstenerscheinung hin, was auch in der ausgezeichneten neuesten Darstellung aus diesem Gebiete: Klimakarte der Erde von Köppen und Geiger (erschienen bei Perthes) bei näherem Zusehen deutlich zum Ausdruck kommt. Der Köppen'sche Index n (häufiger Nebel) findet sich nur an den Küsten von Kalifornien, Chile und Deutschsüdwestafrika, während unter anderem die berücksichtigten Nebel der Neufundlandbänke, die gewiß eine wesentliche klimatologische Erscheinung darstellen, vollkommen fehlen. Auch der praktische Wetterdienst registriert im ehemaligen "Schweden" und ebenso im neuesten "Kopenhagener" Schlüssel für die Wetterverzifferung le -

diglich das Auftreten und die Veränderungen des Nebels, ohne auf weitere Unterscheidungen in Bezug auf Art und Entstehung näher einzugehen. Die Mängel einer klaren Angabe über den gerade herrschenden Nebel waren früher so offensichtlich, daß gerade aus den Kreisen der Flugmeteorologen heraus immer wieder versucht wurde, durch Abänderungen des Wetterschlüssels der Schwierigkeiten Herr zu werden, wenn auch die Kopenhagener Fassung durch scharfe Trennung zwischen Wolken und Nebel Fortschritte gebracht hat, scheint eine vollkommen befriedigende Lösung noch nicht gefunden zu sein. Vielleicht können die Willetschen Gedankengänge zu weiteren Verbesserungen anregen.

Das Hauptverdienst der vorliegenden Arbeit besteht nun darin, im Anschluß an bewährte norwegische Anschauungen über Luftmassen und Fronten eine klare und wahrscheinlich auch vollständige Übersicht über alle vorkommenden Nebelarten gegeben zu haben, ergänzt durch umfassende Erklärungsversuche über die Möglichkeiten ihrer Entstehung.

Der Verfasser ist sich allerdings bewußt, daß der Nebel, den er mit Recht als das empfindlichste Reagenz der Atmosphäre auf die Vorgänge in ihr auffaßt, nicht allein aus den meteorologischen Faktoren heraus erklärt werden kann, und schickt seiner Arbeit deshalb einen "physikalischen Teil" voraus. Er bespricht darin mit Gründlichkeit alle Arbeiten (Wilson, Aitken, Wegener, Wigand) und Untersuchungen (neutrale Kerne, kleine und große Jonen, hygroskopische Kerne), die sich eingehender mit dem Probleme der Kondensation beschäftigen, soweit es sich um die Einleitung des Prozesses handelt. Das Hauptgewicht wird schließlich auf die bekannten klassischen Forschungen von Hilding Köhler in Hallde (Nordnorwegen) gelegt, der einerseits den großen Anteil der hygroskopischen Vorgänge mit Kondensationskernen aus Meeressalzen (Chloriden) klarstellte, die Wolkenelemente

als Tröpfchen erkannte und andererseits genau beschrieb, wie sich aus diesen winzigen Tröpfchen durch Zusammen - fließen gleich großer Elemente die Regentropfen, durch Sublimation die Schneekristalle bilden. Wenn Willet un - sere Kenntnis der hygroskopischen Kräfte noch für sehr lückenhaft hält, so darf auf den bedeutenden Fortschritt verwiesen werden, den die inzwischen veröffentlichten Gedankengänge von Schmauss-Wigand über den kolloidalen Charakter der Atmosphäre gebracht haben.

Nach diesen Vorbereitungen wird im zweiten Teile das eigentliche Problem der Entstehung des Nebels in Angriff genommen, wobei, wie bereits hervorgehoben, an - stelle von statistisch-klimatologischen Gesichtspunkten die norwegischen Anschauungen über das W e t t e r die Grundlage bilden. Es gibt demnach nur L u f t m a s - s e n - und F r o n t e n n e b e l ; beide Arten wer- den allgemein und im einzelnen ausführlich besprochen. Weniger gut scheint der Versuch gelungen, in einem ziem- lich breit gehaltenen dritten Teil die theoretisch ge - gebenen Möglichkeiten der Vorhersage jeder einzelnen Nebelart dem praktischen Wetterdienste nutzbar zu ma - chen; es finden sich viele Wiederholungen aus den vor- angehenden Kapiteln. Trotzdem ist aber auch dieser Teil für den Flugmeteorologen sehr lesenswert, weil hier, (wohl zum ersten Male) wie der Untertitel - Nebelvorher- sage für den Luftverkehr - andeutet, versucht wurde, die Nöte und Bedürfnisse des Verkehrsfliegers gegenüber dem Nebel systematisch zu erörtern.

Besondere Beleuchtung erfahren diese Untersuchun- gen noch durch die rein praktisch gestellte Frage nach der günstigsten Auswahl von Flugplätzen in Bezug auf die zu erwartende Nebelhäufigkeit, die allerdings nur in groben Umrissen beantwortet werden kann.

L u f t m a s s e n n e b e l .

Für die Einteilung der Luftmassennebel (air mass

fogs) bildet das natürliche Unterscheidungsmerkmal die Temeperatur der Luftmassen; diese selbst sind entweder noch in rascher Wanderung begriffen oder kommen bereits mehr oder weniger zur Ruhe. Dementsprechend hat man also bei r a s c h e r Verlagerung unter mäßigen oder starken Winden:

I. Advektionsnebel; und zwar

a) bei Transport w a r m e r Luft über kalte Wasser- oder Landflächen.

1.) Monsumnebel

2.) Seenebel

3.) Warmluftnebel und als Abart

4.) Warmluftdunst

b) bei Transport kalter Luft über Warmwasser - flächen

(warme Landflächen fallen hier aus):

1.) Arktischen Seerauch

2.) herbstliche Morgennebel über Seen und Flüssen (Talnebel).

Bei mehr oder weniger r u h e n d e n Massen (schwache Winde oder Windstille) ergeben sich:

II. Strahlungsnebel (starke Inversion, klarer Himmel), und zwar:

a) Bodennebel, (Bodeninversion, Georgiis Sen - kungsnebel),

b) Hochnebel, (obere Inversion, Georgiis Strahlungsnebel),

c) Inversionsdunst.

Eine besondere Klasse bilden Nebel, entstehend durch gealterte, über See transportierte Luftmassen (maritime Übergangsluft):

III. M a r i t i m e r Nebel.

I. A d v e k t i o n s n e b e l .

Den gemeinsamen Merkmalen der vier Arten von Ad - vektionsnebeln steht als unterscheidendes Faktum die F e u x h t i g k e i t gegenüber. Warme Luftmassen be-

halten im Ganzen ihre spezifische Feuchtigkeit, erhöhen aber ihre relative Feuchtigkeit durch Abkühlung vom kalten Untergrunde her, wodurch eben der Nebel zustande kommt; bei den weniger wichtigen Kaltluftnebeln wird die relative Feuchtigkeit zwar auch erhöht, jedoch ist hier die Aufnahme von Wasserdampf vom w a r m e n Untergrunde her maßgebend, wodurch zugleich die spezifische Feuchtigkeit und, in geringem Maße, bisweilen auch die Temperatur erhöht wird.

a) 1.) M o n s u m n e b e l .

Dem von Köppen hauptsächlich betrachteten regelmäßigen Monsumnebel an der Kalifornischen Küste, in Chile und Deutschsüdwestafrika (Klimaformel nach Köppen: B W n), der sein Entstehen der Beständigkeit der Luftströmungen vom warmen Lande nach der kühleren See verdankt, stellt Willett ein interessantes Beispiel zeitweiligen Auftretens in Nordeuropa gegenüber, bedingt durch eine besondere Wetterlage. Vom 27. Juni bis 10. Juli 1927 überfluteten gewaltige Warmluftmassen aus Innerrußland das ganze Nordmeer bis Grönland. Die Temperaturdifferenz zwischen Land und See betrug dabei in Jan Mayen etwa 10°C; die Folge war ein äußerst dichter, die Schiffahrt in weiten Grenzen behindernder Nebel. Ein zweiter Warmluftvorstoß richtete sich am 12. und 13.Juli sogar nach Frankreich und Deutschland und brachte den Nebel auch dorthin. Die Sicht war überall an den Küsten und bis weit ins Inland hinein sehr gering. Der Nebel wurde erst durch den kräftigen Vorstoß einer Polarluftmasse am 15./16. Juli beendet. Ungeklärt blieb dabei das Auftreten des Nebels auf See in langegezogenen Bänken mit freien Zwischenräumen, das aber in den Altocumuli-Bänken sicher das entsprechende Analogon findet,sowie das täglich wiederholte Vordringen des Nebels von der norwegischen Küste ins Binnenland hinein durch Bildung von Stratocumuli am Gebirge, die sich bis Abend verstärkten und schließlich im Laufe der Nacht als dicke

Nebeldecke auch alle Täler ausfüllten. Mit der steigenden Sonne wurde dieser Nebel dann wieder rasch zerstört.

a) 2.) S e e n e b e l .

Er unterscheidet sich vom Monsumnebel nur dadurch, daß auch die Warmluft von einer Wasseroberfläche geliefert wird, nicht vom Lande. Das beste Beispiel dafür ist der bekannte Nebel über den Bänken von Neufundland. Da der von Süden kommende Golfstrom sich rascher erwärmt als der Labradorstrom, sind die maßgebenden Temperaturunterschiede und damit die Nebelhäufigkeit am größten im Spätfrühling und Frühsommer. Auch die schmelzenden Eisberge helfen die Temeperaturdifferenz vergrößern. Dies ist nach Sverdrup auch der Grund, warum an der Nordsibirischen Küste die Nebelhäufigkeit im Sommer vielmals größer ist als im Winter.

a) 3.) W a r m l u f t n e b e l .

Den nur gelegentlich in Nordeuropa auftretenden Monsumnebeln, für die allenfalls die Küstenflieger, mehr noch die Ozeanflieger Interesse haben, die dagegen ihr Peilgerät als Abwehrmittel einsetzen, steht der Warmluftnebel im allgemeineren Sinne gegenüber. Willett will darunter jene allgemeine Lufttrübung verstanden wissen, die nach Bergeron das Hauptkennzeichen der Warmluft überhaupt ausmacht (Opake Trübung). Diese hat bereits über den ariden Gegenden der Subtropen feinste Staubteilchen aufgenommen und wird nun beim Transport nach Norden in den unteren Schichten immer feuchter, so daß sich die anfänglich geringe Trübung je nach den Umständen bis zu eigentlichem Nebel verstärkt, möglicherweise sogar in Nebelreißen übergeht. Dem Flugmeteorologen ist diese Erscheinung, die nicht an die später zu erörternde Warmfront gebunden zu sein braucht, wohl vertraut; sie tritt am häufigsten im Winter auf, wobei dann gelegentlich auch kräftige Winde wehen können. Interessant ist nun die Tatsache, daß in Nordamerika wie Willett ausdrücklich hervorhebt, die Warmluft durchaus nicht mit

jener opaken Trübung behaftet ist, Warmluftnebel also auch viel seltener sind, weil im dortigen Ursprungsgebiete der Warmluft (südliches Nordamerika, Golf von Mexiko) staubliefernde Landmassen in jenem Umfange wie in den Subtropen der Alten Welt fehlen.

a) 4.) W a r m l u f t d u n s t .

Ist der eben geschilderte Prozeß der Nebelbildung noch nicht weit genug gediehen, so kann durch die Verunreinigung der Warmluft, besonders, wenn diese noch stabil genug geschichtet ist, mit den Rauchprodukten der Großstädte ein äußerst merkbarer D u n s t erzeugt werden. Auch diese Erscheinung ist in den "Flugmeteorologischen Erfahrungsberichten" häufig erwähnt. (Rheinland, Hamburg, Sachsen). Aber auch in Südbayern ist dieser Industriedunst gar nicht selten; in windschwachen Nächten werden z.B. die Dunstschichten des industriereichen Augsburg als kompakte Masse bis nach München verfrachtet. Der Stadtdunst von München kann fast bei jedem Höhenfluge als schwere Rauchfahne bis zu Entfernungen von 20 km beobachtet werden, selbst vom Boden aus ist er dadurch merkbar, daß er je nach der Windrichtung den Anblick der Alpen von Norden her ganz oder teilweise verdeckt, so daß sich daraus umgekehrt Schlüsse auf den Höhenwind der untersten zwei Hektometer ziehen lassen.

b) Advektionsnebel aus k a l t e r Luft.

Sie sind deshalb von geringer Bedeutung, weil Polarluft in den untersten Schichten meist schon erwärmt, deshalb instabil ist und nun sofort Durchmischung einsetzt. Es bleibt mithin nur übrig, daß die Kaltluft noch ganz frisch und tief gekühlt ist, damit schon eine geringere Feuchtigkeitsaufnahme von der Unterlage her zur Übersättigung führt, wie es bei dem Arktischen Seerauch der Fall ist. Ähnliches konnte im letzten schweren Winter 1928/29 auch am Bodensee beobachtet werden. Da stärkerer Wind immer Durchmischung bringt, also jeden Ansatz

zur Nebelbildung sogleich zerstört, ist der Seerauch in der Regel auf Küstengebiete beschränkt, im offenen Meere sehr selten.

b) 2.) Herbstliche Morgennebel.

Viel wichtiger für den Flugverkehr ist der herbstliche Fluß -(Tal-) Nebel, der entsteht, wenn vom kalten Lande her sich Luft, der Schwere folgend, über wärmerem Wasser sammeln kann und dort, zusammengehalten durch eine starke Temperaturschichtung, nun Wasserdampf aufnimmt. Freilich darf die warme Wasserfläche nicht zu groß sein, denn sonst tritt das ebenfalls wohl bekannte Gegenteil ein, daß sich durch die entstehende Verdampfungswärme über Flußhäfen eine Rinne freierer Sicht bildet, die nach Willett gerade von den deutschen Verkehrsfliegern gerne benutzt wird. Daß gerade bei größeren Binnenseen die jahreszeitliche Schwankung der Wasserwärme im Vergleich zu derjenigen des Ufers für die Nebel- und Wolkenbildung eine entscheidende Rolle spielt, wird an den ausführlichen Untersuchungen Kleinschmidts und W. Pepplers über die Verhältnisse am Bodensee näher aufgezeigt.

II. S t r a h l u n g s n e b e l .

Während in den zuletzt besprochenen Fällen Advektion bereits in großem Maßstabe zurücktritt, so scheidet sie ganz aus bei den Strahlungsnebeln. Erst n a c h geschehenem Transporte der Luftmassen und unter der Voraussetzung einer genügend starken Inversion setzt ein Spiel von Wechselwirkungen zwischen der Unterlage und den darüber ruhenden Luftschichten ein. Da mithin lokalen Einflüssen ein breiter Raum gewährt ist, kann die Vorhersage von Strahlungsnebeln für einen gegebenen Ort zu gegebener Zeit nur auf eingehender Kenntnis eben dieser Einflüsse aufgebaut werden, was unter Umständen eine merkliche Erschwerung der Prognose bedeuten wird.

a) Bodennebel.

Die Bodennebel pflegen in der Nähe großer Städte wegen des dort vorhandenen Reichtums an Kondensationskernen am dichtesten zu sein. Ob die berüchtigten Londoner Nebel in jedem Falle zu dieser Art gehören, mag aber dahingestellt bleiben, da gerade in England die später zu besprechenden maritimen Nebel recht häufig sind. Willett hält die Auffassung Georgiis, daß der Bodennebel durch das Einsinken von Dunstpartikeln in eine durch Strahlung gekühlte und feuchte Luftschicht über dem Boden entstehe, nicht für ganz stichhaltig. Er zieht in längeren Ausführungen die durch Taylor, Hellmann, Defant u. a. klar gelegten Einflüsse der Bodenausstrahlung bei klarem Himmel, des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft (Glashauswirkung), des Temperaturunterschiedes zwischen Boden und Luft, den durch schwachen Wind bewirkten Austausch und endlich auch die Geländegestaltung heran und wägt sie nach ihrer Bedeutung für das Zustandekommen des Bodennebels ab, ohne einem der genannten Faktoren die allein ausschlaggebende Rolle zubilligen zu können. Als Luftmasse ist zur Entstehung des Bodennebels kontinentale Übergangsluft am besten geeignet, wie sie in länger anhaltenden Hochdruckwetterlagen sich ausbildet, denn frische Polarluftmassen sind wegen ihrer instabilen Schichtung der notwendigen Temperaturumkehr am Boden nicht günstig.

b) Hochnebel.

Wenn schon der Bodennebel durch eine gewisse Regelmäßigkeit des Auftretens der Verkehrsfliegerei schwere Hindernisse bereiten kann, so ist der Hochnebel, bei geeigneten Hochdruckwetterlagen, im Herbste und Frühwinter, in manchen Jahren noch im Spätwinter, imstande, wochenlang allen Flugverkehr lahm zu legen. Er ist am dichtesten an der zwischen 200 m und 2000 m hoch gelegenen Inversion und kann sich in schweren Fällen von dort aus bis

zum Boden erstrecken. Für das Zustandekommen dieses Nebels hebt Willett zwei Faktoren hervor:

1. Stagnation eines entwickelten Hochdruckgebietes über einem kalten Kontinent, die zur Ausbildung der Inversion führt;
2. M a r i t i m e Herkunft der zur Ruhe kommenden Luftmassen, welche den zur Nebelbildung notwendigen Feuchtigkeitsgehalt der Luft sichert.

Beide Vorbedingungen sind nach den Darlegungen des Autors nur in Europa erfüllt; die stets rasch wandernden amerikanischen Hochdruckgebiete, deren Polarluftmassen n i e m a l s größere Wasserflächen überstreichen, lassen es in Nordamerika nur ganz selten zu Hochnebeln kommen. Man sieht, daß bei einem Vergleich der Entwicklung des Luftverkehrs in Amerika und Mitteleuropa die meteorologischen Einflüsse sicher einen Faktor zugunsten Amerikas aufweisen, der berücksichtigt werden muß, wenn man nicht zu falschen Schlüssen kommen will.

c) I n v e r s i o n s d u n s t .

Vielleicht ist dagegen die Bildung starker Dunstschichten bis zur oberen Grenze der Inversion in Amerika mit seiner Zusammenballung großer industrieller Siedlungen etwas häufiger als bei uns. Willett bemüht sich, die scheinbare Ansammlung des Dunstes an der Inversion als Schicht, nicht wie Georgii durch einen Sprung der Luftdichte, sondern der Temperatur und des Windes nach Richtung und Stärke zu erklären. Es scheint dem Referenten aber, daß das Phänomen rein optisch zu erfassen ist als Grenzschicht zweier in sich homogener, aber verschieden trüber Medien; denn durch den stets vorhandenen Austausch wird wohl immer eine g l e i c h m ä ß i g e Durchmischung der unteren Schicht mit kleinsten Teilchen erzielt. Fliegt man in Höhe der Inversion, so erscheinen beide Medien durch die Inversion zwar

scharf getrennt, aber auch das trübere Medium weist nur selten eine Anhäufung des Dunstes an der oberen Grenze auf. Übrigens dürfte das klassische Land solcher Dunst - schichten Sibirien mit seinen ungeheuren Waldbränden sein, worauf Seilkopf anläßlich seiner Studien für Flüge nach dem fernen Osten als Erster aufmerksam gemacht hat. Dr. Eckener berichtete von seinem Weltflug auf der Strek- ke nach Tokio das Gleiche.

III. Maritimer Nebel.

Mit diesem neuen Namen belegt Willett jene Nebel, die entstehen, wenn frische Polarluft oder durch länge - ren Transport über See in den unteren Schichten bereits stabil gewordene maritime Übergangsluft über kaltem Lan- de rasch abgekühlt wird. Wenn auch hier die Strahlungs - kühlung wesentlich ist, so fehlt doch die Inversion der reinen Strahlungsnebel. Man hat es also mit den Luft - massen der in Europa so häufigen Zwischenhochgebiete zu tun. Die Größe der Abkühlung ist mit 5 - 6° C gerade in den unteren Schichten am stärksten und es kann binnen 24 Stunden nach dem Übertritte der genannten Luftmassen auf das feste Land dank dem jetzt stabilen Gradienten sehr dichter Nebel entstanden sein. Da in Europa maritime Übergangsluft das Festland ebenso von Südwesten her be - treten kann wie echte Tropiluft und auch die Bodentempe- raturen ungefähr die gleichen sind, müssen zur Unter - scheidung die Temperaturen innerhalb der Luftmassen selbst herangezogen werden. Willett verweist hier auf die von Lindenberg herausgegebenen monatlichen Isople - then der äquivalent-potentiellen Temperaturen, welche durch ihr verschiedenes Verhalten am besten eine gute Unterscheidung zwischen Tropi - und Polarluft ermögli - chen. Merkwürdig bleibt, daß Feststellungen jener Art, wie sie Bergeron in seiner letzten Arbeit über die "dreidimensionale Wettervorhersage" aus den Douglass ' schen Aufstiegen in Berck 1918/19 herleitete, nicht

auch fortlaufend auf die Ergebnisse der regelmäßig arbeitenden küstennahen Höhenaufstiegsstellen in Deutschland, Holland und England ausgedehnt werden, wovon neben der täglichen Wettervorhersage auch die Flugberatung in Mitteleuropa noch manchen Vorteil ziehen könnte.

Auch beim maritimen Nebel weist Willett darauf hin, daß er aus geographischen Gründen in Europa (England) häufig, in Amerika mit Ausnahme einzelner Küstenstriche des Stillen Ozeans selten ist, ganz im Sinne der schon vorher erwähnten meteorologischen Begünstigung Amerikas in Bezug auf das Problem der Verkehrsflüge.

Alle bisher behandelten Luftmassennebel weisen gewisse jahreszeitliche Unterschiede ihres Vorkommens auf: denn Monsum- und See-Nebel ergeben sich über relativ kaltem Wasser im Sommer, Strahlungsnebel und maritime Nebel über relativ kaltem Lande im Winter, worin die statistische Auffassung Köppens vom Nebel als Küstenerscheinung ihre Stütze findet. Als Abschluß des ganzen Kapitels werden noch die Sätze A.Pepplers über die tägliche und jährliche Periode der Sicht gebracht: Im Winter und am Morgen auf dem Festlande schlechte, auf See gute Sicht; im Sommer und am Nachmittage ist alles umgekehrt - was sich aus den obigen Tatsachen zwanglos begründen läßt.

Frontennebel.

Vergleichsweise nur kurz ist das Kapitel, das Willett den Frontennebel widmen konnte. "Fronten" sind verhältnismäßig schmale Grenzzonen verschiedener Luftmassen. Ihre Verlagerung geht so rasch vor sich, daß die mit ihnen verbundenen Nebel immer nur von kurzer Dauer sein können und darum statistisch unwirksam bleiben. Ferner hat jene streng schematische Einteilung der Fronten in warme, kalte und akkludierte, von der Willett ausgeht, heute dank den kritischen Arbeiten zahlreicher Meteorologen einer etwas freieren Auffassung Platz ge-

macht, die den tatsächlichen Verhältnissen sicher näher kommt als das genannte Schema und dieses bereits wieder etwas zurücktreten läßt. Endlich aber sind Nebel unmittelbar hinter Kaltlufteinbrüchen solange ausgeschlossen, als die Turbulenz noch wirksam ist. Wenn Willett auch an dem Bergener Frontenschema streng festhält und außerdem noch Nebel vor, an und hinter der Front einzugliedern versucht, so bleiben ihm schließlich doch noch zwei wichtige Fälle übrig: Nebel v o r der W a r m f r o n t und t i e f l i e g e n d e Wolken beim Frontendurchzug.

Man wird bei Frontennebeln an Mischungsvorgänge aneinander grenzender, nahezu gesättigter Luftmassen von verschiedner Temperatur denken. Doch hat schon v. Bezold gezeigt, welch untergeordnete Rolle für Kondensationsvorgänge eine Mischung im angegebenen Sinne spielt, und damit übereinstimmend betont Willett, daß eine genaue Analyse den Nebel stets nur als e i n e r der beiden Luftmassen zugehörig erweist. Mit dem Eintreffen der anderen Luftmasse ist auch der Nebel der ersteren rasch verschwunden. Beim Nebel v o r der W a r m f r o n t liegt dieser also stets in der k ä l t e r e n Luftmasse. Dafür können zwei Gründe namhaft gemacht werden:

1. Sättigung der Kaltluft durch den einfallenden warmen Regen;
2. Adiabatische Abkühlung der Kaltluft durch den starken Druckfall vor der Front einer sich erst entwickelnden Zyklone.

Den ganz individuellen Vorgängen bei der Zykloge - nese entsprechend ist die Ausbildung präfrontalen Nebels auch verschieden stark; insbesondere können sich bei raschem Übergang von hohem zu tiefem Druck Reste von Luftmassennebeln zu präfrontalen Nebeln umbilden. Letzteres wird besonders dort begünstigt, wo Kaltluft zum Auswei - chen über höheres Gelände hinweg, also zum Ansteigen, gezwungen wird. Die schlimmen Wirkungen bewaldeten Hügel -

landes auf die Wolkenhöhen und damit auf die Durchführ - barkeit eines regelmäßigen Flugverkehrs hat Willett be - sonders in Deutschland kennen gelernt, was durch zahl - reiche Erfahrungsberichte über diesen Gegenstand ja leicht bestätigt werden kann.

Die gleichen Umstände liegen vor beim Durchzuge der Fronten, wo die Wolken schon an sich am weitesten zum Erdboden herabreichen. Auch treten allgemeine Ge - sichtspunkte ganz zurück hinter den lokalen Gegebenhei - ten jeder Flugstrecke. Diese Tatsachen gaben ja auch die Veranlassung zum Ausbau der deutschen Wettersicherung für den Flugverkehr im jetzigen Umfange; es scheint, daß man in Amerika den gleichen Weg zu gehen gewillt ist.

N e b e l v o r h e r s a g e für den Luftverkehr.

Das Kapitel beginnt mit einer kurzen Kritik der bestehenden Methoden und Arbeitsweisen der europäischen Institute. Zwar geben die Deutsche Seewarte und der Bri- tische und Norwegische Wetterdienst Vorhersagen für ge - wisse Seegebiete, erfassen also vorwiegend Monsum-,See-, und maritime Nebel, doch ist im Durchschnitt der allge - meine Prognosendienst an der Vorhersage des Nebels weit weniger interessiert als der Flugwetterdienst. So gut nach dem Urteil Willett's nun auch der letztere, beson - ders in Deutschland entwickelt ist, so hat er bisher doch mehr den Charakter eines Warnungsdienstes vor be - reits eingetretenen Gefahrenzuständen als den eines Vor- hersagedienstes. Dementsprechend handelt es sich in der bisherigen Praxis des Flugwetterdienstes in der Hauptsa- che um die Vorhersage der A u f l ö s u n g des Ne - bels, weniger um dessen Eintritt.

So wünschenswert nun eine allgemeine theoretische Grundlage für die Vorhersage aller vorkommenden Nebel - arten wäre, so lassen doch die vorhergehenden Ausführun- gen bereits deutlich erkennen, das daß eine Vielheit von

wirksamen Ursachen von ganz verschiedner Art und Größenordnung eine Abschätzung des Endergebnisses - sei es im positiven oder negativen Sinne - äußerst schwierig macht.

Man muß für jede einzelne Nebelart gesondert die Entstehungsbedingungen untersuchen.

A. Luftmassennebel.

Um Nebel solcher Art für irgend ein Gebiet vorhersagen zu können, ist zuerst die Kenntnis und Erkenntnis der dort oder in der Nachbarschaft vorhandenen Luftmassen erforderlich. Für diese, unter Umständen sehr schwierige Aufgabe des allgemeinen Wetterdienstes, will der Autor ausdrücklich allein Methoden des Bergener Wetterdienstes verwendet wissen. Stets wird man auszugehen haben:

1. von der absoluten Feuchtigkeit in den unteren Schichten, weil davon die Abkühlung durch direkte Ausstrahlung und die Taupunktstemperatur abhängt. Große absolute Feuchtigkeit in den unteren Schichten ist für Nebel immer günstig.
2. von dem Temperaturgradienten mit der Höhe, der die Verteilung der relativen Feuchtigkeit bei k o n s t a n t e r a b s o l u t e r Feuchtigkeit und den A u s t a u s c h bestimmt. Ein steiler Temperaturgradient kann gelegentlich den Nebel begünstigen ist aber im allgemeinen wegen des stärkeren Austausches ein Hindernis für das Auftreten von Nebel.
3. von der allgemeinen Luftdruckverteilung am Boden, welche die Verlagerung der Luftmassen als solcher regelt. Starke Luftdruckgradienten wirken im allgemeinen hindernd auf die Bildung von Nebeln vom Strahlungstypus ein, begünstigen aber den Advektionsnebel.

Sucht man sich über Anderungen, welche die genannten Elemente erleiden können, Rechenschaft zu geben, so

so findet man, daß bei Advektionsnebeln die absolute Feuchtigkeit wächst, wenn genügend große Wasserflächen zur Feuchtigkeitsabgabe bereit stehen. Allerdings kann die stattfindende Verdampfung nur dann Sättigung liefern, wenn die Wasserfläche wärmer ist als die Luft. Eine Verminderung der absoluten Feuchtigkeit tritt ein durch Kondensation in Form von Tau, Regen oder Schnee. Dazu kann noch die austrocknende Wirkung von Gebirgen für den an ihnen aufsteigenden Luftstrom kommen.

Der vertikale Temperaturgradient wird vermehrt entweder durch Erwärmung der unteren oder durch Abkühlung der oberen Schichten (Ausstrahlung). Der umgekehrte Prozeß, Abschwächung des Gradienten durch Erwärmung der oberen und Abkühlung der unteren Schichten, hat als Hauptquelle die Absorption der Sonnenstrahlen an Dunst- oder Wolkenoberflächen und die adiabatische Erwärmung durch Absinken der Luftmassen in stabil gewordenen Hochdruckgebieten. Die Änderungen des (horizontalen) Luftdruckgradienten brauchen hier wohl nicht weiter besprochen zu werden.

Wendet man diese physikalischen Überlegungen auf den regelmäßigen, aber in unseren Gebieten fast nicht vorkommenden Monsumnebel an, so sieht man, daß die Vorbedingungen für ihn fast immer konstant bleiben, eine Vorhersage also nicht schwer zu fallen braucht. Er ist lediglich für die Küstenfliegerei in den fraglichen Gebieten von Bedeutung.

Für die Vorhersage des g e l e g e n t l i c h e n Monsumnebels wäre eigentlich ausschlaggebend die Kenntnis der absoluten Feuchtigkeit, mit der die warmen Luftmassen das Festland verlassen. Obwohl nun die relative Feuchtigkeit meist so hoch ist, daß der Taupunkt oberhalb der Seewassertemperatur liegt, tritt Nebelbildung erst dann ein, wenn die Warmluft sich abzukühlen beginnt, besonders wenn nun unter schwachen Winden sich ein Hochdruckgebiet ausbildet. Der Nebel reicht dann un-

ter Umständen 800 - 1000 Meter hoch. Da er bei dieser starken Entwicklung auch anhält, wird man ihn oft allein aus der Verlagerung der warmen Luftmassen ankündigen können. Dies geschieht oft in England, weil Sommernebel über der Nordsee, die der Schiffahrt gefährlich werden, bei Nordwinden regelmäßig auch ins Land eindringen und dann auch die Verkehrsfliegerei behelligen dürften. Für den Transozeanflieger aber ist die Möglichkeit gegeben, über dem Nebel zu bleiben, sofern er sich auf dem Funkwege orientieren kann, auch bieten Notlandungen im Nebel auf See wohl kaum dieselben Gefahrenquellen wie auf dem Lande mit Bäumen, Hügeln usw. als gewaltigen Hindernissen. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse beim S e e n e b e l ; wesentlich sind hier hohe absolute und relative Feuchtigkeit, die keine große Abkühlung mehr erfordern, sowie ein hoher horizontaler Temperaturgradient im Wasser. Starker Wind wirkt durch rasche Verteilung des Dampfgehaltes auflösend. Die Dicke des Nebels nach oben soll nach Taylor meist 100 - 300 m, in Ausnahmefällen bis 800 Meter betragen.

W a r m l u f t n e b e l und D u n s t .

Der Warmluftnebel hängt in erster Linie ab von dem Temperaturunterschied zwischen der Warmluft und dem überstrichenen Gelände. Daneben kommt noch der Feuchtigkeitsgehalt der Warmluft in Betracht, der wiederum von der Vorgeschichte der Luftmasse beeinflußt ist. Diese muß schon weit nach Norden verfrachtet worden sein, bis sie genügend feucht geworden ist, wozu immer eine kräftige Luftströmung notwendig ist. Auf dem Meere kann Nieseln und schwacher Nebel bei starken Winden zwischen Süd und West immer dann erwartet werden, wenn die Luftmasse selbst aus Süden stammt. Auf dem Kontinent ist wegen der starken Bodenkühlung schneebedeckter Boden, also winterliche Jahreszeit für Warmluftnebel günstig. Im Sommer wird es über dem Lande wegen der mangelnden Feuchtigkeit

meist bei der opaken Trübung bleiben. Da der ganze Vor - gang sich nur sehr allmählich entwickelt, kann man bei echter Warmluft mit der Nebelvorhersage warten, bis die ersten Anzeichen des Nebels wirklich beobachtet werden, die am ersten in den vordersten Teilen der Warmluft, im warmen Sektor zu erwarten sind. Bei mehr maritimem Cha - rakter der Warmluft, also größerer Sättigung derselben, braucht zwar die Abkühlung nicht mehr groß zu sein, doch ist die instabilere Schichtung dem Nebel wenigen günstig, besonders bei stärkeren Winden. Der eingetretene Nebel wird zwar meistens allmählich weniger dicht, beseitigt wird er aber erst durch das Auftreten polarer Luftmas - sen. Flüge im Binnenlande werden nur im Winter und in ziemlich nördlichen Breiten durch diesen Nebel gestört. Er ist nie übermäßig dick und wird erst durch das Hinzu- kommen von Hochnebel und Staubregen zu einem ernsthaften Hindernisse. Da Warmlufteinbrüche binnen längstens einem Tage vorübergehen, wird auch der Warmluftnebel kaum län- ger andauern.

A r k t i s c h e r S e e r a u c h .

Wo immer die Luft kälter ist als das Wasser, kann diese durch Verdampfung zur Sättigung der Luft beitra - gen. Je größer der fragliche Temperaturunterschied, je tiefer die Lufttemperatur und je größer ihre absolute Feuchtigkeit ist, umso schneller wird das Verdampfen vor sich gehen. Die Beständigkeit des Dampfes hängt aber al- lein von dem vertikalen Temperaturgradienten ab, der sehr klein sein muß. Nach Beobachtungen in der Fundy-Bai, der Ostsee und den Norwegischen Fjorden, wo Seerauch im Winter häufig ist, tritt er bei Lufttemperaturen über -6 bis -8° C nicht mehr auf. Für die Fliegerei ist er wohl kaum von Bedeutung.

Herbstnebel am frühen Morgen.

Genau wie bei dem Seerauch ist eine scharfe Inver-

sion in geringer Höhe über dem Boden für diesen Nebel die beste Vorbedingung. Die Dampfbildung wird deshalb bei den üblichen mittleren Temperaturen schon sichtbar, weil die durch Strahlung gekühlte, von der Seite her zufließende Luft bereits gesättigt ist. Fehlt die Inversion, so können zwar Dampfschwaden aus Wäldern nach schwerem warmem Regen oder überhaupt von feuchtem Boden her aufsteigen, sie werden aber durch den ungehinderten Austausch rasch verflüchtigt. Kommen Wasserflächen als feuchtigkeitsliefernde Unterlage in Frage, so können nur Beobachtungen aus längeren Zeiträumen darüber entscheiden, ob die nebelbildende oder die nebelauflösende Wirkung solcher Wasserflächen, die nach den früheren Ausführungen gleich gut möglich ist, überwiegt. Da die Intensität dieser Nebel nie groß ist, werden sie im allgemeinen von den Fliegern ignoriert; z. B. bilden die Nebel der Donau auf den Strecken München - Nürnberg und München - Stuttgart unter sonst einwandfreien Umständen für den Flugverkehr nicht das geringste Hindernis: sie werden regelmäßig überflogen.

II. Strahlungsnebel.

Die Vorhersage dieser Nebel ist gegeben, wenn keine oder nur ganz geringe Luftbewegungen zu erwarten sind. Schwierig bleibt nur der Einfluß der lokalen Bedingungen, die in jedem Falle überwiegen, abzuschätzen. Neben der absoluten Luftfeuchtigkeit, dem Druck- und dem vertikalen Temperaturgradienten tritt hier die Möglichkeit zur Ansammlung hygroskopischer Kerne beherrschend in den Vordergrund. Während die absolute Feuchtigkeit in einer ruhenden Luftmasse kaum geändert wird, kann der vertikale Temperaturgradient sowohl durch Ein- und Ausstrahlung in der Nähe des Bodens wie durch adiabatisches Zusammensinken der oberen Luftmassen stark wechseln; bei der Empfindlichkeit des Nebels gerade schwachen Winden gegenüber müssen auch kleine Änderungen

des Luftdruckgradienten wohl beachtet werden. Für die Dichte der hygroskopischen Kerne ist endlich neben der Windrichtung und -stärke auch noch die Besonnung maßgebend.

Bodennebel.

Er ist, wenigstens für Nordamerika und wahrscheinlich auch in Europa, derjenige Nebel, der dem Flieger die meisten Hindernisse bereitet. Dies liegt nicht so sehr an seiner Dichte oder Höhe - er wird selten höher als 200 m hinaufreichen - als an seinem häufigen, unregelmäßigen Auftreten innerhalb des ganzen Kontinents. Bei keinem anderen Nebel erfordert die Vorhersage so genaue Kenntnis der lokalen Gegebenheiten wie bei ihm.

Die Luftmassen, in denen er sich gerne bildet, gehören bezeichnender Weise alternden Hochdruckgebieten an, in denen bereits weitgehendes Aufklaren des Himmels eingetreten ist. Der Hauptbetrag der Abkühlung kommt durch direkte Ausstrahlung der unteren Schichten in den Raum hinaus zu Stande, die alleruntersten Schichten kühlen sich unmittelbar durch Leitung gegen den erkalteten Boden ab. Um merklichen Austausch mit nachfolgender Zerstörung der Inversion hintanzuhalten, dürfen die Windstärken am Vorabend nach Beobachtungen in Kew 10 km/h nicht überschreiten. Auch absolute Feuchtigkeit darf nicht unter ein gewisses Mindestmaß herabsinken, weil sonst die zwar vergrößerte Raumstrahlung nicht mehr genügt, um die Luftmassen bis zu einem sehr tief liegenden Taupunkt abzukühlen. Ein gutes Zeichen für genügende Feuchtigkeit und damit für das Auftreten von Nebel am nächsten Morgen soll Tauablagerung nach Eintritt vollkommener Dunkelheit am Vorabende sein.

Als lokale Einflüsse müssen besonders beachtet werden die Bodengestaltung, welche die Ansammlung von Kaltluftseen erleichtern soll, die Existenz offener Wasserflächen als Erzeuger der notwendigen Feuchtigkeit und

die Lage von Industriegebieten als Quellen hygroskopi - scher Verunreinigung mit Rücksicht auf den gerade herr - schenden, wenn auch schwachen Wind. Dank der Verstärkung der hygroskopischen Wirkung der Kerne durch das Sonnen - licht sind die Morgenstunden nach Sonnenaufgang für Bo - dennebel besonders günstig. Die Vielzahl dieser Einflüs- se lassen einen Versuch wie denjenigen Calwagens, den Eintritt des Bodennebels vorausberechnen zu wollen, aus- sichtslos erscheinen. Vielleicht bieten statistische Versuche (Taylor) bei langen Beobachtungsreihen einigen Ersatz, wenn man dabei auch in Kauf nehmen muß, daß die gewonnenen Unterlagen nur für den betreffenden Ort al - lein Geltung haben; vorteilhaft erscheint dabei, daß die örtlichen Einflüsse bereits in der Statistik enthalten sind, so daß man möglicherweise aus den erhaltenen Zah - lenreihen zu allgemeineren Ergebnissen aufsteigen kann.

Im Gegensatz zum Eintritte des Bodennebels ist die Auflösung meist leicht vorherzusagen; sie tritt meistens bis zum Mittage des betreffenden Tages ein. Man wird da- bei nur beachten müssen, daß der Nebel umso hartnäckiger zu sein pflegt, je früher er am Morgen oder in der Nacht einsetzte. Der Georgiische Versuch, im Kriege mit Schein- werfern den klaren Himmel abzuleuchten, wobei sich dann die Anfänge eines etwaigen Nebels durch das Auftreten weißlicher Scheiben im Lichtkegel kundtat, verdient wei- tere Untersuchung, die erfreulicherweise in Deutschland durch den allmählichen Einsatz von Wolkenscheinwerfern die notwendigen technischen Unterlagen bekommt.

H o c h n e b e l .

Der Hochnebel, der in Europa ebenso häufig wie in Nordamerika selten ist, erscheint in ganz ausgesproche - ner Weise an das Vorhandensein stagnierender Polarluft im Winterhalbjahr gebunden. Zu diesen beiden Vorausset - zungen: winterliche Jahreszeit und stagnierende Zirkula- tion gesellen sich noch als wesentlich die physikali -

kalischen Anfangsbedingungen innerhalb der Luftmasse selbst. Polarluft nämlich, die nach Deutschland aus Nordosten gekommen ist (Fennoskandisches Hochdruckgebiet) kann wegen der Trockenheit der überstrichenen Landmassen weit weniger zu Hochnebel Anlaß geben als Luft, die von Nordwesten, also von der Nordsee her, das Festland betreten hat. Weiter müssen beachtet werden der Grad, in dem das Zusammensinken der Lufmassen stattfindet, die Abkühlung der unteren Luftschichten und die allmähliche Verunreinigung mit Kondensationskernen. Dazu kommen noch die allmähliche Vermehrung der absoluten Feuchtigkeit und die Abschwächung des horizontalen Druckgradienten mit Abnahme der Windgeschwindigkeit in allen Höhen. Das erste Ergebnis dieser Vorgänge ist die Ausbildung einer Abgleitfläche mit großer und von Tag zu Tag wachsender Inversion. Der Nebel pflegt zuerst an der Westseite des Hochdruckgebietes einzusetzen, weil dort die Inversion allmählich niederer wird und die an dieser Stelle befindlichen Luftmassen am längsten unterwegs gewesen,also am meisten verunreinigt und wegen der Nähe des Meeres (Mitteleuropa) am feuchtesten sind. Die Nebelbildung setzt am frühesten ein an der Unterfläche der Inversion, wahrscheinlich, weil diese aktiv strahlt,und wächst von da aus gegen den Boden hin, kann also in den westlichen Randgebieten des hohen Druckes in Bodennebel übergehen. Im Kern des Hochdruckgebietes dürfte die Höhe des Nebels vom Boden ab bis zu 1200 Metern betragen. Dementsprechend können horizontale Ausdehnung und Dauer des Nebels ganz bedeutende Ausmaße annehmen, wobei die Reflexion des Sonnenlichtes an der Oberseite des Hochnebels wegen der Verstärkung der Temperaturumkehr sicher zur Forterhaltung beiträgt, während die trockene Luft und die starke Einstrahlung an der Oberseite nur wenig nebelauflösend zu wirken scheint. Die endgültige Beseitigung des Hochnebels kann nur durch energische Zyklonentätigkeit, also einen vollständigen Wetterumschlag geschehen.

Inversionsdunst.

Gegenüber dem Hochnebel ergeben sich hier kaum neue Gesichtspunkte. Der Rauchdunst in der Höhe erscheint nur als Vorläufer des Hochnebels, die Dichte und Beständigkeit desselben kann in roher Annäherung als der Stärke der Inversion entsprechend angesehen werden. Wichtig ist die verdunkelnde Wirkung der Rauchansammlungen für den Flieger deshalb, weil sie vom Boden aus nur schwer abgeschätzt werden kann, die Beobachtung von Sichtmarken am Boden und damit die Orientierung, besonders in der Nähe großer Städte, aber bis zur Unmöglichkeit herabgesetzt wird.

Maritimer Nebel.

Als Ergebnis des Zusammenwirkens zwischen Advektion und Strahlung entwickelt sich der maritime Nebel bei der Verwandlung maritimer Polarluftmassen oder maritimer Übergangsluft zu kontinentaler Übergangsluft über kaltem Boden. Er kann für die Vorhersage nur während der kälteren Jahreszeit als Nebel im Binnenland in Frage kommen. Bewegen sich maritime Polarluftmassen von hoher absoluter Feuchtigkeit und steilem Temperaturgradienten landeinwärts, so hört die Zufuhr von Wärme und Feuchtigkeit von unten, vom Meere her, auf. Der Austausch nimmt ab, die unteren Luftmassen werden rasch kälter und der Gradient nimmt den normalen, für das atmosphärische Gleichgewicht bezeichnenden Wert an. Damit sind dann, besonders bei klarem Himmel die Grundlagen für die Entstehung des maritimen Nebels gegeben. Das Auftreten desselben geschieht gewöhnlich rasch, so daß, wenn man mit den für ihn notwendigen Vorbedingungen nicht genau vertraut ist, unliebsame Überraschungen eintreten können, zumal er dann durch die eingetretene Temperaturschichtung eine gewisse Stabilität und Dauer besitzt.

Frontennebel.

Die Vorhersage aller Frontennebel ist selbstverständlich an die Vorhersage der Fronten selbst gebunden, wobei besonders die Veränderlichkeit ihrer Stärke und ihrer Geschwindigkeit beachtet werden muß. Man wird also gut tun, den aus der Praxis dauernder Beobachtung stammenden Erfahrungsregeln zu folgen und sie nur auf die Örtlichkeit anzuwenden, aus der sie hergeleitet sind. Geht man für theoretische Betrachtungen von den bereits bei den Luftmassennebeln erwähnten physikalischen Eigenschaften der Luftmassen aus, so wird die absolute Feuchtigkeit durch den e i n f a l l e n d e n Regen, der verdampft, stark erhöht. Temperatur und Temperaturgradient werden dank der gewöhnlich vorhandenen Bewölkung durch Strahlung oder Leitung vom kalten Boden her nur wenig beeinflußt, eher könnte Abkühlung durch die bei der Zyklogenese eintretende Druckabnahme (Ausdehnung) hervorgerufen werden. Der Druckgradient ist in solchen Fällen natürlich besonders stark veränderlich.

Präfrontale Nebel.

Allen Nebeln v o r einer Front, mag diese vom Typus der Warm-, Kalt- oder okkludierten Front sein, ist gemeinsam die Anlagerung an die Front und das scharfe Abreißen mit ihr. Einmal entstanden, kann der Nebel vor der W a r m f r o n t leicht in seinen zu erwartenden Veränderungen nach Lage und Geschwindigkeit erfaßt werden, wobei man allgemein annehmen darf, daß er sich mit der Front verlagert und beim Übergang zur Okklusion wieder abschwächt und verschwindet. Weit schwieriger ist die Entstehung eines Warmfrontnebels vorherzusagen, denn man muß sowohl die kommende Änderung des Luftdruckgradienten (Luftdruckabnahme) abzuschätzen vermögen, wie auch die Anderungen des Sättigungsgrades der vor der Front gelegenen Luftmasse durch Hineinregnen und Verdampfen. Ferner sind die lokalen Einflüsse zu beachten,

welche die Ausbildung einer sehr tiefen Wolkendecke in bergigem Gelände schon lange vor Eintreffen der Front begünstigen können. Nebeln vor einer okkludierten Front oder einer Kaltfront kommt nur geringe Bedeutung zu, weil solche auf Land im Sommer kaum jemals auftreten können. Auch der präfontale Warmluftnebel ist übrigens im Winter sehr viel häufiger als im Sommer.

Ähnliche Überlegungen gelten auch bei Nebeln a n einer Front, die nur so zustande kommen können, daß die Wolken, welche erfahrungsgemäß beim Passieren einer Front über einen Ort hin am tiefsten sind, dort am Boden aufschleifen. Es handelt sich also bei einer diesbezüglichen Vorhersage wesentlich nur darum, die Höhe der tiefsten Wolken über dem Boden abzuschätzen. Zweckmäßig ist hier eine genauere Messung von Wolkenhöhen, weil solche rasch ziehenden Wolkengebilde ihre Höhe nur selten schnell ändern. Diese Aufgabe wird für den Flugmeteorologen dann besonders wichtig, wenn eine Front etwa gleichzeitig mit einem Flugzeuge ein Gebirge passiert. Da der Übergang zu den tiefen Wolken bei einer Warmfront viel allmählicher geschieht als bei einer Kaltfront mit ihren Böenwolken, ist das Aufliegen der letzteren in gebirgigem Gelände oder selbst über bewaldetem Hügellande viel schwieriger zu beurteilen. Es kann noch dann stattfinden, wenn auf dem übrigen Teile der Strecke längst wieder normale Verhältnisse herrschen.

P o s t f r o n t a l e N e b e l

hinter einer W a r m f r o n t .

Nebel n a c h Fronten können ebenfalls beurteilt werden durch das Verhalten der Fronten selbst. Im genannten Falle handelt es sich um echten Warmluftnebel, der sich nur hinter der Front örtlich verstärkt hat, bedingt durch die Kälte des Bodens, die noch von dem der

Front vorangegangenen Strahlungswetter her besteht und durch Vermischung mit in Vertiefungen oder im Lee von Gebirgen zurückgebliebener Kaltluft. Daß Nebel hinter einer Kaltfront nicht unmittelbar auftreten können, ist in der großen Turbulenz (Böeneinbruch) begründet. Es käme höchstens maritimer Nebel in Betracht, der aber nicht mit der Front als solcher zusammenhängt, sondern Luftmasseneingenschaften seine Entstehung verdankt. Er kann also ebenso gut fast hinter der Front wie erst Hunderte von Kilomtern nach ihr auftreten.

Mit den obigen Ausführungen ist der eigentliche Inhalt der großangelegten Arbeit erschöpft. Willett schließt aber noch einen Abschnitt über die Auswahl von Flugplätzen in Bezug auf das Vorkommen von Nebel an, der die Aufgabe zerlegt in eine Untersuchung nach Land- und Wasserflughäfen. In beiden Fällen wird nur eine ganz summarische Aufzählung der Vor- und Nachteile beider Arten von Flughäfen erlangt, die in der Feststellung gipfelt, daß sich in maritimem Klima mehr der Küstenflughafen, in kontinentalem Klima mehr der Binnenflughafen empfiehlt. Für die Wahl eines Flugplatzes wird wohl immer das Verkehrsinteresse als solches entscheidend bleiben; immerhin können statistische Unterlagen aus genügend langen Beobachtungsreihen für einen gegebenen Ort dank den vorangehenden Ausführungen eine wertvolle Bereicherung ihrer Tragweite zur Entscheidung der zweckmäßigsten und wettersichersten Anlage eines Flugplatzes erfahren.

Nr.21: Dr. W i e c h m a n n
Bericht über die Flugwettermeldestellen im Bereich der Flugwetterwarte Bremen.

Nr.22: Dr. D i s s e l k a m p
Bericht über die Meldestellen des Bezirks Essen - Mülheim.

Nr.23: Dr. W. S t ö b e
Bericht über "Die Flugsicherung im Bereich

des Thüringer Waldes und Fichtelgebirge".

Nr.24: Dr. W. M a l s c h
Beitrag zur Flugklimatologie Südwestdeutschlands.

Nr.25: Dr.R. A r e n h o l d
Bericht über die Meldestelle Halberstadt, Polizeiflugwache, Fernruf 2294, Streckenmeldestelle Halle/Leipzig - Hannover.
Höhe über N.N.140 m.

Nr.26: Dr. H. N o t h
Bericht über die Nachtfahrt mit dem Zeppelin vom 24. zum 25. Juni 1930 von Berlin nach Friedrichshafen.

Nr.27: Dr. R. R e i d a t
Bericht über Wolkenhöhemessungen mit Scheinwerfern mit Abb. 44 - 57.

Mit Ausbau des Nachtluftverkehrs ergab sich die Notwendigkeit schneller und genauer Wolkenhöhemessungen während der Nachtzeit. An der Flugwetterwarte Berlin wurden diese Messungen seit 1926 mit Hilfe eines Scheinwerfers ausgeführt. Im Verlaufe des Jahres 1929 wurden in Berlin verschiedene Scheinwerfertypen und Beobachtungsgeräte auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht, über diese Versuche soll im Folgenden berichtet werden.

1. Aufstellung des Scheinwerfers.

a) Senkrecht strahlender Scheinwerfer.

Beobachtet wird der Höhenwinkel, unter dem der Eintritt des Scheinwerferstrahles in die Wolke von einem festen Beobachtungspunkt aus sichtbar ist. Die Wolkenhöhe ist dann gleich

$$h = b \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

wobei b die Meßbasis (Entfernung Scheinwerfer-Beobachtungsort) und α den Höhenwinkel bezeichnet. In Tabelle 1) ist die Wolkenhöhe für die Basis 100 m, 150 m, 250 m und 300 m für gleiche Höhenwinkel nebeneinandergestellt.

Tabelle 1:

Wolkenhöhen in Abhängigkeit von Basis und Höhenwinkel.

	Basislänge:				
Höhenwinkel	100	150	200	250	300 m
10°	18	26	35	44	53
15°	27	40	54	67	80
20°	36	55	73	91	109
25°	47	70	93	117	140
30°	58	87	115	145	175
35°	70	105	140	175	210
40°	84	126	167	210	250
45°	100	150	200	250	300
50°	118	179	239	300	360
55°	143	214	286	360	430
60°	173	260	347	430	520
65°	215	320	430	540	640
70°	275	410	550	690	820
75°	370	560	750	930	1120
80°	567	850	1130	1420	1700

Benötigt wird im Flugwetterdienst vor allem eine möglichst genaue Wolkenhöhenmessung bis zu 1000 m Höhe, die auch bei verhältnismäßig schlechter Sicht noch möglich sein soll.

Die Messung muß oft sehr schnell ausgeführt werden, das Beobachtungsinstrument soll deshalb so einfach wie nur möglich sein. Man muß aus diesem Grunde in den meisten Fällen bei der Messung einen Winkelfehler von $\pm 1^{\circ}$ in Kauf nehmen. Je größer man die Basis wählt, desto geringer wirkt sich dieser Fehler in der Höhebestimmung aus. Während er bei einer Basis von 100 m und 600 m Wolkenhöhe schon 130 m beträgt, geht er bei 300 m Basis auf weniger als die Hälfte (54 m) zurück.

Die Tabelle 2 gibt eine Zusammenstellung der Meßgenauigkeit.

Tabelle 2:

a) Höhenwinkel für bestimmte Höhen und

b) Fehler für 2° falsche Höhenwinkelbestimmung.

Basislänge:

Höhe	100		150		200		250		300m	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
100 m	45	8	35	8	26	9	22	10	18	12
200 m	64	18	53	16	45	14	39	14	34	16
400 m	76	60	69	42	63	34	58	31	53	30
600 m	80,5	130	75	78	72	66	67	58	63	54
800 m	82,9	234	79	156	76	110	73	100	69	84
1000 m	84,3	400	81,5	220	79	170	76	150	77	135

Die Meßgenauigkeit verringert sich auch mit dem Anwachsen des Höhenwinkels. Je größer der Höhenwinkel wird, desto schwieriger und ungenauer wird seine Messung mit Meßgeräten, bei denen der Beobachtende über Kimme und Korn peilen muß. Es empfiehlt sich deshalb, die Basis keinesfalls kleiner als 150 m, nach Möglichkeit 200 m lang zu wählen. Eine längere Basis ist auch weniger geeignet, da bei wachsender Basis die Entfernung des Lichtfleckes auf der Wolke vom Beobachter nach der Gleichung

$$\text{Entfernung } e = \frac{b}{\cos \alpha}$$

zunimmt.

Die Helligkeit des Lichtfleckes nimmt mit dem Quadrat dieser Entfernung ab. Bei einer Wolkenhöhe von 200 m erscheint der Lichtfleck eines in 300 m Entfernung aufgestellten Scheinwerfers 38,5% dunkler als der eines Scheinwerfers, der in 200 m Entfernung strahlt. Dieser Unterschied macht sich besonders bei Regen, starkem Dunst und in der Nähe von Städten, wo tiefe Wolkendecken fast immer durch das Stadtlicht schon beleuchtet sind, sehr unangenehm bemerkbar.

Die Basis soll stets so gelegt werden, daß die Beobachtung möglichst vom Fenster des Nachtdienstraumes

ausgeführt werden kann (Abb.46). Der Scheinwerfer wird vom Beobachtungsort aus ein- und ausgeschaltet. An der Flugwache Stolp war der Scheinwerfer auf dem Verwaltungsgebäude aufgestellt und die Beobachtung geschah vom Flugplatz aus. Es vergingen deshalb von Anforderung bis zur Abgabe einer Wolkenhöhenmessung mindestens 15 Minuten, d.h. ein Nachtflugzeug, das Stolp anfliegt, erhält die Meldung nur dann rechtzeitig, wenn es noch weiter als 40 km entfernt ist. In Berlin dagegen, wo die Beobachtung von der Wetterwarte aus erfolgt, konnte die Meldung in 2 Minuten abgegeben werden.

b) Schräg strahlender Scheinwerfer.

Die ersten Wolkenmeßversuche wurden in Berlin 1926 mit Hilfe eines unter 45° strahlenden Scheinwerfers ausgeführt. Der Beobachter ging unter dem Strahl entlang, bis er sich unter der angeleuchteten Wolkenstelle befand. Die Wolkenhöhe war dann gleich seiner Entfernung vom Scheinwerfer. Die Methode erwies sich zwar als sehr einfach, war aber für den praktischen Betrieb zu zeitraubend und ungenau.

Die nordamerikanische Firma Sperry bringt einen unter 63° 26' strahlenden Scheinwerfer (Abb.48). Die Basislänge beträgt hier 150 m. Bei einer Wolkenhöhe von 300 m werden die Wolken senkrecht über dem Beobachter angeleuchtet. Diese Wolkenhöhe scheint man in Amerika als Mindesthöhe für Nachtflug anzunehmen. Der Beobachter kann also sofort und ohne Beobachtungsinstrument feststellen, ob diese Mindesthöhe unterschritten wird und deshalb vom Fluge abzuraten ist.

Für die verschiedenen Höhenwinkel berechnet sich die Wolkenhöhe nach der Formel:

$$h = b \cdot \frac{\sin\alpha \cdot \sin\beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

b = Basislänge, α = Höhenwinkel, β = Neigungswinkel des Scheinwerfers.

Dieser schräg strahlende Scheinwerfer hat vor dem senk -

recht strahlenden den Vorteil, daß die Entfernung des Lichtfleckes auf der Wolkenunterseite für Höhen bis etwa 400 m dem Auge näher liegt, also auch heller erscheint. Sein Nachteil besteht darin, daß die Höhenwinkel für Wolkenhöhen von mehr als 200 m sehr groß sind und sich deshalb mit einfachen Geräten schlechter messen lassen.

2. Scheinwerfertypen.

Eingehende Beobachtungen wurden angestellt mit Scheinwerfern der Firmen C. Zeiss, Bosch und J.Pintsch.

a) Zeiss-Wolkenmeß-Scheinwerfer. (Abb.49)

Der Scheinwerfer hat einen Kristallglas-Parabol - spiegel von 36 cm freier Öffnung und 9 cm Brennweite.Der Spiegel ist rückseitig versilbert und gegen Feuchtigkeit und Witterungserscheinungen gut geschützt. Die vordere Spiegelfläche kann jederzeit mit einem feuchten Leder - lappen gereinigt werden. Als Lichtquelle dient eine Glühlampe von 12 Volt und 100 Watt (ca. 8 Ampére Stromstärke). Die Lampenfassung liegt in der Mitte des Spiegels. Besondere Focussierung des Scheinwerfers erfolgt durch Drehen eines Knopfes auf der Rückseite des Scheinwerfergehäuses. Um das gesamte Licht der Lampe dem Spiegel zuzuführen, ist die Lampe halb verspiegelt. Die Lackschutzschicht dieses Spiegels zeigt keine lange Haltbarkeit. Der Lack springt bald ab, die Lackfetzen setzen sich auf dem Scheinwerferspiegel fest und die Lampe ist schon nach verhältnismäßig kurzer Brenndauer nicht mehr zu gebrauchen. Vielleicht ist es technisch möglich zu einer Innenverspiegelung überzugehen.

Leistung. Der Scheinwerfer hat in der Achse eine Licht - stärke von 1 Million HK, eine Reichweite von ca 1000 m und eine Streuung von 2^{o}.

Das Scheinwerfergehäuse ist durch ein abnehmbares Ab - schlußglas mit Fassung abgeschlossen. Um den Scheinwerfer auch bei Regenwetter und nach Schneefall betriebs - fertig zu haben, wurde er in einen hölzernen Schutzkasten

eingebaut (Abb.50). Dieser Kasten hat einen abnehmbaren Oberteil (3) und ist nach oben durch eine schräge Spiegelglasscheibe (4) abgeschlossen. Der Lichtverlust durch diese Scheibe ist nur sehr gering und fällt nicht weiter ins Gewicht. Die Scheibe wird durch den brennenden Scheinwerfer angewärmt, der auf ihr liegende Schnee beginnt zu schmelzen und rutscht ab. In dem Schutzkasten kann auch der Transformator für den Lichtstrom untergebracht werden (2). Diese Art der Aufstellung hat sich an der Flugwetterwarte Berlin ganz besonders gut bewährt. Der Scheinwerfer ist jetzt über ein Jahr im Betrieb und abgesehen von den schon oben erwähnten Lampenschäden haben sich keinerlei Störungen eingestellt.

b) Bosch-Scheinwerfer. (Abb.51)

Bei dem Boschgerät handelt es sich um ein Blinkgerät, das aus Heeresbeständen sehr billig angeboten wurde. Der Scheinwerfer gibt in seinen Leistungen dem Zeiss-Scheinwerfer nicht viel nach und kostet nur etwa den fünften Teil. Auch in seiner äußeren Bauart weicht er nur wenig von der schon besprochenen Type ab. Der Spiegel hat Oberflächenversilberung und ist deshalb äußerst empfindlich. Reinigung des Spiegels erfolgt durch Abbürsten mit einem weichen Dachshaarpinsel, Abreiben mit Leder oder weichem Tuch würde den Spiegelbelag zerkratzen. Der Lampeneinbau ist etwas vorteilhafter als bei dem Zeissgerät. Die Glühlampenfassung sitzt in einem Achsenkreuz über der Mitte des Spiegels. Hinter der Lampe befindet sich ein halbkugelförmiger Metallspiegel. Es fallen also alle Störungen, die durch das Abblättern des Lampenspiegels bei dem Zeiss-Scheinwerfer entstehen, fort, die Lebensdauer der Lampen wird auf diese Weise bedeutend vergrößert.

Für den Einbau der Bosch-Scheinwerfer auf deutschen Notlandeplätzen wurde von der Signaldienst G.m.b.H. ein besonderes Schutzgehäuse gebaut. Es besteht aus ei-

nem Eisenblechrohr, in das Scheinwerfer und Transforma - tor fest eingebaut sind. Es wird nach oben abgeschlos - sen durch eine schräge Spiegelglasscheibe. Grundsätzlich unterscheidet sich dieser Einbau von dem oben bei dem Zeiss-Scheinwerfer erwähnten nur dadurch, daß anstelle des Holzkastens ein Eisenblechrohr tritt.

c) Pintsch-Scheinwerfer. (Abb. 45 und 46)

Die Pintsch A.G. hat einen Wolkenmess-Scheinwerfer herausgebracht, der im Prinzip von den beiden bisher betrachteten Typen abweicht. Der Scheinwerfer ist ausge - rüstet mit einem sphärischen Mangin-Spiegel von 50 cm Öffnung und 31,7 cm Brennweite. Der Spiegel ist rück - seitig versilbert. Als Lichtquelle dient eine Glühlampe mit kreisförmigen Glühfaden und einem Verbrauch von 250 Watt bei einer Spannung von 12 Volt (ca. 21 Ampére Stromstärke). Die Leistung des Scheinwerfers beträgt 2,5 Millionen HK, bei Überlastung der Lampe 3 Millionen HK. Spiegel und Tranformator sind in ein starkes Eisen - blechgehäuse eingebaut, das nach oben durch eine Spie - gelglasscheibe abgeschlossen wird, so daß sich kein Wasser und Schnee auf der Scheibe ansammeln können. Durch einen besonderen Schalter kann die Lampe des Scheinwer - fers für kurze Zeit überlastet werden, die Helligkeit des Scheinwerfers nimmt dadurch um 500 000 Kerzen zu. Durch den Spiegel mit großer Brennweite entsteht auf der Wolkenunterfläche eine Abbildung des Glühfadens der Lam - pe. Es erscheint also ein heller Kreisring, der sich auf der Wolke gut abhebt und sehr genau ausgemessen werden kann. Der Scheinwerfer wurde u. a. ausprobiert bei star - kem Schneefall und bei Mondschein. Er zeigte noch sehr gute Resultate, während die beiden anderen schon er - wähnten Typen wegen ihrer geringeren Lichtstärke versag - ten. Es gelang z.B. mühelos die Höhenmessung einer dün - nen durchbrochenen Altocumulusdecke mit 2400 m Höhe bei Mondschein, die Meßbasis betrug in diesem Falle 400 m.

d) Sperry 18" Ceiling light. (Abb. 52)

Der Scheinwerfer ist ausgerüstet mit einem Spiegel von etwa 45 cm Durchmesser. Als Lichtquelle dient eine Lampe mit einem Stromverbrauch von 1000 Watt bei einer Spannung von 110 Volt. Der Scheinwerfer kann aufgestellt werden unter einer Neigung von 0°, 23° 34', 45° und 63° 26'. Beim gewöhnlichen Gebrauch strahlt er unter einem Neigungswinkel von 63° 26'. (s. o. S. 6). Ein besonderes Schutzgehäuse mit schräger Ablaufscheibe erübrigt sich bei diesem Scheinwerfer, dessen gewölbtes Schutzglas sowieso schräg gestellt ist. Nähere Angaben über die Leistung des "Sperry Ceiling light" waren nicht zu erlangen.

3. Beobachtungsgeräte.

A. Transportable Beobachtungsgeräte ohne Optik.

1. Pendelquadrant (Abb. 53)

Das einfachste, transportable Beobachtungsinstrument für Messung der Wolkenhöhe ist der Pendelquadrant. In Berlin werden die Beobachtungen seit mehr als einem Jahr regelmäßig mit einem einfachen Pendelquadranten ausgeführt, der die gleiche Bauart hat wie die zur Messung der Drachenhöhe in Lindenberg verwendeten. Das Instrument, das sich bei der einfachen Winkelmessung bei Tage sehr bewährt hat, zeigte bei den Nachtbeobachtungen verschiedene Mängel. Es ist sehr schwer, bei Nacht über Kimme und Korn zu visieren, da diese, auch wenn sie groß gewählt werden, nur schwer zu erkennen sind. Es ist deshalb ratsam, als Visiereinrichtung zwei Kreisringe anzubringen und den Wolkenfleck durch diese zu peilen. Ein zweiter Nachteil des Pendelquadranten besteht in dem Fehlen einer Arretiereinrichtung für das Pendel. Das Pendel muß, wenn es seine Ruhelage erreicht hat, mit der Hand festgehalten werden, die Ablesung des Winkels muß dann bei Licht geschehen. Diese Arbeit erfordert einige Geschicklichkeit und ist bei ungeschulten Beobachtern

oft Anlaß zu erheblichen Fehlern. Diese Fehler werden ausgeschaltet bei dem Neigungsmesser System Brandis.

2. Neigungsmesser System Brandis (Abb. 54)

Das Anvisieren des Lichtfleckes geschieht beim Neigungsmesser nach Brandis durch ein Blechrohr, das vor der einen Öffnung einen Querschlitz und vor der zweiten einen dem Schlitze parallelen Draht hat. Außerdem kann noch über Kimme und Korn (2 Kreisringe wie oben) visiert werden. Die Kreisteilung befindet sich auf einem Pendelrad (2). Die Arretierung dieses Rades wird durch den Druck auf einen Knopf (5) aufgehoben. Während der Beobachtung löst der Beobachter die Arretierung. Hat sich das Rad ausgependelt, so wird der Druckknopf losgelassen. Die Ablesung des Höhenwinkels kann dann im Zimmer geschehen. Sie erfolgt an einem an dem Schutzgehäuse angebrachten Ablesefenster. Die Ablesegenauigkeit kann vergrößert werden durch Anbringung einer Lupe vor diesem Fenster.

B. Feststehende Beobachtungsgeräte ohne Optik.

1. Fester Teilkreis mit Diopter (Abb. 55)

Der Teilkreis wird an der Wand oder an einem Pfahl befestigt und gut ausgerichtet. Die Teilkreisebene muß in der durch Lichtstrahl und Basis bestimmten Ebene liegen. Der Kreis muß so befestigt werden, daß er nicht um seine Achse gedreht werden kann. Die Beobachtung geschieht mit Hilfe eines Diopters. Es erwies sich als sehr praktisch, statt der Kimme einen Kreisring und statt des Kornes einen Dorn anzubringen. Bei der Beobachtung erscheint der Ring durch den Lichtfleck aufgehellt. Bei genauer Einstellung halbiert der Dorn den Kreis. Unbequem ist bei diesem Instrument das Einstellen sehr großer Winkel, da der Beobachter sich hierbei ziemlich weit zurückbeugen muß. Man kann sich hier helfen, indem man bei großen Winkeln Kimme, Korn und Licht-

fleck in einem Taschenspiegel betrachtet. Die Einstel - lung ist genau, wenn sich alle drei decken.

2. Ceiling light indicator von Sperry (Abb. 56)

Der Indicator von Sperry unterscheidet sich in seiner Konstruktion nur sehr wenig von dem oben be - schriebenen Gerät. Da die Basislänge bei den amerikani - schen Meßstellen immer die gleiche ist, sind auf dem Teilkreis statt der Winkelgrade gleich die Wolkenhöhen eingetragen.

C. Beobachtungsgeräte mit Optik.

Beobachtungsinstrumente mit Optik sind für Wolken- höhemessung gebaut worden von den Firmen Zeiss und Pintsch.

1. Zeiss-Wolkenhöhemesser (Abb. 57)

Der Wolkenhöhemesser der Firma Zeiss ist nach dem gleichen Prinzip konstruiert wie der schon oben erwähnte feste Teilkreis. Der Zeiss-Wolkenhöhemesser hat einen festen, in 180° geteilten Kreis und ein Beobachtungs - fernrohr, dessen Okular im Kreiszentrum liegt. Der Beob- achtungspunkt ist für das Auge für jeden Höhenwinkel der gleiche. Bei der Beobachtung wird das Instrument zu - nächst ausnivelliert und dann der Scheinwerfer selbst anvisiert. Darauf wird das Objektiv des Fernrohres so - lange gehoben, bis der Lichtfleck auf der Wolkenunter - fläche im Gesichtsfeld erscheint. Der Höhenwinkel wird darauf an dem Teilkreis abgelesen.

2. Pintsch Wolkenhöhemesser (Abb.47)

Der Wolkenhöhemesser von Pintsch wird auf einen festen Sockel montiert. Er ist gegen Witterungseinflüs- se durch eine Schutzhaube aus Messing geschützt. Der Teilkreis ist in das Fernrohr des Instrumentes gleich eingebaut. Außerdem ist noch eine einfache Beleuchtungs- anlage zur Aufhellung des Gesichtsfeldes angebracht wor-

den. Das Okular ist so angeordnet, daß der Beobachter bei der Beobachtung in Richtung auf den Scheinwerfer blickt. (Beim Zeiss-Gerät blickt er senkrecht dazu). Der Beobachter stellt das Gerät so ein, daß der Lichtfleck auf der Wolkenunterseite im Fadenkreuz des Fernrohres erscheint. Durch Druck auf einen Knopf erhellt er dann das Gesichtsfeld auf und liest den Höhenwinkel auf dem Teilkreis ab. (Der Teilkreis wurde auch für eine 200 m-Basis mit direkter Wolkenhöheangabe geliefert).

Die beiden eben besprochenen Beobachtungsinstrumente machen die Beobachtung, besonders von großen Höhenwinkeln, bequemer und auch genauer. Durch die Hinzunahme einer Optik wird das Instrument komplizierter, was leicht Fehler bei der Benutzung durch ungeschultes Beobachterpersonal entstehen läßt. Außerdem erhöht sich der Anschaffungspreis bei diesen Instrumenten bedeutend gegenüber den Teilkreisen. Es wäre zu erwägen, ob die oben angeführten Vorteile für den praktischen Betrieb so große sind, daß man die größere Kompliziertheit und die höheren Kosten mit in Kauf nehmen kann.

Zum Schluß sei noch hingewiesen auf eine kleinere Arbeit über Wolkenhöhemessung unter Benutzung schon vorhandener Scheinwerfer.*) Der Referent beobachtete den Strahl eines unter konstanten Neigungswinkel strahlenden Drehscheinwerfers. Er maß die Höhe des oberen Kulminationspunktes des auf der Wolke wandernden Lichtfleckes. Die Wolkenhöhe findet er dann nach der Formel

$$h = \frac{\sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot (b + c \cdot \operatorname{cotg}\alpha)}{\sin(\alpha + \beta)}$$

wobei β den Winkel angibt, unter dem der Scheinwerfer nach oben strahlt, α ist der Höhenwinkel, unter dem der Lichtfleck sichtbar ist und c die Höhendifferenz zwischen Beobachtungsort und Scheinwerfer. Diese Methode

---

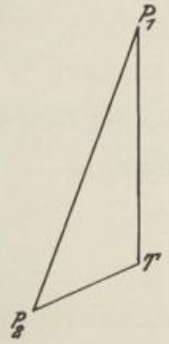
*) Hand, Utilization of fixed searchlights in measuring cloud heights Monthly Weather Review 1929, Seite 471.

wird sich oft anwenden lassen an Orten, wo Leuchtfeuer oder auch Reklamescheinwerfer zu beobachten sind.

Nr.28: Dr. D i n k e l a c k e r
Bericht über die Möglichkeit der Durchführung von Flügen auf von Stuttgart ausgehenden Strecken.

Nr.29: Dr. H. K i r s t e n
Bericht über die Ergebnisse von Versuchsflügen zwecks Ermittelung der Höhenwindverhältnisse durch Funkpeilung eines konstanten Kurs mit konstanter Geschwindigkeit steuernden Flugzeugen mit Abb. 58 und 59.

Am 26. Mai und am 17. Juni 1930 fanden auf der Flugstrecke Berlin - Halle/Leipzig Peilflüge statt. Das gepeilte Flugzeug flog während einer bestimmten Zeit (etwa 30 Minuten) in konstanter Höhe mit konstanter Geschwindigkeit (bezogen auf ruhende Luft einen bestimmten Kompaßkurs. Während dieser Zeit wurde der Standort des Flugzeuges je dreimal durch Funkpeilung bestimmt. Aus den gemessenen Daten: Kurs, Fluggeschwindigkeit (bezogen auf ruhende Luft), Flugzeit und Richtung und Länge des Weges zwischen zwei Standorten kann die Abtrifft, also der in der Flughöhe herrschende Wind nach Richtung und Stärke innerhalb gewisser Grenzen nach folgendem einfachen Prinzip ermittelt werden:



P_1 sei der Standort bei der 1. Peilung

P_2 sei der Standort bei der 2. Peilung

T sei der Standort, den das Flugzeug in der Zeit, in der es von P_1 nach P_2 flog, bei Windstille erreicht haben würde.

Richtung P_1 T ist also die Richtung des gesteuerten Kurses.

Strecke P_1 P_2 ist der wirklich zurückgelegte Weg.
Also stellt die Strecke T P_2 die Abtrifft dar.

In dem Dreieck P_2 P_1 T ist demnach bekannt:

Strecke P_1 T : Länge = Geschwindigkeit . Zeit
Richtung = Steuerkurs - Mißweisung des Kompasses

Strecke P_1 P_2 :Länge und Richtung durch die gegenseitige Lage der Standorte zueinander

Winkel P_2 P_1 T :als Differenz der Richtungen P_1 T und P_1 P_2

Somit ist das Dreieck P_2 P_1 T bestimmt, so daß die Strekke T P_2 sich berechnen läßt.

Die Daten der Peilflüge:

1. Flug 26.5.30

Kompaßkurs 220°

Geschwindigkeit 155 km/st

Flughöhe 15 Uhr 05-18 400-600 m } infolge Böigkeit
15 Uhr 18-34 450-550 m } stark schwankend

Standorte:

15 Uhr 05 12 km nördlich Trebbin
Angabe des Flugzeugführers
9,5 km nördlich Trebbin
Peilung

15 Uhr 18 6,5 km östlich Treuenbrietzen
Angabe d.Flugzeugführers
9,5 km nordöstl.Treuenbrietzen
Peilung

15 Uhr 34 Nordrand Wittenberg
Angabe d.Flugzeugführers
3,0 km südlich Wittenberg
Peilung

Entfernungen:

1. - 2. Standort 30,45 km nach Angabe des Flugzeugführers

	23,85 km	nach Peilung
2. - 3, Standort	32,85 km	nach Angabe des Flug - zeugführers
	41,00 km	nach Peilung
1. - 3. Standort	62,60 km	nach Angabe des Flug - zeugführers
	64,20 km	nach Peilung

Winkel: (gegen Nord)

Kurs: 220° - 6,5° (Mißweisung) = 213,5°

1. - 2. Standort	215,0°	nach Angabe des Flug - zeugführers
	226,0°	nach Peilung
2. - 3. Standort	220,5°	nach Angabe des Flug - zeugführers
	211,0°	nach Peilung
1. - 3. Standort	216,5°	nach Angabe des Flug - zeugführers
	217,5°	nach Peilung

Entfernungen und Winkel wurden einer Karte im Maßstabe 1: 750 000 entnommen.

2. Flug 17.6.30

Kompaßkurs 210°

Geschwindigkeit 155 km/st

Flughöhe 1000 m

Standorte:

15 Uhr 15	Dobbrikow		nach Angabe des Flugzeugführers
	13 km	nordöstl. Treuenbrietzen	nach Peilung
15 Uhr 33	3 km	nördl. Kemberg	nach Angabe des Flugzeugführers
	3 km	östl. Radis	nach Peilung

Standorte:

15 Uhr 47	Groß Lissa/ Delitzsch	nach Angabe des Flugzeugführers
	12 km nordnord-östl. von Schkeuditz	nach Peilung

Entfernungen:

1. - 2. Standort	51,00 km	nach Angabe des Flugzeugführers
	56,80 km	nach Peilung
2. - 3. Standort	41,80 km	nach Angabe des Flugzeugführers
	34,50 km	nach Peilung
1. - 3. Standort	92,80 km	nach Angabe des Flugzeugführers
	91,20 km	nach Peilung

Winkel: (gegen Nord)

Kurs: $210^{\circ} - 6{,}5^{\circ}$ (Mißweisung) $= 203{,}5^{\circ}$

1. - 2. Standort	$215{,}5^{\circ}$	nach Angabe des Flugzeugführers
	$213{,}5^{\circ}$	nach Peilung
2. - 3. Standort	$215{,}5^{\circ}$	nach Angabe des Flugzeugführers
	$213{,}5^{\circ}$	nach Peilung
1. - 3. Standort	$215{,}5^{\circ}$	nach Angabe des Flugzeugführers
	$213{,}5^{\circ}$	nach Peilung

Entfernungen und Winkel wurden einer Karte im Maßstabe 1 : 750 000 entnommen.

Die Ergebnisse der Auswertung:
(in den Abbildungen 58 und 59 graphisch dargestellt)

1. Flug 26.5.30

A) die gepeilten Standorte ergeben für

a) die Zeit 15 Uhr 05 bis 18 den Wind Süd zu West
14,8 msk

b) die Zeit 15 Uhr 18 bis 34 den Wind Ost zu Süd
2,0 msk

c) die Zeit 15 Uhr 05 bis 34 den Wind Süd
7,0 msk

B) die Standortangaben des Flugzeugführers ergeben für

a) die Zeit 15 Uhr 05 bis 18 den Wind Süd zu West
5,0 msk

b) die Zeit 15 Uhr 18 bis 34 den Wind Süd zu West
10,0 msk

c) die Zeit 15 Uhr 05 bis 34 den Wind Südsüdwest
7,0 msk

C) die Höhenwindmessungen

a) Schkeuditz 14 Uhr 52 bis 15 Uhr 06

400 m Höhe	Südwest	5 msk
500 m Höhe	Südwest zu West	7 msk
700 m Höhe	Südsüdwest	5 msk

b) Berlin um 15 Uhr

200 m Höhe	Südwest zu Süd	5 msk
500 m Höhe	Südwest	9 msk
1000 m Höhe	Südwest	10 msk

2. Flug 17.6.30

A) die gepeilten Standorte ergeben für

a) die Zeit 15 Uhr 15-33 den Wind Ostnordost 12,5msk
b) die Zeit 15 Uhr 33-47 " " Südost 7,6 "
c) die Zeit 15 Uhr 15-47 " " Ost 9,1 "

B) die Standortangaben des Flugzeugführers ergeben für

a) die Zeit 15 Uhr 15-33 den Wind Ost 9,0msk
b) die Zeit 15 Uhr 33-47 " " Ost 10,0 "
c) die Zeit 15 Uhr 15-47 " " Ost 11,0 "

C) Die Höhenwindmessungen

a) Schkeuditz 15 Uhr 06 bis 15 Uhr 25

800 m Höhe	Ostsüdost	3 msk
1000 m Höhe	Ostsüdost	2 msk

1100 m Höhe	Ost zu Süd	4 msk

b)Berlin um 14 Uhr 50

500 m Höhe	Ost zu Nord	6 msk
1000 m Höhe	Ost zu Süd	7 msk
1500 m Höhe	Ost zu Süd	8 msk

Berlin um 17 Uhr

500 m Höhe	Ostnordost	8 msk
1000 m Höhe	Ost zu Nord	9 msk
1500 m Höhe	Ost zu Süd	6 msk

Diskussion der Ergebnisse:

1.) Die Peilflüge stellen Versuche dar, den Höhenwind durch Peilungen der planmäßigen Verkehrsflugzeuge zu ermitteln. Sie wurden der Prüfmöglichkeit wegen bei wolkenarmem Wetter durchgeführt. Im Falle brauchbarer Ergebnisse sollen später die Höhenwindverhältnisse über Wolkendecken nach diesem Verfahren festgestellt werden. Die Anregung zu den Versuchen ging von Herrn Dr. S t ö b e, Flugwetterwarte Nürnberg/Fürth aus. - Bei den überschlägigen Berechnungen der zu erwartenden Ergebnisse, die in einer besonderen Denkschrift der Leitung des Flugwetterdienstes niedergelegt worden sind, (II b 4251 vom 20.3.1930) wurden folgende Fehlermöglichkeiten in Betracht gezogen:

1) Fehler infolge der Fehlergrenzen des Peilens
2) Fehler aus ungenauer Kursangabe
3) Fehler aus ungenauer Geschwindigkeitsangabe
4) Fehler aus falscher Angabe der Flughöhe.

Es ergaben sich als aufzustellende Bedingungen, damit praktisch verwertbare Ergebnisse erzielt würden:

1) eine Peilgenauigkeit von mindestens $\pm 0{,}5^{\circ}$ (Peilfehler von über 1° sind nur

bei Windstärken über 20 msk erträglich)

2) eine Genauigkeit in der Kursangabe von $\pm 5^{o}$

3) eine Genauigkeit in der Geschwindigkeitsangabe von $\pm$10 km/st

4) Die Flughöhe ist möglichst konstant zu halten wegen der mit Steigen und Fallen verknüpften Änderung der Geschwindigkeit.

2.) Aus den Berechnungen über Fehlergrenzen, innerhalb deren sich die zu erwartenden Ergebnisse bewegen würden, ergab sich ferner, daß brauchbare Ergebnisse nur bei Windstärken von über 8 msk erwartet werden können, da sonst die Abtrift für die Verhältnisse, unter denen die Versuche stattfinden müssen, zu klein und die sich ergebenden Werte der Windgeschwindigkeit und -richtung zu ungenau werden. Die Dauer eines Peilfluges mußte mit mindestens 15 Minuten angesetzt werden, die Höchstdauer wegen der Entfernungen der Peilstellen von einander mit etwa 30 Minuten. Die Entfernung der beteiligten Peilstellen mußte sich in der Größe 120 - 180 km bewegen. An den Peilflügen vom 26.5. 1930 und 17.6.1930 waren beteiligt die Peilstellen Berlin, Dresden und Erfurt.

3.) Nach den Höhenwindmessungen der Flugwetterwarten Berlin und Halle/Leipzig in Schkeuditz herrschte an beiden Tagen in Flughöhe eine Windstärke von bestenfalls 8 msk.

Demgemäß sind auch die Ergebnisse aus den Peilungen nicht besonders genau.

Sowohl am 26.5.1930 als auch am 17.6.1930 deuten die Ergebnisse auf eine etwas geringere Peilgenauigkeit hin, denn die aus den Standortangaben des Flugzeugführers berechneten Windwerte stimmen besser zu den Höhenwindmessungen als die

aus den gepeilten Standorten berechneten.

An beiden Tagen zeigt sich die größere Genauigkeit der Ergebnisse beim Einbeziehen der gesamten Strecke in die Berechnung, was ja zu erwarten war, da Fehler in der Peilgenauigkeit an Wirkung verlieren je größer die geflogene Strecke ist. Die Berechnungen der "Viertelstundenstrecken" sind verständlicherweise daher wesentlich ungenauer. (Besonders siehe 1A)b) und 2A)a) und b)).

4.) Im allgemeinen zeigen die Ergebnisse dieser ersten Versuche jedoch, daß auch bei schwachen Winden noch eben leidliche Ergebnisse erzielt werden können. Brauchbare Resultate jedoch sind erst zu erwarten, wenn die Peilflüge bei höheren Windstärken durchgeführt werden. Weitere Versuche müssen also an Tagen gemacht werden, an denen nach der Wetterlage größere Windstärken angenommen werden können als am 26.5. und 17.6.1930.

Nr.30: Dr. H. R ü h l

Bericht über den Besuch der Postämter Sommerfeld, Crossen, Lagow und Küstrin und des Flughafens Guben, sowie der Meldestelle Forsthaus Podrosche bei Priebus.

6. F o l g e .

Nr. 1: Fr. K r ü g l e r

Bericht über die Sichtverhältnisse an 16 Plätzen Deutschlands mit Abb. 60 - 62.

1. Bemerkungen über Material und Bearbeitungsweise.

Die im Folgenden zusammengestellten Sichtbeobachtungen wurden der Wetterstatistik des deutschen Flugwetterdienstes entnommen, und zwar wurden die Beobachtungen derjenigen 16 Orte verwendet, die eine mindestens dreijährige Reihe aufwiesen. Auf diese Weise kamen folgende Beobachtungen zur Verarbeitung:

Berlin, Böblingen, Bremen, Dortmund, Dresden, Frankfurt/M,

Fürth, Gleiwitz, Hannover, Karlsruhe, Köln, Lüdenscheid, Mannheim, München, Schkeuditz.

Da das Material für eine monatsweise Zusammenfas - sung noch zu gering erschien, wurden die Zahlen der Sommerhalbjahre (April - September) und der Winterhalbjahre (Oktober - März) zusammengefaßt, daß aus der Anzahl der Beobachtungen einer Sichtziffer und der Gesamtzahl aller Beobachtungen der prozentuale Anteil dieser betreffenden Sichtziffer an der Gesamtheit berechnet wurde. Aus Som - mer- und Winterhalbjahr wurde das Jahresmittel erhalten. (s.entsprechende Tabellen).

Es wurden von jeder Stelle die Beobachtungen so gewählt, daß volle 3 bezw. 4 Jahre zusammengefaßt werden konnten. Fehlten Monate, so wurden sie durch gleichnamige ersetzt, meist unter Zuhilfenahme von Monaten aus dem Jahre 1930.

(Bei Mannheim, Karlsruhe und Gleiwitz war für 1 Monat kein Ersatz vorhanden).

Um möglichst alle Beobachtungsfehler wirkungslos zu machen, wurde das Hauptgewicht auf die zusammenge - faßten Darstellungen gelegt, und zwar wurden für jeden Flugplatz die Häufigkeitsprozente der Stufen 0 - 4 zu Gruppe I, Stufe 5+6 zu Gruppe II, und schließlich 7 - 9 zu Gruppe III zusammengefaßt. Dadurch ergaben sich die prozentualen Häufigkeiten schlechter Sicht = Nebel (unter 1 km), mäßige Sicht (1 - 4 km) und guter Sicht (über 4 km).

Für den Luftverkehr dürften die Werte für diese 3 Gruppen nicht weniger wichtig sein, eher übersichtlicher, als die Werte für die einzelnen 10 Sichtstufen.

Die Zusammenfassung der Sommer- und Winterwerte fällt zeitlich mit dem Sommer-, bezw. Winterflugplan zusammen, so daß die Werte als Mittel über die Hauptluft - verkehrszeiten anzusehen sind.

Auf die Tageszeit der Beobachtungen wurde zunächst keine Rücksicht genommen, es wurden alle vorhandenen Be-

obachtungen gleichwertig benutzt.

Die Ordnung der Orte in den Tabellen und Darstel - lungen erfolgte nach abnehmender geographischer Breite.

2. Normale Sichtverhältnisse und die Abweichungen davon.

a) Sichtverhältnisse im Sommer.

1. Die gute Sicht (über 4 km) ist im Sommer überall gleich oft vertreten. Als normales Mittel kann 60 - 70% angesehen werden. Die Industriegebiete heben sich deutlich durch geringeres Vorkommen 50 - 55% guter Sicht hervor. Am wenigsten hat Essen, dann folgt Dortmund und Gleiwitz.
   Mit mehr als 75% liegen die guten Sichten folgender Orte über dem normalen Mittel: Bremen, Böblingen, Karlsruhe, München.
2. Die mäßige Sicht (1 - 4 km) verläuft im allgemeinen reziprok zur guten Sicht. Als Nor - malmittel kann 25 - 35% gelten. Wegen ent - sprechend hohen Werten für gute Sicht haben Böblingen und Bremen nur 15 - 20% mäßige Sicht. Entsprechend hoch (35 - 40%) sind die Werte für mäßige Sicht bei Gleiwitz, Essen, Dortmund und auch Hannover.
3. Schlechte Sicht (unter 1 km) d. h. also Ne - bel tritt im Sommer auch fast überall gleich oft auf. Als normalen Wert kann man 3 - 5% ansetzen.
   Weniger Nebel haben mit 2 - 3% folgende Orte: Bremen, Hannover, Karlsruhe und München.
   Mehr Nebel als normal haben mit 5 - 10% Dort- mund, Essen, Lüdenscheid und Böblingen (ein Grund für die häufigen Nebel in Böblingen wird bei der Besprechung der einzelnen Flug - plätze angegeben werden.)

b) Sichtverhältnisse im Winter.

1. Die gute Sicht (über 4 km) wird im Winter überall erheblich zurückgedrängt. Als normales Mittel gilt nur noch 30 - 40%. Erheblich über diesem Normalmittel liegt Böblingen, aber auch Mannheim, Lüdenscheid und Bremen mit 40 - 60%.
   Unternormal wenig gute Sicht haben mit 17 bis 30% wieder die Industriegebiete: Gleiwitz, Essen und Dortmund, aber auch Frankfurt und Hannover.
2. Die mäßige Sicht (1 - 4 km) ist die im Winter allgemein vorherrschende Sichtgruppe. Das normale Mittel ist 40 - 55%. Wegen seltener guter Sicht haben Gleiwitz und Hannover mit 55 - 65% mehr und Böblingen, Lüdenscheid und Mannheim mit 30 - 40% weniger mäßige Sicht als normal.
3. Schlechte Sicht (unter 1 km) also Nebel hat im Winter einen erheblich hohen Prozentsatz. Als Mittel gilt 15 - 25%, das bedeutet bei 3 - 4 Beobachtungsterminen pro Tag, daß fast jeden Tag zu einem Termin Nebel herrscht. Übernormal oft haben Essen, Dortmund und München mit 25 - 30% Häufigkeit schlechte Sicht, während Bremen, Hannover, Böblingen und Fürth mit nur 10 - 15% Nebelhäufigkeit auch im Winter günstig liegen.

c) Sichtverhältnisse im Jahr.

Bei der Mittelung über den Zeitraum eines Jahres werden naturgemäß die großen Gegensätze zwischen Sommer und Winter mehr oder weniger ausgeglichen.

1. Für die gute Sicht (über 4 km) kann als normales Jahresmittel 45 - 60% gelten. Mehr gute Sicht haben mit 60 - 70% Böblingen und

Bremen. Die Industriegebiete Gleiwitz,Essen, Dortmund und auch Hannover haben mit 35-45% weniger gute Sicht als normal.

2. Die mäßige Sicht (1 - 4 km) hat eine normale Häufigkeit von 30 - 45%. Mit 45 - 55% haben Gleiwitz und Hannover mehr und Böblingen,Lüdenscheid und auch Mannheim mit 20 - 30% weniger oft mäßige Sicht als normal.
3. Die Häufigkeit schlechter Sicht, (unter 1km) also Nebel, ist allgemein gleichmäßig.Als normal sind Werte um 10% anzusehen.Übernormal viel Nebel haben wieder Essen, Dortmund, Lüdenscheid, München und in geringem Maße Berlin, Frankfurt, Schkeuditz mit 12 - 18%. Mit 5- 7% haben Bremen und Hannover ziemlich selten Nebel.

3. Tabellarische Darstellung der verschiedenen Sichtweiten.

a) Prozentuale Häufigkeit der einzelnen 10 Sichtziffern.

Wi = Winter (Okt. - März),
So = Sommer (April - September),
J = Jahr.

Beob. Ort		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ Beob.
Bremen	Wi	0,6	1,8	1,0	1,8	4,4	13,7	35,8	33,2	7,6	0,7	2123
(1927-1930)	So	0,3	0,4	0,2	0,3	0,9	3,2	15,6	38,2	34,2	6,2	2262
	J	0,4	0,8	0,6	1,0	2,6	8,3	25,3	35,8	21,4	3,5	
Berlin	Wi	0,8	0,6	2,0	5,2	13,3	17,7	27,0	24,1	6,9	2,0	2711
(1926-1930)	So	0,2	0,1	0,3	0,5	2,2	6,1	20,7	38,0	27,6	4,4	2683
	J	0,5	0,3	1,1	2,9	7,8	12,1	23,8	31,1	17,1	3,2	5394
Hannover	Wi	0,6	0,9	0,9	1,9	9,8	23,3	34,9	19,3	8,6	-	1592
(1927-1929)	So	0,1	0,2	0,2	0,4	1,3	6,1	29,6	27,0	34,2	0,7	1738
	J	0,3	0,5	0,5	1,1	5,3	14,3	32,2	23,2	22,1	0,4	3330
Dortmund	Wi	0,7	1,5	2,0	8,9	13,0	17,5	29,2	19,6	7,5	-	1689
(1926-1930)	So	0,1	0,3	0,8	2,2	6,6	11,2	27,8	31,6	17,0	2,3	1986
	J	0,4	0,8	1,4	5,3	9,6	14,1	28,4	26,1	12,6	1,2	3675
Schkeuditz	Wi	1,8	1,9	1,8	4,4	9,4	19,1	28,7	21,6	10,7	0,5	1627
(1927-1930)	So	0,2	0,6	0,2	0,7	3,3	7,7	23,2	30,8	29,8	3,5	1707
	J	1,0	1,2	1,0	2,5	6,3	13,2	25,9	26,3	20,4	2,0	3334
Essen-Mülh.	Wi	1,9	2,2	3,0	7,6	12,5	17,2	28,7	18,2	7,3	1,1	1765
(1927-1929)	So	0,4	0,3	1,0	3,1	5,2	12,2	27,6	32,4	17,1	0,7	2135
	J	1,1	1,2	1,9	5,2	8,5	14,4	28,2	26,0	12,7	0,8	3900

Beob. Ort		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Beob.
Lüdenscheid	Wi	3,4	4,5	3,5	6,7	6,2	12,8	18,1	26,4	13,3	5,0	1723
(1927-1929)	So	0,4	1,4	1,0	3,0	2,5	7,3	16,4	37,4	23,3	6,9	1965
	J	1,8	2,8	2,2	4,8	4,3	9,8	17,2	32,3	18,6	6,2	3688
Dresden	Wi	0,7	0,3	1,0	4,7	9,4	21,1	28,3	22,8	9,9	1,5	2026
(1926-1930)	So	0,2	0,2	0,3	0,7	2,4	9,3	19,6	34,4	27,1	5,8	2395
	J	0,4	0,2	0,6	2,5	5,6	14,7	23,6	29,2	19,2	3,8	4421
Köln	Wi	1,2	0,8	1,6	6,3	10,3	19,6	24,1	24,5	10,5	0,5	2425
(1926-1930)	So	0,2	0,4	0,1	1,2	2,5	9,1	17,9	36,8	29,7	2,0	2708
	J	0,7	0,6	0,8	3,6	6,2	14,1	20,8	31,0	20,7	1,5	5133
Gleiwitz	Wi	0,4	0,7	1,5	5,3	10,1	31,1	33,4	14,2	3,1	-	2269
(1927-1929)	So	0,1	0,3	0,4	1,3	2,8	11,4	30,4	37,9	15,6	0,1	2132
	J	0,3	0,5	1,0	3,4	6,5	21,6	31,9	25,7	8,9	0,1	4401
Frankfurt/M.	Wi	1,4	1,3	2,8	5,5	10,9	21,8	29,0	18,9	7,0	1,2	2240
(1926-1930)	So	0,1	0,3	0,5	1,0	2,3	6,3	22,2	34,6	26,0	6,4	2509
	J	0,7	0,8	1,6	3,1	6,4	13,6	25,4	27,2	17,1	4,0	4749
Fürth i.B.	Wi	0,5	1,6	1,2	3,5	8,1	16,4	35,8	20,4	8,8	3,5	1951
(1927-1930)	So	0,1	0,1	0,4	0,5	1,9	5,3	22,8	32,2	27,2	9,3	2112
	J	0,3	0,9	0,8	1,9	4,9	10,6	29,1	26,6	18,3	6,5	4063

Beob. Ort		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	∑Beob.
Mannheim	Wi	1,5	1,4	0,7	3,4	9,8	13,6	24,4	21,1	21,3	2,7	2131
	So	0,2	0,3	0,1	0,3	2,6	6,3	17,8	19,7	44,0	8,9	2340
	J	0,8	0,8	0,4	1,8	6,1	9,7	20,9	20,3	33,2	5,8	4471
Karlsruhe	Wi	0,6	1,3	1,5	3,4	10,9	19,7	24,8	21,7	12,7	4,1	2187
	So	0,1	0,1	0,1	0,3	1,9	5,1	15,9	30,8	28,8	16,9	2237
	J	0,4	0,6	0,8	1,8	6,3	11,9	20,3	26,3	20,8	10,6	4424
Böblingen	Wi	0,2	1,7	2,0	2,7	6,5	9,6	20,2	33,4	17,1	6,6	1913
(1926-1930)	So	0,1	0,9	1,4	1,3	1,7	4,0	12,7	31,4	33,4	13,1	2377
	J	0,1	1,2	1,7	1,9	3,9	6,5	16,0	32,2	26,2	10,2	4290
München	Wi	0,7	2,4	3,0	5,4	13,4	22,7	20,2	15,0	6,3	11,0	2276
(1927-1929)	So	0,1	0,2	0,1	0,7	1,4	6,2	15,5	27,3	31,4	17,1	2313
	J	0,4	1,3	1,6	3,1	7,5	14,8	18,1	20,8	18,2	14,2	4465

b) Prozentuale Häufigkeit der drei Sichtgruppen.

Beob. Ort		< 1 km	1 - 4 km	> 4 km
Bremen	Wi	9,6	49,5	41,5
	So	2,1	18,8	78,6
	J	5,4	33,6	60,7
Berlin	Wi	21,9	44,7	33,0
	So	3,3	26,8	70,0
	J	12,6	35,9	31,4
Hannover	Wi	13,1	58,2	27,9
	So	2,2	35,7	61,9
	J	7,7	46,5	45,7
Dortmund	Wi	26,1	46,7	27,1
	So	10,0	39,0	50,9
	J	17,5	42,5	39,9
Schkeuditz	Wi	19,3	47,8	32,8
	So	5,0	30,9	64,1
	J	12,0	39,1	48,7
Essen-Mülh.	Wi	27,2	45,9	26,6
	So	10,0	39,8	50,2
	J	17,9	42,6	39,5
Lüdenscheid	Wi	24,3	30,9	44,7
	So	8,3	23,7	67,6
	J	15,9	27,0	57,1
Dresden	Wi	16,1	49,4	34,2
	So	3,8	28,9	67,3
	J	9,3	38,3	52,2
Köln	Wi	20,2	43,7	35,9
	So	4,4	27,0	68,5
	J	11,9	34,9	53,2
Gleiwitz	Wi	18,1	64,5	17,3
	So	4,9	41,8	53,6
	J	11,7	53,5	34,7
Frankfurt/M.	Wi	21,9	50,8	27,1
	So	4,2	28,5	67,0
	J	12,6	39,0	48,3
Fürth i.B.	Wi	14,9	52,2	32,7
	So	3,0	28,1	68,7
	J	8,8	39,7	51,4

Beob. Ort		< 1 km	1 - 4 km	> 4 km
Mannheim	Wi	16,8	38,0	45,1
	So	3,5	24,1	72,6
	J	9,9	30,6	59,3
Karlsruhe	Wi	17,7	44,5	38,5
	So	2,5	21,0	76,5
	J	9,9	32,2	57,7
Böblingen	Wi	13,1	29,8	57,1
	So	5,4	16,7	77,9
	J	8,8	22,5	68,6
München	Wi	24,9	42,9	32,8
	So	2,5	21,7	75,8
	J	13,9	32,9	53,2

4. Graphische Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Tabellen sind in der Abbildung 60 und 61 graphisch dargestellt. Und zwar wurde für je - den Ort eine Säulen- oder Blockgruppe von 3 Säulen ge - zeichnet. Davon zeigt die vordere, vorn schwarz gezeich- nete Säule, den prozentischen Anteil schlechter Sicht (unter 1 km) = Nebel. Die mittlere vorn schräg schraf - fierte Säule gibt den Häufigkeitsanteil der mäßigen Sichten (1 - 4 km) und die hintere Säule (seitlich schraffiert) zeigt die Häufigkeit guter Sicht an. Diese dreiteiligen Säulengruppen aller 16 Orte wurden zwecks bequemer Vergleichbarkeit nebeneinander gestellt.Solche Schaubilder wurden den Tabellen entsprechend 1. für das Sommerhalbjahr April - September, 2. für das Winterhalb- jahr Oktober - März und 3. für die Jahresmittelwerte ge- zeichnet.

Durch die angewendete Dreidimensionale Darstellungsweise konnte erreicht werden, daß für ein und dieselbe Jahres- zeit die Werte aller Sichtgruppen und aller Orte unmit - telbar miteinander verglichen werden können. Der Nach - teil, daß der jahreszeitliche Verlauf auf einem Blatt nicht verfolgt werden kann, ist hier nicht so schwerwie- gend, da bei der Darstellung doch nur die Mittel der

zwei Extremhalbjahre gegeben wurden, so daß man ihre Unterschiede einfach durch Vergleichen der beiden aufeinanderfolgenden Blätter für Sommer und Winter finden kann. Der Maßstab der Darstellungen ist so gewählt, daß die Säulenhöhe von 100 mm einer hundertprozentigen Häufigkeit entspricht.

5. Bemerkungen zu den Sichtverhältnissen an den einzelnen Orten.

Aus den Tabellen und Darstellungen der mittleren Sichtverhältnisse geht, wie zu erwarten war, deutlich der Einfluß der Orographie und der Lage zu Groß- und Industriestädten hervor. Im folgenden sollen kurz die Besonderheiten der Sichtverhältnisse der einzelnen Orte diskutiert werden. Es bedeutet stets:

gute Sicht = Gruppe III (über 4 km),
mäßige Sicht = Gruppe II (1 - 4 km),
Nebel = schlechte Sicht = Gruppe I (unter 1 km).

Bremen: hat von allen behandelten Orten am häufigsten gute Sicht (79%) und am seltensten Nebel (2%, davon sogar noch die Hälfte Sichtziffer 4). Auch im Winter ist Nebel trotz der Seenähe sehr selten (10%). Bremens Lage ist also für den Luftverkehr im Bezug auf Sicht günstig.

Berlin: ist als Großstadt im Sommer relativ günstig (70% gute Sicht). Im Winter herrscht wegen Stadt- und Industriedunst häufig Nebel (22%), davon allerdings über die Hälfte Sichtziffer 4). Die Sichtverhältnisse nördlich und östlich des Flughafens sind meist erheblich ungünstiger als auf dem Platz selbst, denn bei vorherrschenden Südwestwinden liegt der Stadtdunst weiter

über dem Norden der Stadt. Zu bemerken ist noch, daß die Sichtschätzung stets nach Süden hin erfolgt.

Hannover: hat im Sommer sehr selten Nebel, davon 2/3 der Fälle Sichtziffer 4. Im Winter herrscht mäßige Sicht vor (58%), wofür das teilweise sumpfige Gelände der Umgebung verantwortlich sein kann und bei Südost bis Südwest-Winden auch der Stadtdunst. Bemerkenswert selten wird trotz unbeschränkter Aussicht die Sichtstufe 9 beobachtet.

Dortmund: hat die häufigsten Sommernebel von allen behandelten Orten. Relativ wenig ist gute Sicht vertreten, davon sogar noch über die Hälfte Stufe 7. Im Winter sind Nebel so häufig wie gute Sichten (27%). Nebel tritt besonders oft im Vieretljahr Januar - März auf. Bei westlichen Winden dürfte der Stadtdunst unmittelbar aus der Nähe und auch sonst stets der allgemeine Industriedunst die Sicht verschlechtern. Bemerkenswert ist die gute Sicht im Sommer 1929.

Schkeuditz: hat annähernd normale Sichtverhältnisse. Im Winter relativ häufig Nebel, davon aber die Hälfte mit Sichtziffer 4. Auffallend viel Nebel wurde im Januar bis März-Vierteljahr 1929 beobachtet. Bei südlichen Winden ist evtl. Stau an dem nördlich ansteigenden Gelände möglich.

Essen-Mülheim: weist fast die gleichen Sichtverhältnisse auf wie Dortmund, beides sind typische Industriegebiete. An dem nach Westen und Norden zur Ruhr abfallenden Gelände ist Stau nicht ausgeschlossen.

Der Platz selbst liegt vielleicht noch relativ günstig, da die nächsten Industriezentren (Mülheim - Essen) im Nordwesten bezw. Nordosten liegen und die vorherrschende Windrichtung West bis Südwest ist. Nebel ist wieder am häufigsten im Vierteljahr Januar - März. Sichtstufe 9 wird sehr selten beobachtet.

Lüdenscheid: hat schon im Sommer, besonders aber im Winter viel dicken Nebel. Mit der Jahreshäufigkeit des Nebels (16%) steht es gleich hinter Dortmund - Essen (18%). Immerhin ist selbst im Jahresmittel die gute Sicht noch mit 57% vertreten, durchweg tritt sogar relativ häufig Sichtziffer 9 ein.

Dresden: zeigt normale Sichtverhältnisse. Nebel tritt nicht oft ein. Im Winter ist zwar Häufigkeit der guten Sicht etwas auf Kosten der mäßigen Sicht vermindert, doch scheint der Stadtdunst aus West bis Süd nicht allzusehr zu stören, da der Platz höher als die Stadt liegt.

Köln: hat im Sommer normale Verhältnisse. Im Winter herrscht relativ oft Nebel (20%), davon aber die Hälfte mit Sichtziffer 4. Wahrscheinlich kommt etwas Stadtdunsteinfluß aus Süd bis Südwest in Betracht.

Gleiwitz: zeigt besonders im Winter auf Kosten der mäßigen Sicht gedrückte gute Sicht. Im Sommer sind Nebel normal häufig. Im Winter ist Nebel ebenso häufig wie gute Sicht (18%),allerdings kommt selten dicker Nebel vor. Sehr

selten wird Sichtziffer 9 beobachtet. Trotz der Industriegebietslage ist die Sicht nicht ausgesprochen ungünstig.

Frankfurt a.M.: hat im Sommer normale Sichtverhältnis - se. Im Winter herrscht oft Nebel (22%) allerdings die Hälfte Sichtziffer 4, auch ist die gute Sicht ziemlich sel - ten. Bei Südost-Winden Dunst aus Frank- furt, wobei vielleicht auch Stauwir - kung am Taunus mitwirkt.

Fürth: hat im Sommer normale Sichtverhältnis - se, ziemlich selten Nebel, auch der Winter zeigt bei Vorherrschen mäßiger Sicht (52%) normale Verhältnisse. Der Platz liegt frei und hoch, Stadtdunst aus Südost wohl ziemlich selten.Im Som- mer wird relativ häufig Sichtziffer 9 beobachtet, besonders im Jahre 1929.

Mannheim: hat normale Sichtverhältnisse im Som - mer und Winter. Auch im Winter herrscht bei 17% Nebel die gute Sicht mit 45 % vor. Relativ oft kommen dicke Nebel vor, aber im ganzen doch über die Hälf- te Sichtziffer 4. Recht oft wird im Sommer Sichtziffer 9 beobachtet, beson- ders im Sommer 1927. Stadtdunst aus West kann die Sicht beeinflussen.

Karlsruhe: Im Sommer herrscht viel gute Sicht (77%) und wenig Nebel (2,5%). Im Win - ter herrscht mäßige Sicht vor (45%). Bei Schlechtwetter ist die Sicht auf dem Platz wahrscheinlich noch besser als in der waldreichen Umgebung. Im Sommer wird sehr oft Sichtstufe 9 be - obachtet, besonders im Sommer 1927.

Böblingen: hat im Sommer sehr viel gute Sicht

(78%), aber auch 5,4% Nebel, wegen Frühnebelbildung auf feuchtem Wiesental, besonders im Frühling und Sommer. Auch im Winter vorherrschend gute Sicht (57%). Abgesehen von Frühnebeln liegt der Platz also für den Flugverkehr sehr günstig. Stadtdunst stört nicht, da Stuttgart 20 km nordöstlich liegt. Bemerkenswert oft wird Sichtziffer 9 beobachtet, besonders im Sommer 1927.

München: hat im Sommer sehr viel gute Sicht (76%). Im Winter liegen die Verhältnisse ungünstiger, viel Nebel (25%)und das übrige mäßige Sicht (43%). Im Winter kommen auch oft dicke Nebel vor, wenn auch die Hälfte Stufe 4 ist. Besonders viel Nebel trat im Januar - März-Vierteljahr 1929 auf (Strahlungsnebel (?)). Sichtziffer 9 wird sehr häufig beobachtet.

6. Zusammenfassung.

1.) Es wurden aus dem nach verschiedenen Gesichtspunkten zusammengefaßten Material die Sichtverhältnisse für jeden behandelten Ort für Sommerhalbjahr, Winterhalbjahr und das Jahr berechnet und dargestellt.

2.) Ferner wurden die als normal anzusehenden Sichtverhältnisse sowie die wesentlichen Abweichungen nach oben und unten festgestellt.

3.) Schließlich wurden die Sichtverhältnisse jedes der 16 Orte anhand der Darstellungen in Tabellen diskutiert und versucht, sie mit der Orographie, den vorherrschenden Wetterlagen und der allgemeinen Lage der Plätze in Zusammenhang zu bringen. Es zeigte sich, wie zu erwarten war, daß die Sichtverhältnisse stark lokal bedingt und beeinflußt sind. Die Industriegebiete zeichnen sich

als Produktionszentren von Kondensationskernen durch häufige schlechte Sicht aus. Überhaupt haben Großstädte einen ungünstigen Einfluß auf die Sichtverhältnisse der in ihrer Nähe liegenden Flugplätze. Zu einem allgemeinen Verteilungsgesetz der Häufigkeit guter oder schlechter Sicht im Großen über ganz Deutschland konnte man schon aus diesen Gründen nicht kommen. Dazu ist auch das Beobachtungsnetz noch zu weitmaschig. Immerhin zeigt sich doch, daß ein Einfluß großer Geländeformen zu erkennen ist, so könnte man z. B. die häufige gute Sicht östlich des Schwarzwaldes auf Föhnwirkung zurückführen.

Nr. 2: G. F r e u d e n b e r g
Bericht über die geographischen Koordinaten aerologischer Stationen.

Nr. 3: Dr. K. K e i l
Die Häufigkeit des Auftretens verschiedener Wolkenhöhen an 12 Orten Deutschlands mit Abb. 63 und 64.

Über die Häufigkeit des Auftretens bestimmter Wolkenhöhen ist bisher nur sehr wenig gearbeitet worden. Zu erwähnen wären eine Arbeit von H. Wörner "Über die Genauigkeit bei der Schätzung von Wolkenhöhen*) und der "Beitrag zur Flugklimatologie Südwestdeutschlands" von W. Malsch**). Im allgemeinen wurde die Wolkenhöhe bisher immer mit der Wolkenart in Zusammenhang gebracht, also die mittlere Höhe der einzelnen Wolkenarten bestimmt.Der Luftverkehr stellt eine andere Frage, für ihn ist es wichtig, zu wissen, wann und wie oft Wolken in bestimmten Höhen auftreten, wann und wie oft ein Flugzeug durch Wolken fliegen muß. Die Frage des "wann" ist ein Problem der Mikrometeorologie, zu dessen Behandlung bereits eine Anzahl von Ansätzen vorliegt, die zum großen Teil in

---

*) Annalen der Hydrographie 1928, Seite 125

**)Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes 5. Folge Nr.24.

in diesen Erfahrungsberichten veröffentlicht werden konnten. Zu der Frage "wie oft" will die vorliegende Bearbeitung zunächst einen zahlenmäßigen Beitrag liefern.

Als Unterlage wurden die Wetterstatistiken des Deutschen Flugwetterdienstes 1927 - 1929 benutzt,als Beobachtungsorte habe ich diejenigen 12 gewählt, von denen dreijähriges Material veröffentlicht vorliegt. Alle Beobachtungen wurden nach Monaten zusammengefaßt und sodann nach Sommer- und Winterhalbjahr gruppiert, wobei der Sommer die Monate April - September, der Winter die Monate Oktober - März umfaßt, Perioden, die mit den Hauptflugperioden zusammenfallen.

Die Stufenwerte für die Wolkenhöhe, deren Häufigkeit studiert werden soll, ergaben sich aus dem Material, daß nach den Stufen von "h" des Wetterschlüssels geordnet vorlag. Es war also:

Tabelle 1:
Stufenwerte der Wolkenhöhen.

0	= Wolkenhöhe	kleiner als 50
1	= "	50 - 100 m
2	= "	100 - 200 m
3	= "	200 - 300 m
4	= "	300 - 600 m
5	= "	600 -1000 m
6	= "	1000 -1500 m
7	= "	1500 -2000 m
8	= "	2000 -2500 m
9	= "	größer als 2500 m

Als Wolkenhöhe ist dabei stets die Höhe der Wolkenunterseite über dem Beobachtungsort (also nicht über dem Meeresspiegel !) geschätzt.

Ich bringe nun zunächst die Zusammenstellung der prozentualen Verteilung der Häufigkeit der einzelnen Wolkenhöhen im Sommer und Winter für die einzelnen Orte.

Tabelle 2:

Prozentuale Häufigkeit der einzelnen Wolkenhöhen im Sommer und Winter.

Sommer:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bremen	0	0	3	8	19	23	17	4	2	23
Berlin	1	1	1	5	16	26	24	8	2	17
Hannover	1	1	3	6	14	19	22	11	4	19
Essen	2	3	4	7	20	18	14	10	3	21
Lüdenscheid	6	4	9	19	18	8	4	2	1	28
Dresden	0	1	3	5	13	24	31	7	1	13
Köln	1	1	2	5	14	27	24	10	4	14
Fürth	0	0	1	3	11	18	26	15	8	17
Mannheim	1	0	0	1	9	26	29	13	4	16
Karlsruhe	0	0	1	2	8	22	32	14	2	20
Böblingen	2	0	1	3	11	22	27	17	4	14
München	1	1	2	4	12	16	22	14	10	20

Winter:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bremen	4	2	8	18	21	15	7	2	1	21
Berlin	4	2	6	12	20	16	10	4	2	23
Hannover	3	3	6	12	21	17	9	4	2	21
Essen	6	7	8	10	21	12	8	5	1	21
Lüdenscheid	21	10	13	14	9	4	2	1	0	26
Dresden	1	2	9	11	20	20	13	4	2	18
Köln	3	4	6	10	21	24	13	4	1	14
Fürth	2	1	4	9	23	21	14	7	4	16
Mannheim	2	1	1	5	23	26	18	8	2	15
Karlsruhe	3	2	2	5	23	21	15	6	2	20
Böblingen	3	2	5	8	19	22	17	9	4	12
München	6	4	7	11	15	13	10	6	4	24

In dieser Tabelle sind die Zahlen für die häufig-

ste Wolkenhöhe der Stufen 0 - 8 durch Unterstreichung der Prozentzahl gekennzeichnet. Die Wolkenhöhe 9 wurde also zunächst als Sammelstufe außer Sicht gelassen. Aus der Tabelle ergibt sich, daß die häufigste Wolkenhöhe im Sommer bei einer höheren Stufe liegt als im Winter, d. h. im Sommer treten größere Wolkenhöhen häufiger auf als im Winter, eine Tatsache, die nicht neu ist, deren zahlenmäßige Feststellung aber einiges Interesse bieten dürfte.

Gegen keine Beobachtung sind so viele Bedenken erhoben worden, wie gegen die Wolkenhöhenschätzung, im Einzelfalle, wie ich gern bestätige, zu Recht. Jedoch scheint mir ein Hinweis auf folgende Feststellung not - wendig: Betrachtet man die häufigsten Wolkenhöhen der einzelnen Orte und setzt man statt der Bereiche für die einzelnen Wolkenhöhenziffern folgende Mittelzahlen:

3 = 250 m
4 = 450 m
5 = 800 m
6 = 1250 m

so bekommt man als häufigste Wolkenhöhen der einzelnen Orte die in Tabelle 3 unter $\bar{h}$ eingeschriebenen Werte. Rechnen wir nun diese Wolkenhöhen in Wolkenhöhen über dem Meeresspiegel um, indem wir zu $\bar{h}$ die Ortshöhe des Beobachtungsortes hinzuzählen, so bekommen wir die in der Tabelle 3 unter /h/ eingetragenen abgerundeten Werte, die in der Abbildung 63 für den Sommer, und in der Abbildung 64 für den Winter kartenmäßig dargestellt sind.

Tabelle 3.

Tabelle 3.

Häufigste mittlere Wolkenhöhe $\bar{h}$ und häufigste mittlere Wolkenhöhe über dem Meeresspiegel /h/

	Sommer:		Winter:	
	$\bar{h}$	/h/	$\bar{h}$	/h/
Bremen	800 m	820 m	450 m	470 m
Berlin	800 m	850 m	450 m	500 m
Hannover	1250 m	1300 m	450 m	500 m
Essen	450 m	550 m	450 m	550 m
Lüdenscheid	250 m	700 m	250 m	700 m
Dresden	1250 m	1400 m	600 m	750 m
Köln	800 m	850 m	800 m	850 m
Fürth	1250 m	1550 m	450 m	750 m
Mannheim	1250 m	1350 m	800 m	900 m
Karlsruhe	1250 m	1350 m	450 m	550 m
Böblingen	1250 m	1700 m	800 m	1250 m
München	1250 m	1750 m	450 m	950 m

Aus den Abbildungen 63 und 64 ergibt sich ein regelmäßiges Ansteigen der "häufigsten Wolkenhöhe über dem Meeresspiegel" von Norden nach Süden (die einzige vorhandene Abweichung zeigt sich zwischen Karlsruhe und Mannheim im Winter). Ich glaube, man kann aus dieser Darstellung schließen, daß die Wolkenhöhenschätzung insgesamt doch sehr wohl befriedigende Ergebnisse liefern kann, um so mehr, als die Tatsache des Ansteigens der absoluten Wolkenhöhe von Norden nach Süden schon früher von W. Peppler*) festgestellt worden ist.

Die oben skizzierte Frage: wie oft treten Wolken in bestimmten Höhen auf, läßt sich in zwei Unterfragen teilen, nämlich 1.) wie oft treten nur hohe Wolken auf,

---

*) Die Wolkenhöhen über Friedrichshafen, Met. Zeitschrift 1923, Seite 150.

und 2.) wie oft treten sehr niedrige Wolken auf ?

Wir wollen bei der Beantwortung dieser Fragen unter "hohen Wolken" Wolken der Stufe 9, also mit einer Höhe über 2500 m verstehen, während wir zu "sehr niedrigen Wolken" in Höhen bis 300 m (Stufe 0 - 3) rechnen.Die zahlenmäßigen Werte für diese beiden Wolkenkategorien ergeben sich aus der Tabelle 4.

Tabelle 4.

Prozentuale Häufigkeit von Wolken mit Höhen über 2500 m (hohe Wolken und mit Höhen von 0 - 300 m (sehr niedrige Wolken.

	Sommer:		Winter:	
	h = 9	h = 0 - 3	h = 9	h = 0 - 3
Bremen	23	12	21	32
Berlin	17	7	23	32
Hannover	19	11	21	24
Essen	21	15	21	32
Lüdenscheid	28	39	26	58
Dresden	13	10	18	23
Köln	14	8	14	23
Fürth	17	5	16	16
Mannheim	16	2	15	9
Karlsruhe	20	3	20	13
Böblingen	14	5	12	19
München	20	7	24	28

In dieser Tabelle ist bemerkenswert, daß die prozentuale Zahl von Beobachtungen mit nur hohen Wolken im Sommer und Winter ziemlich gleich ist. Eine Ausnnahme machen nur Berlin und Dresden. Ob und inwieweit daran der Einfluß der Großstadt Schuld ist, soll hier nicht untersucht werden. Dagegen zeigen die Zahlen für die Häufigkeit der sehr niedrigen Wolken bemerkenswerte Unterschiede zwischen Sommer und Winter. Stets ist die Häufigkeit im Winter naturgemäß größer als im Sommer,die

Zahlen selbst schwanken sehr stark, neben dem günstigsten Fall von Karlsruhe und Mannheim (2% und 3% im Sommer, 13% und 9% im Winter) steht ein Ort wie Lüdenscheid mit 39% im Sommer und 58% im Winter. Eine systematische Verteilung der Zahlen für "hohe Wolken" und "sehr niedrige Wolken" ist nicht festzustellen, daß vielmehr der örtliche Einfluß außerordentlich wirksam ist, zeigt sich am besten in der folgenden Tabelle 5:

T a b e l l e 5.

Prozentuale Häufigkeit von sehr niedrigen Wolken:
(Wolkenhöhe 0 - 300 m)

	Sommer	Winter
Essen	15 %	32 %
Lüdenscheid	39 %	58 %
Köln	8 %	23 %

Es muß also der Untersuchung über kleinere Gebiete überlassen bleiben, in diese Besonderheiten Klarheit hineinzubringen. Bemerkenswert bleibt, daß z. B. Lüdenscheid zu 1/4 aller Termine nur hohe Wolken meldet, während 40 - 60 % sehr niedrige Wolken ergeben. Hier nähere Einzelheiten zu erfassen, muß sehr lehrreich sein, ich hoffe auf diese Frage bald zurückkommen zu können.

Die relativ hohe Zahl der Häufigkeit sehr niedriger Wolken in Essen dürfte wohl mit den bekannten Einflüssen des Ruhrgebietes zusammenhängen. In Bremen, wo auch bemerkenswert hohe Zahlen auftreten, kann man als Ursache wohl die Küste anführen. Für den letzteren Ort bleibt zu bedenken, daß er im Flachland gelegen, bei einer Wolkenhöhe von 200 bis 300 m noch angeflogen werden kann, was bei Essen nicht mehr in diesem Umfange zutrifft, von den winterlichen 32 % sehr niedriger Wolken in Bremen entfallen aber 18 % auf diese Wolkenhöhe (200 bis 300 m), während in Essen von den winterlichen 32 % nur 10 % auf diese Stufe entfallen. Der Ruf Bremens als

auch bei schlechtem Wetter noch anfliegbar, wird also durch die Feststellung der Tabelle 4 nicht angetastet.

Endlich wäre noch zu fragen, wie oft an den verschiedenen Orten die Wolken tatsächlich den Boden berühren, also Wolkenhöhe 0 gleich kleiner als 50 m eintritt. Die Zusammenstellung ergibt sich aus der Tabelle 6.

Tabelle 6.

Prozentuale Häufigkeit des Auftretens von Wolkenhöhen von 0 - 50 m.

	Sommer	Winter
Bremen	0	4
Berlin	1	4
Hannover	1	3
Essen	2	6
Lüdenscheid	6	21
Dresden	0	1
Köln	1	3
Fürth	0	2
Mannheim	1	2
Karlsruhe	0	3
Böblingen	2	3
München	1	6

Wie man aus dieser Tabelle entnehmen kann, ist die Häufigkeit von Wolkenhöhe 0 im Sommer überall gering: Essen und Böblingen zeigen 2 % aller Fälle, nur Lüdenscheid fällt mit 6 % weit aus dem Rahmen der übrigen Orte heraus, was bei der Lage dieses Ortes auf der Berghöhe des Nordwestrandes des Rheinisch-Westfälischen Schiefergebirges nicht allzu verwunderlich ist. Auch die Zahlen für den Winter sind recht einheitlich, meist 2 bis 4 %. Ausnahmen machen München, Essen und Lüdenscheid. Unter den Gründen für die große Häufigkeitszahl von München dürfte in erster Linie der winterliche Kaltluftweg bei Hochdrucklagen stehen, während für Essen und

Lüdenscheid die bereits erwähnten Gründe maßgebend sein werden. Die Differenzen zwischen den Zahlen benachbarter Gebiete, wie sie Tabelle 7 gibt, zeigen aber, wie wich - tig und wertvoll Meldestellen am richtigen Orte sind:

Tabelle 7.

Prozentuale Häufigkeit von Wolkenhöhe 0 - 50 m

	Sommer	Winter
Essen	2 %	6 %
Lüdenscheid	6 %	21 %
Köln	1 %	3 %.

Nach dieser Tabelle könnte man annehmen, daß die Durchführung des Fluges Ruhrgebiet - Frankfurt a. M. im Winter in 21 % aller Fälle nicht möglich sei, weil die Berge des Sauerlandes in Wolken stecken. In Wirklichkeit ist die Regelmäßigkeit der Strecke natürlich viel grö - ßer, weil der Flug auf Umwegen durchgeführt wird.

Man könnte nun weiter annehmen, daß bei Wolkenhö - he 0 - 50 m auch die Sichtweite sehr gering sei. Offen - bar ist das aber nur zum Teil richtig:
Stellt man Wolkenhöhe 0 und Sichtweite 0 nebeneinander*), so erhält man folgende Übersicht:

Tabelle 8.

Sichtweite 0 und Wolkenhöhe 0
an verschiedenen Orten in Prozenten aller Fälle.

	Sommer:		Winter:	
	v = 0	h = 0	v = 0	h = 0
Bremen	0	0	1	4
Berlin	0	1	1	4
Hannover	0	1	1	3

*) Die Sichtweiten-Zahlen entnehme ich den Erf.Ber. IV.Folge Nr. 1
"Krügler, die Sichtverhältnisse....."

	Sommer:		Winter:	
	v = 0	h = 0	v = 0	h = 0
Essen	0	2	2	6
Lüdenscheid	0	6	3	21
Dresden	0	0	1	1
Köln	0	1	1	3
Fürth	0	0	1	2
Mannheim	0	1	2	2
Karlsruhe	0	0	1	3
Böblingen	0	2	0	3
München	0	1	1	6

Bei der Betrachtung dieser Tabelle muß man daran denken, daß ein, dem Boden aufliegender Nebel so dünn sein kann, daß im Zenith Bewölkung zu erkennen ist, deren Höhe dann mit $h > 0$ angegeben wird. Wenn trotzdem die Wolkenhöhe 0 häufiger eintritt als Sichtweite 0, so deutet das darauf hin, daß unter tiefen Wolken oft eine relativ wichtige, wenn auch wenig mächtige Luftschicht liegt.

Zusammenfassend möchte ich folgendes sagen:

1.) bei der Verarbeitung des in der Wetterstatistik niedergelegten Beobachtungsmaterials über die Häufigkeit verschiedener unterer Wolkengrenzen an 12 Orten Deutschlands wird an einem Beispiel gezeigt, daß das Material in sich vergleichbar und verwendbar ist.

2.) Die verschiedenen Wolkenhöhen zeigen sich örtlich sehr stark beeinflußt, so daß eine eingehende Verarbeitung nach Gebieten kleinen Umfangs notwendig ist.

3.) Aus dieser Verarbeitung werden sich dann für den Luftverkehr wichtige Tatsachen ergeben, was die Durchführbarkeit einzelner Strecken angeht.

4.) Endlich wird die Tatsache erwähnt, daß die Häufigkeit der Wolkenhöhe 0 nicht mit der Sichtweite 0 parallel geht: unter tiefen Wolken tritt oft eine

Schicht relativ guter Sichtweite auf.

Nr. 4: Dr. W. W e n z e l
Bericht über die Streckenmeldestelle Post - amt Helmstedt.

Nr. 5: Dr. K. S c h r e i b e r
Nebeluntersuchungen.

In der letzten Zeit ist die Frage der Nebelbil - dung und -auflösung, ein altes oft diskutiertes meteorologisches Problem besonders aktuell gewesen. Und paral - lel hierzu wird an der Lösung der Frage des 100% Blind - fluges eifrig gearbeitet, die Nebellandung bleibt hier - von zunächst aber unberührt. Nach dem augenblicklichen Stand der Dinge kann das Blindfliegen in verkehrsstörenden Nebel- oder Wolkengebieten nur dann Erfolg verspre - chen, wenn der Endhafen in kurzer Zeit frei werden wird, oder es bereits ist. Nicht selten aber ereignet es sich, daß ein plötzlicher Nebeleinbruch jedes Fliegen aus - schließt. Sofern es sich dabei um einen Frontmassenne - bel handelt, dessen Wandern auf der Wetterkarte verfolgt werden kann, ist die Beurteilung der Nebeltendenz im Hafen selbst nicht sonderlich schwierig. Aber die anderen mehr lokal bedingten Nebelarten lassen in ihrer Vorher - sage und Beurteilung viele Möglichkeiten ihrer Bildung offen, die man aber noch nicht genügend beurteilen kann.

Die wertvollen Untersuchungen Georgii's*) und die umfangreiche auf frontologischer Grundlage basierende Arbeit Willets**) haben im weitesten Maße schon viel Licht in das Dunkel gebracht. Ihre Ergebnisse lassen sich in hervorragender Weise auf die Makroprognosen eines Wetterdienstbezirkes in Anwendung bringen, reichen aber zur Beurteilung der Nebelwetterlagen für die mikroprog - nostischen Forderungen des Flugwetterdienstes nicht aus.

---

*) Annalen d. Hydrographie und marit.Meteor. 1920.

**)Monthly Weather Review November 1928.

(Inhaltsangabe in Erf.Ber. V Nr. 20)

Die Ergebnisse vorgenannter Arbeiten sind auf mittlere geographisch-klimatologische Verhältnisse zugeschnitten, lassen aber den lokalen Einflüssen noch genügend Spielraum, die Erscheinungen wesentlich zu modifizieren.

Die Lage der Flughäfen ist so verschieden, daß es wohl kaum möglich sein wird, das Nebelauftreten auf mittlere Verhältnisse zu normieren. Nach den Untersuchungen Willet's spielen so viele Faktoren bei der Nebelbildung eine Rolle, die bei der Neuschaffung von Landeplätzen in Amerika bereits eingehende Berücksichtigung finden, daß mit jedem neuen Platze fast neue Variationen auftreten.

Wenn es sich dabei nicht um Nebel handelt, der dem Zusammenhange mit einer Front seine Entstehung verdankt, sondern anderen mehr lokalen Einflüssen zuzuschreiben ist, ist für die einzelnen Häfen wohl folgendes zu beachten:

1a) In welchem Windsektor liegen Sumpfgebiete, Stadt, Flachland, Gebirge, Wald ?

1b) Bei welcher Windrichtung ist die Nebelbildung am häufigsten ?

2) Ist bei einer bestimmten Windrichtung die Anreicherung von Kondensationskernen als Folge größerer Industrieansiedlungen möglich ? Und wie wirkt bejahendenfalls dieser Umstand auf die Kondensationsvorgänge ?

3) Wie sind die luftelektrischen Verhältnisse am und über dem Hafen ?

4) Welche aerologischen Bedingungen liegen kurz vor der Nebelbildung, während des Nebels und nach der Auflösung desselben vor ?

Die Untersuchung dieser vier Fragen wäre ein unschätzbares Verdienst, wenn in ausreichendem Maße Beobachtungsmaterial zur Verfügung stände. Die Beantwortung der Frage 1) wird schon heute auf keine Schwierigkeiten stoßen und dadurch wäre schon ein wesentlicher Schritt

vorwärts getan.

Die Beantwortung der Fragen 2 - 4 ist natürlich weit schwieriger. In der Gesamtheit könnten sie auf einmal durch folgende Überlegung beantwortet werden. Man muß sich von vornherein klar darüber sein, daß dieses Experiment, das auf eine Spezialsondierung hinausläuft, mit einer einmaligen nicht unerheblichen Geldausgabe verbunden ist, die aber in Anbetracht der Wichtigkeit dieser Frage nicht ins Gewicht fallen sollte.

In einer guten Verteilung über Deutschland werden die Häfen, deren Nebelhäufigkeit sehr groß ist, mit Registrierballonen ausgerüstet. Diesen Ballonen werden Registrierinstrumente, Vacua zur Entnahme von Luftproben und eine entsprechende Einrichtung zur Messung des Potentialgefälles mitgegeben. An den Tagen, an denen Nebel zu erwarten ist, sind die Ballone bereitzuhalten. Je nach Lage der Dinge werden nun je ein Aufstieg vor,während und kurz nach der Auflösung des Nebels angestellt. Bei längerer Nebeldauer im Abstande von etwa 2 Stunden.

Als Registrierungsinstrument kommt der gewöhnliche Drachenmeteorograph in Anwendung, zur Entnahme der Luftproben Flaschen, die mit einem Selbstauslöser versehen sind. Der Selbstauslöser wird entsprechend der Steiggeschwindigkeit des Ballones so eingestellt, daß in Abständen von z. B. 3 Minuten (V_z = 150 m/Min.) je eine Flasche sich mit der Luftmasse der betreffenden Schicht füllt. Es könnten so Luftproben bis 2000 m Höhe entnommen werden. Die Anzahl der im Ballon mitgeführten Vacua richtet sich von Fall zu Fall nach der Hubkraft des Ballones und nach dem Gewicht der Einzelflasche selbst. Es würde dem Problem vielleicht schon Genüge getan, wenn man vor der Hand auf die Entnahme von Luftproben verzichtet und diese Frage einer späteren Untersuchung überläßt. Über die Messungen des Potentialgefälles liegen schon genügend Erfahrungen vor.

Die Vergleichung der Meßergebnisse, vor allem der

Registrierungen von Druck, Temperatur und Feuchte vor, während und nach der Nebelperiode geben, falls eine ausreichende Beobachtungsreihe vorliegt, sicher wertvolle Kriterien über die Verhältnisse der Atmosphäre während dieser Periode. Sollten sich nicht daraus wertvolle Anhaltspunkte für die einzelnen Häfen ergeben ?

Die Beobachtungsergebnisse der Wetterflugstellen reichen für diese Spezialuntersuchungen nicht aus, werden aber durch diese separaten Forschungen eine weitere wesentliche Bereicherung erfahren.

Nr. 6: Dr. H. N o t h

Bericht über die Böigkeitsangabe in Flugwettermeldungen vom flugmeteorologischen Gesichtspunkt aus beobachtet.

Ich gehe von der Annahme aus, daß der Zweck der Böigkeitsangabe durch Flugwetterbeobachter zweierlei praktische Bedeutungen hat: Einmal soll die Intensität der vertikalen Strömungen erfaßt werden, weil der Flugverlauf dadurch erheblich beeinflußt wird, dann soll aber auch die Intensität der horizontalen Stärkeschwankungen erfaßt werden, weil letzteres von erheblicher Bedeutung für Start und Landung der Maschinen ist. Die Vertikalbewegungen unmittelbar zu erfassen, ist bis jetzt noch nicht möglich, man hat auch kein in der Praxis geeignetes Instrument dafür. Wegen der Kontinuität der Strömung kann man aber aus den horizontalen Stärkeschwankungen in vielen Fällen auf die Stärke der Vertikalbewegung schließen. Für die Sicherheit des Fluges sind die vertikalen Strömungen von sehr geringer Bedeutung, eigentlich sind sie es nur für die Bequemlichkeit des Fluges. Aus diesem Grunde, und aus dem Grunde, daß mit den an den Flugwetterwarten vorhandenen Windmessern nur die horizontale Böigkeit festgestellt werden kann, die jederzeit innerhalb gewisser Grenzen wieder auf die vertikale Böigkeit schließen läßt, soll im folgenden nur auf die horizontale Böigkeit näher eingegangen werden.

Horizontale Windpulsationen haben aus einem rein fliegerisch-technischen Grunde große Bedeutung für die Luftfahrt. Jedes Flugzeug hat eine kritische Geschwin - digkeit, die innerhalb ziemlich enger Grenzen liegt. Angenommen, die kritische Geschwindigkeit eines Flugzeu - ges läge bei 90 km/St, so sackt ein Flugzeug durch,bezw. gerät ins Trudeln, wenn 85 km/St Geschwindigkeit relativ zur umgebenden Luft vorhanden sind. In der Luft muß also eine Unterschreitung der kritischen Geschwindigkeit un - ter allen Umständen vermieden werden. (Der Führer kann die horizontale Böigkeit vollkommen einwandfrei an sei - nem Fahrtmesser beobachten, der die relative Geschwin - digkeit des Flugzeuges gegen die umgebende Luft anzeigt. Es handelt sich hier um ein Staudruck-Instrument, so daß fast keine Trägheitserscheinungen auftreten). Da die Flugzeuge normalerweise in der Luft eine Fahrt von etwa 150 km/St haben und die Schwankungen in den aller äu- ßersten Fällen höchstens 30 km/St nach oben und nach un- ten gehen, wenigstens in der freien Atmosphäre, so kommt die untere Geschwindigkeit mit etwa 120 km/St normaler - weise noch lange nicht an die kritische Geschwindigkeit heran, die etwa bei 90 km/St liegt. (Es handelt sich hier um grobe Geschwindigkeitsannahmen, die bei den ver- schiedenen Flugzeugtypen natürlich ganz verschieden sind).

Anders sind die Verhältnisse beim Start und bei der Landung. Dann vergrößert sich die Relativgeschwin - digkeit des Flugzeuges beim Start gegen die Luft all - mählich immer mehr, bis die kritische Geschwindigkeit überschritten ist. Nehmen wir 90 km als kritische Ge - schwindigkeit an, so wird der Führer die Maschine viel- leicht bei 110 km/St langsam abheben. Der vorsichtige Führer fliegt dann noch eine Zeit lang in geringer Höhe weiter, bis die Fahrtgeschwindigkeit so weit von der kritischen Geschwindigkeit entfernt ist, daß auch eine Windflaute von vielleicht 30 km/St kein Durchsacken oder

Trudeln mehr hervorrufen kann. Bei großen mittleren Windgeschwindigkeiten hat das Flugzeug am Boden bereits die Bodengeschwindigkeit als Fahrtwind, es macht also einen viel schnelleren Start und überschreitet die kritische Geschwindigkeit schneller als bei schwachem Winde. Bei starkem Wind ist weiterhin von günstigem Einfluß, daß die Windgeschwindigkeit in der Höhe fast immer schnell zunimmt, sich infolgedessen mit dem Steigen automatisch eine Vergrößerung der Fahrtgeschwindigkeit ergibt. Weiterhin ist die Relativbewegung bei starkem Startwind gegenüber dem Erdboden verhältnismäßig gering, der Flugplatz wird erst in ziemlich großer Höhe verlassen, woraus sich abermals eine Verringerung des Böigkeitsrisikos bei starkem Wind ergibt. Entgegen wirkt die Tatsache, daß bei starkem Wind andererseits die Böigkeit an sich stärker ist. Man kann aber sagen, daß z. B. bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 6 msk und einer Breite des Böigkeitsbandes von 8 msk die Startgefährdung eines Flugzeuges größer ist als bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von z. B. 15 msk und derselben Breite des Böigkeitsbandes von 8 msk. Der Grund ist,kurz gesagt darin zu suchen, daß der gesamte Startvorgang kürzer ist.

Bei dem Landevorgang haben wir die analogen Verhältnisse. Das durch die Böigkeit in den Landevorgang hineingebrachte Risiko besteht ja, wie allgemein bekannt ist, darin, daß ein Flugzeug, das schon die kritische Geschwindigkeit unterschritten hat und auf dem Boden rollt, durch eine plötzliche horizontale Windzunahme wieder über die kritische Geschwindigkeit hinausgebracht wird, und ohne Wollen des Führers noch einmal hochgeht. Setzt dann die nächste Flaute ein, so kann es leicht über den Flügel gehen oder andere ungewollte Bewegungen ausführen, weil alsdann der Führer die Gewalt über die Steuer, die unter einem zu geringen Winddruck stehen, verloren hat. Derartige Hupf-Landungen sind be-

kannt. Es ist nicht notwendig, im einzelnen noch einmal auf die Vorgänge einzugehen, weil genau dieselben Verhältnisse wie beim Start herrschen, nur mit dem Unterschied, daß die Reihenfolge entgegengesetzt ist. Auch hier gilt wieder der Satz: Je kürzer der Landevorgang ist, desto geringer ist die Böigkeitsgefärdung. Die Landung ist aber wieder bei großer, mittlerer Windgeschwindigkeit am kürzesten, weil z. B. bei einem angenommenen Bodenwind von 60 km/St die Fahrtgeschwindigkeit des Flugzeuges nur von 150 km auf 60 km reduziert werden muß, um relativ zum Erdboden die Reisegeschwindigkeit 0 zu erhalten, also zum Stillstand zu kommen. (Es muß hier allerdings der Sonderfall berücksichtigt werden, daß die Spitzenböen die Landegschwindigkeit, das ist die kritische Geschwindigkeit, übersteigen können, so daß auch bei einem Flugzeug, das in Bezug auf den Erdboden bereits zur Ruhe gekommen ist, ein erneuter Startvorgang einsetzen kann. Wegen dieser besonderen Gefährdung, der hier nicht weiter nachgegangen werden soll, und die bei etwa 20 msk anfängt, sind die von den Flugwetterwarten mitgegebenen Werte für Spitzenböen außerordentlich wertvoll. Diese müssen also erhalten bleiben !)

Zusammenfassend soll festgestellt werden, daß der Hauptzweck der Böigkeitsangaben der sein muß, die Start- und Landegefährdung von Flugzeugen zu beurteilen, weiterhin, daß die Windstärkeschwankungen keineswegs proportional der mittleren Windgeschwindigkeit an Bedeutung für den Luftverkehr zunehmen. Im Gegenteil bedeutet eine Windstärkeschwankung um 8 msk bei 4 msk mittlerer Geschwindigkeit fast dasselbe Risiko, wie bei 10 msk mittlerer Geschwindigkeit. Meiner Ansicht nach kann die durch die schnellere Landung und den schnelleren Start verminderte Gefährdung unberücksichtigt bleiben bei der Festsetzung der zu meldenden Böigkeitsgrenze. Die Verminderung der Gefährdung wird nämlich ungefähr ausgeglichen durch eine größere Gefährdung infolge uner-

warteter Böigkeitszunahme bei starkem Wind.

Es ist demnach nur notwendig, eine feste Zahl zu finden, bei der für alle mittleren Windgeschwindigkeiten eine Gefährdung von Start und Landung eintreten kann. Diese Gefährdung scheint nach meinen Erfahrungen jedenfalls nicht unter 8 msk zu liegen, wobei die Angaben des Steffens-Hedde-Böenschreibers berücksichtigt sind, also die Trägheit des Instrumentes bereits in Anrechnung gebracht ist. Die Meldung wäre außerordentlich einfach: Man stellt allen Flugwetterwarten eine kleine Klammer zur Verfügung, die gestattet, gerade 8 msk in der Breite des Böigkeitsbandes abzugreifen. (Der geringere Abstand der unteren Geschwindigkeitslinien gegenüber den oberen spielt bei dem Registrierstreifen des Steffens-Hedde in der Praxis keine Rolle).

Die Einführung einer derartigen Vereinbarung im deutschen Flugwetterdienst hätte den Vorteil, auf allen Flughäfen einheitliche Grundlagen für Start- und Landegefährdung infolge von Böen zu haben. Man kann nicht den Einwand erheben, daß damit die Gefährdung der Maschine durch vertikale Böen bei Start und Landung nicht erfaßt würde, weil bei der geringen Höhe der für diese Vorgänge in Betracht kommenden Schichten bereits ein Umbiegen der vertikalen Strömungen in horizontale erfolgt, und ich überzeugt bin, daß hauptsächlich die letzteren bei Start und Landung wirken. Außerdem gibt ja auch, wie schon oben bemerkt, die horizontale Böigkeit den einzigen Anhaltspunkt für die Stärke der vertikalen Böigkeit. (Ich will von den Böigkeitsangaben der Wetterflugstellen und der Drachenstationen absehen, weil in diesem Bericht nur über die Angaben diskutiert werden soll, die von Instrumenten der Flugwetterwarten unmittelbar zu erhalten sind.) Der in der Praxis erfahrene Meteorologe wird die so gewonnenen Böigkeitsangaben von Zwischenstationen, die nur überflogen werden, auf Grund der Wetterkarte und der orographischen Verhältnisse im Zusammenhang mit den Strö-

mungen (Wirbel hinter Gebirgen) stets mit Vorteil für die Prognose vertikaler Böigkeit benutzen können.

Nr. 7: Dr. H. R. S c u l t e t u s

Bericht über eine theoretische Charakterisierung des Böigkeitsgrades.

Im Schlüssel zur Verzifferung von Wettermeldungen ist für die Kenntlichmachung außergewöhnlich böigen Windes eine Addition von 33 zur Windrichtung vorgesehen. Ein allgemein übliches Maß für den Böigkeitsgrad des Bodenwindes ist bisher nicht eingeführt, international wurde eine Festlegung zunächst abgelehnt bis entsprechende Erfahrungen vorliegen. Da aber ein einheitliches Maß dieser für den Luftverkehr sehr wichtigen Größe wünschenswert ist, soll im Folgenden ein entsprechender Vorschlag gemacht werden. Dieser stützt sich im Wesentlichen auf die groß angelegte und reichhaltige Arbeit von M. Robitzsch in den Arbeiten des Preuß. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg XIII. Band 1919: "Beiträge zur Kenntnis der Struktur des Bodenwindes."

Hier ist bereits eine Unterscheidung von minimal böigem, normal böigem und maximal böigem Wind eingeführt worden. Das Maß des letzteren der Definition des außergewöhnlich böigen Windes in den verschlüsselten Meldungen des Wetterdienstes zugrunde zu legen, scheint gegeben zu sein. Die Robitzsch'schen Ableitungen stützen sich in ihrem Hauptteil zwar auf eine Apparatur, deren Konstruktion ganz erheblich von der des im Flugwetterdienstes üblichen Böenschreibers nach Steffens-Hedde abweicht. Doch hat Robitzsch auch Aufzeichnungen eines derartigen Apparates bearbeitet, die zu dem Ergebnis führten, daß bei den verschieden gewonnenen Messungen gesetzmäßige Abweichungen vorliegen, deren Betrag und Sinne aber durch die Trägheit der Steffens'schen Apparatur, durch die Verschiedenheit der Instrumentalkonstanten völlig geklärt ist. Praktisch sind die mit dem Steffens'schen Instrument und die mit der Lindenberger An -

ordnung gewonnenen Kurvensysteme identisch.

Die Möglichkeit der unmittelbaren Übertragung der von Robitzsch gefundenen Maße auf die Auswertung der von Steffens-Hedde gelieferten Windmessungen beweist, "Das das gefundene Gesetz nicht den individuellen Charakter der Meßgeräte und deren Aufstellung trägt, sondern daß es in der Natur und dem Aufbau des Windes begründet ist." Immerhin muß man bei der Benutzung der direkten Streifenteilung des Steffens-Hedde vorsichtig sein, doch bleibt die Größe der dadurch entstehenden Fehler für den hier erörterten praktischen Gebrauch ohne Einfluß.

Das gefundene Gesetz lautet: Die Schwankungsamplitude des böigen Windes steht in nahe linearer Abhängigkeit von der mittleren Windgeschwindigkeit.

Für den verschiedenen Böigkeitscharakter des Windes hat Robitzsch das Verhältnis von Schwankungsamplitude zu mittlerer Windgeschwindigkeit nach Aufzeichnungen eines besonders geeichten Steffens-Hedde berechnet. Daraus ergibt sich für den auf diese Weise erhaltenen Böigkeitsfaktor in Abhängigkeit von der mittleren Windgeschwindigkeit folgende Tabelle:

Windgeschwindigkeit / Böigkeit	0	1	2	3	4	5
maximal	-	0,50	1,05	2,20	2,05	1,96
normal	-	0,20	0,49	0,86	0,93	0,98
minimal	-	0,10	0,08	0,13	0,29	0,45

Windgeschwindigkeit / Böigkeit	6	7	8	9	10
maximal	1,85	1,78	1,74	1,69	1,66
normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
minimal	0,53	0,57	0,59	0,61	0,63

Windgeschwindigkeit / Böigkeit	12	14	16	18	20
maximal	1,61	1,57	1,55	1,53	1,52
normal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
minimal	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69

Für die Charakterisierung des Windes als außergewöhnlich böig muß man nun neben der Amplitude auch die mittlere Windgeschwindigkeit berücksichtigen. Ein genauer Schwellenwert läßt sich aber an Hand der Tabelle nicht unmittelbar festlegen. So wurde denn in Berlin die Bezeichnung außergewöhnlich böig angewandt, wenn die mittlere Windgeschwindigkeit auf 8 msk anstieg und die Amplitude ebenfalls 8 msk erreichte. Bemerkenswert ist, daß hier bereits der Böigkeitsfaktor 1 als außergewöhnlich böig bezeichnet werden soll. Aber die Robitzsch'schen Benennungen sind ja nur formal.

An den Böigkeitsfaktor allein sich zu halten, geht hingegen auch nicht an, weil bei geringen Windgeschwindigkeiten, also unter 8 msk auch schon maximale Böigkeit eintreten kann. Sollte sie jedoch bei der Annäherung der mittleren Windgeschwindigkeit an 8 msk schon in größtmöglichem Umfange eintreten, so würde man schon erwägen müssen, ob der Windrichtung nicht doch schon 33 zuzuzählen sind. Zur Entscheidung in solchen Fällen könnte man vielleicht eine dem Böigkeitsfaktor entsprechende Größe vorschlagen, die durch Multiplikation von mittlerer Windgeschwindigkeit und Windamplitude entsteht. Überschreitet diese Charakterzahl den Wert von 8 x 8 = 64, so ist die Bezeichnung außergewöhnlich böig anzuwenden.

Der Zeitraum, für den diese Charakterisierung gelten soll, muß jedoch so kurz wie möglich gehalten werden, damit man für ihn die mittlere Windgeschwindigkeit als konstant ansehen kann. Denn sonst bedingt die auftretende Abhängigkeit des Böigkeitsfaktors von der mittleren Windgeschwindigkeit erhebliche Fehler. Als Zeitraum, der den Bestimmungen zugrunde gelegt werden soll, wird 1/4 Stunde vorgeschlagen.

Nr. 8: Dr. R. B e c k e r

Zur Frage der Verarbeitung der Wolkenbeobachtungen in den Wetterkarten im Flugwetterdienst, mit Abb. 63 und 64.

Die Beobachtungen von Wolkenformen und Wolkenbedekkung sind die einzigen Beobachtungen in der freien Atmosphäre, die jederzeit und auf die einfachste Weise angestellt werden können. Schon aus diesem Grunde allein ist zu erwarten, daß die Wolkenformen und die Bedeckung sehr wichtig für die Diagnose einer Wetterlage sein werden. Dies ist auch der Fall, und man hat diesem Umstande bei der Abfassung des neuen internationalen Schlüssels auch weitestgehend Rechnung getragen: Der große Schlüssel enthält 27 verschiedene Wolkenformen und der kleine 18.

Um nun die Wolkenformen in der Wetterkarte zu verwerten, wird man zunächst beim Eintragen der Stationen die Wolkenformen neben dem Stationskreis irgendwie notieren. Der Grad der Bedeckung wird durch mehr oder minder starke Ausfüllung des Stationskreises angedeutet. Um einen Überblick über die große Verteilung der Wolkenformen zu erhalten, genügt aber die kurze Notiz derselben neben dem Stationskreise nicht. Es müssen dafür große, übersichtliche, am besten farbige Symbole gewählt werden.

Dinkelacker hat in den Erfahrungsberichten 3. Folge Heft 1 bereits über eine solche Methode der Verarbeitung der Wolkenformen in den Wetterkarten berichtet. Es erübrigt sich hier, eine nähere Beschreibung dieser Methode zu geben, da sie an oben genannter Stelle jederzeit nachgelesen werden kann. An der Flugwetterwarte Hamburg wurde nun eine Methode ausgearbeitet, die sich an ein im öffentlichen Wetterdienst in Frankfurt a.M. schon vor einigen Jahren versuchtes Verfahren anschließt. Das in Hamburg entwickelte Verfahren wird seit etwa einem Vierteljahr im Wetterdienst der Flugwetterwarte mit bestem Erfolg ausprobiert und hat sich aufs beste bewährt. Auf den Bezirkswetterkarten (den von der Leitung des Flugwetterdienstes gelieferten Mitteleuropa-Karten) wurden außer den Isobaren und Frontsystemen auch noch farbige Wolkensymbole eingezeichnet. Verworrenheit infol-

ge eines Zuviel an Linien und Zeichen entsteht keineswegs, wie die seit einem Vierteljahr gemachten Erfahrungen zeigen. Die farbigen Wolkenzeichen haben sich als ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel bei der Diagnose erwiesen.

Bei dem Aufbau der Wolkenformen im neuen Schlüssel waren sowohl morphologische wie genetische Gesichtspunkte maßgebend. Besonders auf die letzteren wurde großes Gewicht gelegt. Ebenso wurde nun auch bei dem Entwurfe der farbigen Wolkensymbole verfahren, wobei das Symbolsystem möglichst eng dem Schema des Schlüssels angepaßt wurde. Nur 4 Farben wurden verwandt. Die unteren Wolken wurden blau und hellgrün dargestellt, die mittleren rot und die oberen orange. Die grüne Farbe wurde bei den unteren Wolken an Formen mit besonders großer Niederschlagsneigung angewandt (Schlüsselziffer C_{ℓ} 6 und 9). Dies geschah in Anlehnung an die hellgrüne Anlegung in fester Form, die gelbe für Nebelgebiete und die gelben Schraffen für Dunst wurden beibehalten, da sie sich wohl schon überall eingebürgert haben. Außerdem stellen die genannten Erscheinungen Übergänge zwischen Wolken und Erdbeobachtungen dar und sind also sinngemäß den Wolkensybolen anzugliedern.

Innerhalb der einzelnen Niveaus (C_{ℓ}, C_m und C_h) wurden nun die Wolkenformen in stratusförmige, cumulusförmige und Übergangs- bezw. neutrale Formen eingeteilt. Die ersteren bekommen als Symbol Schraffen, die zweiten erhalten punkt- und kreisförmige Zeichen. Neutrale Formen bekommen Symbole, die als Übergang zwischen Punkt und Schraffe angesehen werden können (z.B. C_{ℓ} 4 in Abb. 63). Besonders hervorgehoben wurden noch gewitterdrohende Wolken, die durch kleine Kreise in der betreffenden Höhe entsprechender Farbe bezeichnet werden. Bei Schlüsselziffer, die in der Bedeutung "und" oder "oder" enthalten, werden die Zeichen für die beiden Formen nebeneinander gemacht. So ist z. B. das Zeichen für C_{ℓ} 8 aus den Zeichen

für C_l 4 und C_l 3 zusammengesetzt; ebenso das Zeichen für C_l 9 aus C_l 6 und C_l 3. Trotz der 27 Wolkenformen ist das Symbolsystem so verhältnismäßig einfach ausgefallen.

Wie aus dem skizzierten grundsätzlichen Aufbau des Symbolsystems hervorgeht, wurde besonderer Wert gelegt auf eine klare Herausarbeitung der drei Höhenstufen und des Unterschiedes zwischen stratusförmigen, cumulusförmigen und Übergangsformen. Mit diesem Prinzipe bei der Festsetzung der Symbole wird nun der Zweck derselben, die Erleichterung der Luftmassen- und Frontenanalyse, in vorzüglicher Weise erreicht, denn das Homologon zu "stratusförmig- cumulusförmig - neutral" ist "Tropikluft - Warmfront -- Polarluft - Kaltfront - warmer Sektor, oder auch Hochdruckgebiet". Sehr oft oder meistens wird eine Zyklone oder ein anderes Luftmassensystem (zumal wenn es sich bereits in Mitteleuropa befindet) nicht einen so einfachen (schematischen) Aufbau zeigen, daß man die obengenannten Luftmassen und Wolkensysteme in getrennten Gebieten wird klar unterscheiden können. Aber gerade in solchen Fällen sind die farbigen Wolkensymbole für die schwierige Analysen besonders wertvoll.

Die farbigen Zeichen werden nun in der Art auf der Wetterkarte angebracht, daß die gesamte Fläche derselben mit den Symbolen bedeckt wird. Die Dichte, mit der dabei die Zeichen nebeneinander gesetzt werden, richtet sich nach dem Bewölkungsgrade. Dabei werden nicht nur die Gebiete mit Zeichen bedeckt, die genügend dicht mit Stationen versehen sind, sondern es wird auch in anderen Gebieten mit wenigen oder gar keinen Stationen extrapoliert. Dies geschieht nach Maßgabe des Gesamtbildes der Wetterlage, wie man auch Fronten und Isobaren in Gebieten mit spärlichen Beobachtungen extrapoliert. Isobarenbild, Fronten und die Flächenanlegung mit den Wolkensymbolen vereinigen sich zu einem organischen Ganzen.

In Abb. 63 ist nun eine Zusammenstellung der Wol -

kensymbole gegeben, wie sie an der Flugwetterwarte Hamburg benutzt wurden. Die Zeichen, wie sie in dieser Abbildung angegeben werden, sollen keineswegs etwas Endgültiges darstellen. In der gezeichneten Form wurden die Symbole an der Flugwetterwarte Hamburg ausgearbeitet und haben sich aufs beste bewährt. Sicherlich ließen sich aber, besonders auch im Rahmen einer den ganzen deutschen Flugwetterdienst umfassenden Regelung, noch Verbesserungen anbringen.

Wichtig ist nur, daß die Grundidee des Ganzen gewahrt bleibt: "regenträchtige" Wolken, untere Wolken, mittlere Wolken und obere Wolken in je einer Farbe. Markante Trennung innerhalb jeder dieser 4 Sorten in cumulusförmige (Einbruchsbewölkung), stratusförmige (Warmfrontbewölkung) und neutrale Wolken (warmer Sektor). Bedeckung der ganzen Wetterkarte mit den Wolkensymbolen in einer Dichte nach Maßgabe des Bewölkungsgrades und unter organischer Einordnung in das Gesamtbild der Wetterlage, jedoch immer in möglichst engem Anschluß an die Beobachtung, so daß die Wolkenzeichen ein Mittel zur Wetteranalyse abgeben, nicht aber als ein Resultat derselben auftreten.

Zum Schluß sei noch in Abb. 64 ein Beispiel für eine Wetterkarte mit Wolkensymbolen gegeben. Es wurde das Bild einer schematischen Bjerknes'schen Zyklone gewählt, um ein möglichst demonstratives Beispiel zu geben. Hoffentlich geben die vorliegenden Darlegungen Veranlassung dazu, daß die Frage der Verarbeitung der Wolkenbeobachtung auch in Zukunft durch weitere Versuche gefördert wird, so daß die Wolkenbeobachtung auch auf der Wetterkarte bald eine Rolle spielen werden, die ihrer ausführlichen Behandlung im neuen Schlüssel entspricht.

Nr. 9: Dr. D i n k e l a c k e r
Beobachtungen aus dem Flugwetterdienst
mit Abb. 65 - 67.

1. Bericht über ein Gewitter bei Freiburg am 16. August 1929.

Um 18 Uhr 15 startet die D 1103, Herr Erb als Führer, planmäßig nach Freiburg. Die Wettermeldungen waren für die ganze Strecke gut und lauteten meist "wolkenlos".

Herr Erb teilt uns mit:

"Der Flug in ca 1200 m erfolgte bei wolkenlosem Wetter bis kurz vor Freiburg. Die Maschine schwebte ganz ruhig und ohne Windströmung. Die Sicht war etwas durch Dunst getrübt, im allgemeinen aber gut. Über Freiburg beobachtete ich noch die friedlich daliegende Stadt, sah das Rauchfähnchen auf dem Flugplatz und gedachte in den Gleitflug überzugehen. Nördlich des Kaiserstuhls hatte sich eine schwarze Wolke von ca 3 km Breite und unterer Grenze bei 1400 m ausgebildet. Sie schien vom Rheintal her zu kommen, doch schenkte ich ihr keine besondere Beachtung, da die üblichen gefahrdrohenden Anzeichen wie Böigkeit, zerfetzte Wolkenformen fehlten. Trotzdem der Motor auf Leerlauf gedrosselt war, fiel mir nach 3 Minuten auf, daß ich keine Höhe verlor, im Gegenteil zeigte der Höhenmesser etwa 200 m mehr an als zuvor. Von einer Luftunruhe war immer noch nichts zu merken. Ich steuerte nach Norden, um aus dem Aufwindgebiet herauszukommen, was aber erst nach etwa 1 km Entfernung eintrat. Als ich zum Flugplatz zurückkehren wollte, sah ich an den aufwirbelnden Staubwolken und den grauschwarzen Schlierenbildungen, die von gelblich weißen Wölkchen umrahmt waren, daß Gefahr im Anzug war. Gleichzeitig wurde die Luft unruhig und die Maschine bekam harte Stöße. Ich kehrte daher um und suchte die Rückseite der Gewitterböe zu erreichen. Nach etwa 10 Minuten war der Platz wieder frei und ich konnte zur Landung um 19 Uhr 30 übergehen. Wie die Bewohner mitteilten, fiel bei starkem Regen auch Hagel, die Windstöße betrugen bis zu 27 msk und eine Anzahl Bäume wurden zerstört oder zum Teil umgerissen. Die Gewitterwolke zog nach Osten dem Schwarzwald zu, schien aber an

Energie zu verlieren.

Derartige Gewitterbildungen kommen im südlichen Rheintal jedes Jahr einige Male meist unerwartet vor, da die üblichen Anzeichen für Gewitterbildung fehlen. In den meisten Fällen handelt es sich um Kaltlufteinbrüche, die von den Vogesen zunächst zurückgehalten werden und nachher teils durch die Burgundische Pforte, teils über die Berge selbst mit voller Wucht hereinbrechen. Diese nahmen später Cumulusformen an. Die Schicht selbst war leicht unruhig und hob sich in 1 Stunde um ca 100 m. Innerhalb der Schwaden empfand man stärkere Stöße, die von unregelmäßigen Luftbewegungen herkamen. In 1000 m war man über den höchsten Köpfen und hatte eine sehr gute Fernsicht. Zudem war es dort ganz ruhig. Die Ostalb lag ein Stück weit frei, die Westalb erkannte man an den höher ragenden Cumulusköpfen. In Richtung Südschwarzwald schien die Auflockerung weiter voran geschritten zu sein, während im Nordosten eine gleichförmige, hochreichende Wolkenwand zu erkennen war.

Über der unteren Schicht befand sich eine zweite Wolkengrenze in ca 2000 m, die durch einzelne kleinere Flocken angedeutet war. Darüber waren 4/10 Cirren zu sehen.

Zusammen mit der Wetterkarte wurde durch diesen Aufstieg eine klare Diagnose der Wetterlage ermöglicht.

4. Die Dunstschicht bei einer herbstlichen Hochdruckwetterlage.

Im Herbst 1929 konnte ich am Zuverlässigkeitsflug teilnehmen. Dabei hatte im Gelegenheit, den Verlauf der Dunstschicht am 27. bezw. 28. September während eines ganzen Tages vom Flugzeug aus zu beobachten. Es wurde im wesentlichen das Dreieck Stuttgart - Baden/Baden - Mannheim - Stuttgart, also der Nordschwarzwald und die daran anschließende Rheinebene abgeflogen.

An diesen Tagen lag über Europa ein ausgedehntes

Hochdruckgebiet, das abgesehen von Frühnebeln überall heiteres Wetter mit sich brachte. Der Frühnebel bildete sich besonders in den Niederungen und Flußtälern aus, verstärkte sich bei aufgehender Sonne zunächst, um nach ein bis zwei Stunden der stärker werdenden Einstrahlung zu weichen. Dafür bildete sich eine starke Dunstschicht aus, deren obere Grenze in Böblingen in 200 m über dem Flugplatzgelände lag (600 m über N.N.). Von 8 Uhr ab hob sich diese Grenze zunächst langsam, nachher schneller und erreichte gegen 14 Uhr die Maximalhöhe von rund 1400 m über N.N. In 6 Stunden stieg demnach die Dunstschicht um 800 m, in der Minute also durchschnittlich um 2 bis 2,5 m.

In der Rheintalebene bei Baden/Baden war die Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung erheblich stärker. Der Nebel löste sich dort nicht ohne weiteres auf, sondern bildete zunächst eine Stratusdecke in 80 m Höhe, die sich allmählich auflockerte und schließlich ganz verschwand. In der Rheintalebene zwischen Schaffhausen und Freiburg waren die Verhältnisse ganz ähnlich. Auch dort löste sich die Hochnebeldecke erst gegen 10 Uhr auf.

Innerhalb der Dunstschicht war es namentlich zwischen 11 und 14 Uhr auffallend böig, nicht nur am Gebirge, sondern allgemein. Das Klemmflugzeug wurde trotz der schwachen Winde um ca 10 bis 30 m auf und ab geworfen, was nach der Skala von Calwagen der Stärke 2 - 3 entspricht. Am stärksten waren die Stöße beim Übergang von Wald zu freiem Feld und umgekehrt. Um diese Böigkeit besser verstehen zu können, nehmen wir den Darmstädter Aufstieg von 8 Uhr zu Hilfe; der Aufstieg von Friedrichshafen zeigt ähnliche Verhältnisse, nur lag über der Bodenseegegend vormittags eine geschlossene Stratusdecke in 300 m Höhe. Der Darmstädter Flugzeugaufstieg liefert folgende Daten:

27. September 1929 8 Uhr.

Höhe in m:	175	421	639	956	1054
Temperatur:	5,8	13,9	14,0	12,3	13,0°C
Feuchtigkeit:	94	56	42	34	31 %
Höhenwind:	still	SSE	SzE	SE	E
msk	0	2	4	4	4

Höhe in m:	1277	1448	1919	2411
Temperatur:	13,2	11,7	9,9	5,8 °C
Feuchtigkeit:	24	22	18	25 %
Höhenwind:	EzN	ENE	NzE	NNE
msk	4	4	4	6

Die Pilotmessungen von Böblingen und Friedrichshafen liefern ähnliche Werte.

Die Erklärung für die Böigkeit ist nunmehr in folgenden zwei Punkten zu suchen:

1.) In Bodennähe liegt frühmorgens eine Kaltluftmasse (namentlich in den Niederungen) mit ganz schwachen südöstlichen Winden. Darüber wegen stärkere östliche Winde, die durch ihre Abwärtsströmung (Hochdruckwetterlage) erwärmt sind und in die kalte Luft einzudringen suchen. An der Trennungsschicht, in etwa 600 m erzeugen sie Reibungswirbel, die aber vorläufig nur ein kleines Ausmaß haben.

2.) Durch zunehmende Einstrahlung wird die Bodenschicht über freiem Gelände stärker erhitzt als über den Wäldern. Es beginnt über diesen Stellen eine Aufwärtsbewegung, die ihrerseits eine Luftunruhe verursacht und zugleich die vorhin erwähnten Reibungswirbel begünstigt. Diese thermische Luftunruhe ist selbstverständlich in der Mittagszeit am größten.

Durch die Überlagerungen dieser beiden Erscheinungen - Reibungswirbel und thermische Vertikalbewegung - erklärt sich die starke Böigkeit in 600 bis 1000 m während der Mittagszeit.

Nach dem Darmstädter Aufstieg liegt das Ende der Übergangsschicht in 1300 m. Bis zu dieser Höhe ist in - zwischen die Dunstgrenze emporgedrungen. Es war anzunehmen, daß auch die Berge des Oden- und Schwarzwaldes eingehüllt wurden. Interessant war dabei, daß sich diese Dunstgrenze in groben Zügen den Erhebungen anpaßte. Man konnte z.B. die Lage des Schwarzwaldes gut erkennen ohne die Berge selbst zu sehen. Die Abbildung 66 gibt den ungefähren Verlauf wieder.

Die horizontalen Sichtverhältnisse waren jeweils direkt unter der Dunstgrenze am schlechtesten; schätzungsweise 1 - 2 km. In Bodennähe betrug die Sicht das Zehn - fache, über der Dunstschicht das 20 - 30-fache. - Diese Vorgänge wiederholten sich am 28. und 29.9., doch so, daß das durch nächtliche Ausstrahlung entstandene Kaltluftkissen am Boden von Tag zu Tag geringer wurde, weil insgesamt eine zunehmende Erwärmung eintrat.

5. Glorie um den Flugzeugschatten.

Bei den Flugzeugaufstiegen hat man häufig Gelegenheit, die einfache Glorie um den Eigenschatten in be - nachbarten Wolken zu sehen. Selten sieht man dagegen die volle Erscheinung mit verschiedenen farbigen Kränzen samt Haupt- und Nebenrogenbogen. Die nachfolgend ge - schilderte Erscheinung wurde am 3. Januar 1930 zwischen 1640 und 1655 beobachtet. (Bodentemperatur +6°). Bei dem Aufstieg konnte ich in 1000 m die Entstehung von Wolkenwogen beobachten, die sich in Wellen vom Schwarzwald her über das Gelände ausbreiteten. Es herrschten schwache südwestliche Winde. die Luft war in den unteren 2000 m nahezu mit Feuchtigkeit gesättigt, so daß die Ausbildung der Wogen nichts besonderes war. Ziemlich rasch bildete sich jedoch am Nordrand des schwäbischen Jura eine Wolkenbank zwischen 1000 und 2000 m Höhe aus, die mit einer steilen Nebelwand verglichen werden konnte. Im Westen verschwand zeitweise die bald untergehende Sonne hinter

Cumuluswolken, die Lenticularisformen angenommen hatten. Dabei konnte man um die Sonnenscheibe den rötlich braunen Saum der Aureole deutlich erkennen. Ich steuerte der Wolkenwand entlang und sah um den Flugzeugschatten zunächst die gewöhnliche Glorie mit schwachen weiß-rötlichen Farben. Links und rechts davon erschienen in einem Abstand von ca 40 - 50° lichte Punkte mit schwachen Regenbogenfarben. Bald darauf entstand daraus ein voller kreisrunder Regenbogen mit all seinen Farben (Rot auf der Innenseite). Im Zentrum bildete sich eine dreifache Glorie in voller Farbenschönheit aus. Es waren in allen Einzelringen die Regenbogenfarben (Rot an der Außenseite) deutlich zu erkennen. Außerdem hatte man den Eindruck, daß sich die Erscheinung in die Tiefe der Wolke erstreckte. Dadurch wurde der zauberhaft schöne Anblick noch erhöht. Der dritte Ring mochte schätzungsweise einen Öffnungswinkel von 6 - 10° gehabt haben. (Abb. 67).

Historisch tritt uns die Beschreibung einer ähnlichen Erscheinung bei Bouguer und Ulloa im Jahre 1746 bezw. 1748 entgegen. In Pernters meteorologischen Optik 1922 wird die Schilderung mit Zeichnung ausführlich wiedergegeben. Bouguer teilt mit, daß diese Erscheinung sich nur auf jenen Wolken bildet, die aus Eiselementen bestehen. Daß dies damals der Fall war, geht auch aus der Tatsache hervor, daß der äußere umgehende Ring eine weißliche Farbe hatte. Es handelte sich also nicht um einen Regenbogen, sondern um eine Spiegelung an den Eiskristallen. Im obigen Fall steht fest, daß die Wolke nicht aus Eiskristallen, sondern aus Nebeltropfen bestand. Wahrscheinlich hätte man bei weiterer Beobachtung auch noch den sekundären Regenbogen sehen können.

A. Wagner berichtet in der Meteor. Zf.1929 (S.114) über eine ähnliche Erscheinung. Nur wurden außer der Glorie gleichzeitig zwei Bouguersche Halos gesehen. Dies deutet darauf hin, daß die Erscheinung in Eiskristallen beobachtet wurde.

Nr.10: Dr. W. S t ö b e

Die Messung der Wolkenhöhen mittels Pilot - ballon mit Abb. 68 - 70.

Die Wolkenhöhe spielt bei der Entwicklung des Luftverkehrs zum Blindflug heute sehr häufig eine ausschlaggebende Rolle. Wenn man nun untersucht wie die Angaben der Wolkenhöhen in der Wetterverschlüsselung zustande kommen, dann stellt sich heraus, daß der allergrößte Teil auf Schätzung beruht. Die Schätzungen sind wenigstens einigermaßen gesichert bei solchen Meldestellen, die entweder Pilotballonmessungen machen, also bei Flugwetterwarten mit einigen wenigen anderen Stellen und bei solchen Orten, die Berge in der Nähe haben. Abgesehen von den wenigen Wolkenmessungen, die bei Höhenaufstiegen entweder mit Flugzeug oder mit Drachen und Fesselballonen erhalten werden, bildet also der Pilotballon die Hauptstütze für alle Wolkenmessungen bei Tage.

Bei Untersuchungen der Genauigkeit dieser Messungen kommen wir auf das reichlich heikle Gebiet der Steiggeschwindigkeit von Pilotballonen.

In Fürth wurde seit Jahren bei fast allen Pilot - ballonmessungen gleichzeitig mit Entfernungsmessern beobachtet, so daß ein reiches Material vorliegt, das Schlüsse auf die Genauigkeit der einzelnen Pilotballonmessung zuläßt. Es soll hier nicht auf Einzelheiten eingegangen werden, dies soll in einer späteren Arbeit geschehen, sondern einige Ergebnisse herausgegriffen werden, die für die Messung der Wolkenhöhen wichtig sein können. Es ist eine durchaus bekannte Tatsache, daß die theoretische Steiggeschwindigkeit nur ein Mittel - wert sein soll, daß sowohl in jedem einzelnen Falle die Werte vom Mittelwert mehr oder weniger abweichen werden, daß aber auch innerhalb jeder Messung in verschiedenen Höhen verschiedene Steiggeschwindigkeiten auftreten können.*)

*) s. Hergesell-Ber. über d. 6. Sitzung d. Commission internationale pour l'aérostation scientifique Monaco 1909.

Eine Normalkurve der Steiggeschwindigkeit auf Minuten Steigzeit bezogen zeigt Abb. 68.

Die Steiggeschwindigkeit wird in den ersten 10 Minuten sehr stark über den mittleren Wert sein, erst dann langsam einen gleichbleibenden Wert annehmen. Man sieht auf den ersten Blick, daß die Steiggeschwindigkeit innerhalb der "Brandungszone" der Atmosphäre sehr stark von dem mittleren Wert abweicht.

An Hand dieser Steiggeschwindigkeitskurve kann man also ohne weiteres folgendes feststellen:

Bei Messungen der Wolkenhöhen von tiefen und mittleren Wolken mittels Pilotballons im einfachen Anschnitt werden die Wolkenhöhen immer zu tief ausfallen; die höheren Wolken werden verhältnismäßig genauer angegeben werden können.

Da nun in der Praxis des Luftverkehrs nur die tiefen Wolken eine ausschlaggebende Rolle spielen, so sind die Angaben mittels Pilotballon gemessener Wolkenhöhen immer brauchbar, da die nicht ganz stimmende Wolkenhöhe nur dann gefährlich sein könnte, wenn die Wolkenhöhe in Wirklichkeit geringer sein würde als die Messung ergibt, da das beim Durchstoßen einer Wolkendecke eventuell zur Katastrophe werden könnte.

Ich habe vorhin erwähnt, daß die in Abbildung 68 gezeigte Steiggeschwindigkeitskurve eine normale genannt werden könne. Sie stammt von einem Continental-Pilotballon von 200 m Steiggeschwindigkeit und einem Gewicht von ca 80 bis 90 g.

Leider haben die Fürther Messungen gezeigt, daß ein großer Unterschied zwischen den verschiedenen Pilotballonsorten vorhanden ist. Es hängt außerordentlich viel davon ab, wie weit ein Pilotballon beansprucht ist. Um es in Zahlen auszudrücken; es ist nicht gleichgültig ob in einem Pilotballon von 100 g Gummigewicht (Continental) nach der Hergesellschen Formel die Steiggeschwindigkeit von 200 m/Minuten erteile oder einem von 34 g Gewicht

(Englisch).

Abbildung 69 mag die Ergebnisse der Fürther Mes - sungen in den Jahren 1925/26 zeigen.

Der englische Gummi ist so vorzüglich, daß er eine sehr große Ausdehnung aushält, aber die Steiggeschwindigkeit sinkt dann sehr rasch unter die mittlere, so daß schon bald die Angaben über Wolkenhöhen zu gering werden.

In Fürth und in den Meßstationen in seinem Berei - che werden zu Wolkenmessungen bei tiefen Wolken aus - schließlich englische Piloten mit einem Gewicht von 10 g verwandt. Sie erhalten einen Auftrieb von 22 g und somit eine Steiggeschwindigkeit von 100 m. Die Untersuchung ergibt folgende Steiggeschwindigkeitskurve: (Abb.70).

Die mittlere wahre Steiggeschwindigkeit liegt also wesentlich höher als 100 m.

Eine Untersuchung aller Messungen der 1.Minute ergab, daß unter 30 gemessenen Fällen als tiefster Wert 99 m und zwar zweimal auftrat, alle anderen Werte lagen höher, der Höchstwert war 148. Ein Zeichen also, daß dieser Pilot sicher nicht überlastet ist, und das ist, ich betone es nochmal, gerade bei Messung tiefer Wolken überaus wichtig für den Luftverkehr.

Eine ähnliche Untersuchung des englischen Piloten von 22 g Gewicht mit 150 m/Minuten Steiggeschwindigkeit ergibt in der 1. Minute von 88 Messungen 15 unter 150 m, als tiefsten Wert 109; der höchste Wert war 289 m ! Bei Continental 150 m/Steiggeschwindigkeit Gewicht 34 g war kein Wert unter 150 m in der 1. Minute, der tiefste lag bei 155 m, der höchste bei 282 m !

Diese wenigen Beispiele, die aber noch durch viele Messungen gestützt werden könnten, mögen genügen um zu zeigen, daß, abgesehen von den Einflüssen, die durch Vertikalbewegung der Atmosphäre die Steiggeschwindigkeiten verfälschen, auch noch die Einflüsse der Gummisorten und der Beanspruchung hinzukommen.

Zusammenfassung:

1. Im allgemeinen steigt in den ersten 5 bis 10 Minuten ein Pilotballon schneller als nach der Steiggeschwindigkeitsformel. Die tieferen Wolken sind daher höher als die Messungen bei einem einfachen Anschnitt ergeben.
2. Für jede Pilotballonsorte gibt es einen optimalen Ausnutzungswert, der aber nicht von der Güte des Gummis, d.h. seiner Ausdehnungsfähigkeit abhängig ist, sondern wahrscheinlich mehr von der Diffusionsmöglichkeit des Wasserstoffs durch die Gummihaut.
3. Erst wenn einige Sorgfalt bei Auswahl der Pilotballone beachtet wird, kommen die damit ausgeführten Wolkenmessungen dem wahren Werte näher.

Nr.11: Dr. L. E g e r s d ö r f e r und
G. K o m p o s c h
Die neue Unterbringung und Einrichtung der Flugwetterwarte und Flughafenfunkstelle München.

Nr.12: Dr. L. E g e r s d ö r f e r
Temperaturen und Temperaturgrenzen im Flugbereiche zwischen 1 und 4 Kilometer.

Bei den Flugwetterwarten mehren sich immer stärker die Anfragen nach den Temperaturen, die bei einem bestimmten Fluge in größerer Höhe zu erwarten sind. Die Gründe dafür mögen sowohl in der Person des Piloten gelegen sein, der sich auch in seiner Berufskleidung den von Tag zu Tag wechselnden Verhältnissen anpassen will, wie in der Wartung der Motoren (Kühlerfrage) und endlich auch in dem Verhalten des Flugzeuges in den nach oben immer kälter werdenden Luftmassen selbst. Insbesondere ist hier mit dem zunehmenden Bestreben, auch in oder über den Wolken zu fliegen die Frage der Vereisung wichtig geworden, die neben bestimmten Feuchtigkeitsverhältnissen auch an bestimmte Temperaturgrenzen gebunden ist.Es ist aber hier nicht beabsichtigt, etwa auf Spezialfragen

der Vereisungstemperatur näher einzugehen, vielmehr soll es sich hier nur darum handeln, dem Piloten einen ganz generellen Überblick über jene Temperaturen zu geben, die er im Jahreslaufe über Mitteleuropa antreffen kann. Es sei hier eigens betont, daß die zu besprechenden Zahlen Durchschnittswerte darstellen, von denen, genau wie am Boden, die wirklichen Werte noch mit einer gewissen Streuung nach oben und unten abweichen können.

Das Zahlenmaterial ist entnommen aus Zistler, "Die Temperaturverhältnisse der freien Atmosphäre über München; nach den Registrierballonaufstiegen 1906 - 1914 und 1922 - 1928". Deutsche Meteor. Jahrbuch für 1928, Bayern, E, p. 1 - 10.

Die Verwendung nur eines Beobachtungsortes, nämlich München, kann mit Recht zunächst als eine gewisse Einseitigkeit getadelt werden; liegt doch in den vom Aeronautischen Observatorium Lindenberg herausgegebenen Jahrbüchern ein Material vor, welches sowohl nach Einzelbeobachtungen wie nach zusammenfassenden Übersichten unser Material weit übertrifft. Wenn trotzdem in folgenden Betrachtungen nur die Münchener Werte zugrunde gelegt werden, so mag der Hinweis entschuldigen, daß für den großen Überblick die Unterschiede zwischen München und Lindenberg, also auf eine Entfernung von 500 km Luftlinie, kaum ins Gewicht fallen. Daß, genau wie am Boden, tatsächlich das südnördliche Temperaturgefälle für die Praxis kaum eine Rolle spielen kann, zeigt der, allerdings verschiedenen Jahresreihen entstammende folgende Vergleich zwischen den jeweiligen mittleren Monatstemperaturen in 3 km Höhe.

Tabelle 1.

Monat	I	II	III	IV	V	VI
München	-10,3	-8,7	-9,1	-9,3	-3,2	0,8
Lindenberg	-11,7	-12,4	-10,8	-8,6	-4,3	-0,1
Mü. - Li.	1,4	3,7	1,7	-0,7	1,4	1,9

Monat	VII	VIII	IX	X	XI	XII
München	2,1	1,6	0,3	-0,6	-3,4	-11.0
Lindenberg	-0,1	-0,1	-1,5	-2,1	-7,9	- 9,6
Mü. - Li.	2,2	1,7	1,8	1,5	4,5	- 1,4

Jahresmittel:

München	-4,2
Lindenberg	-5,9
Mü. - Li.	1,7

Danach ist die freie Atmosphäre in 3 km Höhe über München in rund 2°C wärmer als über Lindenberg, ein Befund, der ebenso für die Höhen von 1 und 2 km gilt. Dieser geringe Unterschied ist also der Grund, weswegen wir uns in allen folgenden Betrachtungen allein an die Münchener Werte halten wollen. Die vorstehenden Monatsreihen sollen uns noch dartun, daß in dieser Höhe die Zwischenjahreszeiten Frühling und Herbst weit an Bedeutung verlieren. In 3 km Höhe über München herrscht der Winter von Dezember bis April mit Temperaturen zwischen 9 und 10 Grad Kälte; Mai und November bilden nur eine je einmonatige Übergangszeit mit Temperaturen von 3 - 4° unter Null und von Juni bis Oktober, also zwei Monate länger als am Boden, regiert der Sommer mit 1 - 2° C über dem Gefrierpunkt. In Lindenberg nähert sich die Übergangstemperatur des November noch mehr den eigentlichen Winterwerten. In diesen Ergebnissen ist der Hauptwesenszug der freien Atmosphäre in den für den Flug noch in Frage kommenden oberen Schichten von 3 - 4 km Höhe schon festgelegt.

Wir beginnen das eigentliche Thema dieser Übersicht: Extremtemperaturen, mit der Heraushebung der mittleren Temperaturen der wärmsten und kältesten Monate und den sich daraus ergebenden Schwankungen und Änderungen von Höhenstufe zu Stufe.

Tabelle 2.

Tabelle 2.

	1 km	2 km
Kältester Monat	Jan.: -3,5°	Jan.: -5,6°
Temp.-Abnahme von km zu km	2,1°	5,4°

	3 km	4 km
Kältester Monat	Dez.:-11,0°	Dez.:-17,2°
Temp.-Abnahme von km zu km	6,2°	

	1 km	2 km
Wärmster Monat	Juli: 13,1°	Juli: 7,9°
Temp.-Abnahme von km zu km	5,2°	5,8°

	3 km	4 km
Wärmster Monat	Juli: 2,1°	Juli: 3,3°
Temp.-Abnahme von km zu km	5,4°	

Jahresschwankung:	1 km	2 km
	16,6°	13,5°
Jahresschwankung:	3 km	4 km
	13,1°	13,9°

Einheitlich ist der Juli der wärmste Monat; das Kältemaximum aber verschiebt sich mit zunehmender Höhe vom Januar auf den Dezember. Die jährliche Temperatur - schwankung zwischen wärmstem und kältestem Monat ist in 1 km mit 16,6° am größten und geht schon vom zweiten km an sprungartig auf 13 - 14° zurück.

Recht bemerkenswert ist die Temperaturabnahme von Stufe zu Stufe in Tabelle 2. Während in der heißesten Zeit des Jahres die Temperatur nach oben hin recht gleichmäßig um rund 5,4° C pro km abnimmt, wird es im Mittwinter von 1 auf 2 km nur um 2,1° kälter, von 2 auf 3 km aber um 5,4°, genau wie im Sommer, und von 3 auf 4 km ist die Abnahme mit 6,2° überhaupt am stärksten. Der geringe Winterwert von 2° C muß zurückgeführt werden auf

das häufige Auftreten der Temperaturumkehr bei Hochdruckwetterlagen, wobei statt der normalen Temperaturabnahme nach oben in einzelnen Fällen Temperaturzunahmen bis zu 10°C und darüber beobachtet werden. Diese sind es, welche den Stufenwert zwischen 1 und 2 km im Winter im Mittel auf 2°C herunterdrücken.

Als Durchschnittswerte der Temperatur schlechthin in den einzelnen Jahreszeiten F(rühling) = März, April, Mai; S(ommer) = Juni, Juli, August; H(erbst) = September, Oktober, November; W(inter) = Dezember, Januar, Februar, können gelten die folgenden Werte der

Tabelle 3

	F	S	H	W	Jahr
1 km	3,6	12,5	7,2	1,3	5,5
2 km	-1,3	7,3	3,3	-4,9	1,2
3 km	-7,2	1,5	-1,2	-10,0	-4,2
4 km	-13,1	-3,6	-6,9	-15,8	-9,9

In der folgenden Tabelle 3a sind außerdem noch die Abweichungen der jahreszeitlichen Temperaturen und der aus der Tabelle 2 entnommenen wärmsten und kältesten Monate vom Jahresmittel zur Anschauung gebracht. Stets liegt der kälteste Monat etwas tiefer unter dem Jahresmittel als der wärmste Monat darüber.

Tabelle 3a.

	F	S	H	W	W.M.	K.M.
1 km	-1,9	7,0	1,7	-6,8	7,6	-8,0
2 km	-2,5	5,1	2,1	-6,1	6,7	-6,8
3 km	-3,0	5,7	3,0	-5,8	6,3	-6,8
4 km	-3,2	6,3	3,0	-5,9	6,6	-7,3

Frühling und Herbst lassen mit zunehmender Höhe deutlich eine gewisse Verschärfung in den Abweichungen erkennen, womit die bereits erwähnte Verschiebung auf die Hauptjahreszeiten, Sommer und Winter, erneut bestätigt ist. Beim Winter scheint eine gewisse Verminderung der Abweichungen mit der Höhe vorzuliegen, die aber beim kältesten Monat nicht mehr so ausgeprägt ist. Der Sommer

ähnelt mit Ausnahme des ersten Kilometers, in dem sich die Einstrahlung am Boden noch bemerkbar macht, wieder mehr in seinem Gange dem Herbst.

Die sich aus Tabelle 3 ergebenden Temperaturver - änderungen von einer Jahreszeit zur andern lauten:

T a b e l l e 4.

	F zu S	S zu H	H zu W	W zu F
1 km	+8,9	-5,3	-8,5	+4,9
2 km	+8,6	-4,0	-8,2	+3,6
3 km	+8,7	-2,7	-8,8	+2,8
4 km	+9,5	-3,5	-8,9	+2,7

Zu beachten ist in Tabelle 4 zweierlei:

1. der große Temperaturanstieg von etwa 9°C vom Früh - jahr zum Sommer in allen Höhen, dem vom Herbst zum Winter hin ein nahezu gleich großer Abfall ent - spricht.
2. die geringe Temperaturabnahme vom Sommer zum Herbst hin, die sich mit der Höhe verringert und die ebenso geringe Temperatursteigerung vom Winter zum Frühjahr. Bei letzterer ist die Abnahme mit der Höhe noch stär- ker ausgeprägt, womit die frühere Feststellung des allmählichen Verschwindens von Frühling und Herbst in 3 - 4 km Höhe erneut betätigt ist. "In der Höhe gibt es nur Sommer und Winter".

Für den Flieger ist es ferner nicht unwesentlich zu wissen, um wieviel die Temperatur sinkt, wenn er mit seiner Maschine um 1000 m in die Höhe steigt. Darauf gibt Antwort die Tabelle V, in welcher die Temperaturun- terschiede zwischen den einzelnen km-Stufen der Tabelle 3 in Graden ausgedrückt sind.

T a b e l l e 5

	F	S	H	W	Jahr
Temp.-Abnahme von 1 zu 2km	4,9°	5,2°	3,9°	4,3°	4,3°
" " " 2 zu 3 "	5,9°	5,8°	4,5°	5,1°	5,4°
" " " 3 zu 4 "	5,9°	5,1°	5,7°	5,8°	5,7°
von 1 zu 4km	16,7°	16,1°	14,1°	14,5°	15,4°
Durchschnitt:	5,6°	5,4°	4,7°	4,8°	5,1°

Man darf also im Jahresdurchschnitt bei einem Höhersteigen um 1 km mit rund 5° C Temperaturerniedrigung rechnen. Der frühere Befund für die kältesten und wärmsten Monate gilt mithin auch das ganze Jahr über. Etwas stärker ist diese Abnahme im Frühjahr, weil eben dann in der Höhe noch durchaus winterliche Verhältnisse herrschen, am geringsten im Herbst und Winter in den untersten Schichten, weil der Boden rascher erkaltet als die freie Atmosphäre und sich dann die vorher schon erwähnten Temperaturunkehrungen ausbilden.

Für den erfahrenen Piloten kann ferner die Kenntnis der höchsten und tiefsten Temperaturen, welche er in bestimmten Höhen überhaupt zu erwarten hat, eine wesentliche Hilfe bedeuten. Diese Kenntnis soll durch die folgende Tabelle vermittelt werden, welche aus den Tabellen 1 - 3 der früher genannten Arbeit neu berechnet wurde. Die darin gegebenen Werte sind auf ganze Grade C abgerundet, um deutlich zu machen, daß es sich hier nur um ungefähre Angaben handeln kann.

Tabelle 6.

(M=Höchst-, m=Tiefsttemperatur, U=Unterschied)

		F	S	H	W	Jährl.Schw.
	M	15°	20°	17°	7°	13°
1 km	m	- 4°	7°	0°	-11°	18°
	U	19°	13°	17°	18°	5°
	M	8°	15°	11°	4°	9°
2 km	m	-11°	1°	1 6°	-16°	17°
	U	19°	14°	17°	20°	8°
	M	1°	9°	5°	- 1°	10°
3 km	m	-17°	- 5°	-11°	-22°	17°
	U	18°	14°	16°	21°	7°
	M	- 6°	3°	0°	- 8°	11°
4 km	m	-25°	-10°	-18°	-27°	17°
	U	19°	13°	18°	19°	6°

Betrachten wir zunächst die letzte Spalte der Ta -

belle 4: Jährliche Schwankungen. Sie variieren in den einzelnen Höhenstufen nur bei den Höchsttemperaturen von 13 auf 9, 10 und 11°, halten sich aber bei den Tiefst - temperaturen sehr gleichmäßig auf weit höheren Werten von 17 bis 18°. Die daraus resultierenden Unterschiede von 5, 8, 7 und 6° fallen also allein den Höchsttemperaturen zur Last. Bedenkt man, daß die Tiefsttemperaturen aller Jahreszeiten überwiegend auf Kälteeinbrüche zu - rückzuführen sind, so darf daraus geschlossen werden, daß letztere im Sommer wie im Winter gleich wirksam sind, sich bis in Höhen bis über 4 km erstrecken können und an Stärke die Wärmeeinbrüche, welche die Höchsttemperaturen verursachen, merklich übertreffen.

Die einzelnen Höchst- und Tiefsttemperaturen weichen mit 13 - 14° C im Sommer in allen Höhen am wenig - sten von einander ab, dann folgen der Herbst mit 17 bis 18°, der Frühling mit 18 - 19° und endlich der Winter mit Werten zwischen 18 und 21°. Beim Winter scheint außerdem die Höhe von 2 - 3 km sich als besonders breit in der Temperaturspanne (20 und 21°) auszuzeichnen. In diesem Verhalten spiegelt sich deutlich die verschiedene Unruhe der Atmosphäre im Laufe des Jahres: im Winter und Frühling ist sie am größten, ebbt im Sommer dann rasch ab und beginnt im Herbst von neuem.

Dies führt uns darauf auch wieder die Unterschiede von einer Jahreszeit zur andern aus Tabelle 6 herauszuholen; sie sind zusammengestellt in

Tabelle 7

		F zu S	S zu H	H zu W	W zu F
	M	+ 5°	- 3°	-10°	+ 8°
1 km	m	+11°	- 7°	-11°	+ 7°
	U	- 6°	+ 4°	+ 1°	+ 1°
	M	+ 7°	- 4°	- 7°	+ 4°
2 km	m	+12°	- 7°	-18°	+ 5°
	U	- 5°	+ 3°	+ 3°	- 1°

		F zu S	S zu H	H zu W	W zu F
	M	+ 8°	- 4°	- 6°	+ 2°
3 km	m	+12°	- 6°	-11°	+ 5°
	U	- 4°	+ 2°	+ 5°	- 3°
	M	+ 9°	- 3°	- 8°	+ 2°
4 km	m	+15°	- 8°	- 9°	+ 2°
	U	- 6°	+ 5°	+ 1°	0°

Danach ändern sich die Höchsttemperaturen in allen Höhen am wenigsten vom Sommer zum Herbst und vom Winter zum Frühjahr. Vom Frühjahr zum Sommer aber nehmen sie mit größerer Höhe entschieden zu (1 km: +5°, 2 km: +7°, 3 km: +8°, 4km: +9°), während vom Herbst zum Winter eher das Gegenteil angenommen werden kann (1 km: -10°, 2 km -7°, 3 km: -6°, 4km: -8°). Die Tiefsttemperaturen aber gehen vom Sommer zum Herbst recht gleichmäßig um 7°, vom Herbst zum Winter noch stärker um 10 bis 11° herunter, nur die Höhe von 4 km fällt mit 9° Abnahme etwas heraus. Vom Winter zum Frühjahr ist jedoch bemerkenswerter Weise die Zunahme in den oberen Schichten recht klein (1 km: +7°, 2km: +5°, 3km: +5°, 4km: +2°); dies sagt wieder:der Frühling verliert in der Höhe an Bedeutung. Noch schöner zeigt sich dieses Fehlen des Frühlings bei dem gewalti - gen Anstiege der Tiefsttemperaturen vom Frühling zum Sommer; Sprünge von +11°, +12° und +15° zum Sommer hin können eben nur so zustande kommen, daß der Frühling recht kalt geblieben ist, also den Winter nur fortsetzt und dies umsomehr, je höher man geht.

Die Unterschiede zwischen Höchst- und Tiefsttemperaturen ändern sich von einer Jahreszeit zur nächsten nur recht wenig, am meisten ist dies noch der Fall vom Frühling zum Sommer, wo es sich um Beträge von 5 - 6° C im negativen Sinne handelt, d.h. dieser Unterschied wird vom Frühling zum Sommer hin geringer. Vom Sommer zum Herbst wird er wieder um 2 - 5° C größer. Vom Herbst bis zum Frühling, also über den ganzen Winter hinweg ist besonders in der Höhe von 4 km überhaupt kaum mehr ein Un-

terschied zu spüren. Nur in 3 km Höhe tritt eine leichte Vergrößerung des Unterschiedes zwischen Höchst- und Tiefsttemperaturen vom Herbst zum Winter hin ein.

Betrachten wir endlich noch die Abnahme der Extremtemperaturen, wenn man sich um 1 km in der Atmosphäre nach oben bewegt.

Tabelle 8

		F	S	H	W
von 1 auf 2 km	M	7°	5°	6°	3°
	m	7°	6°	6°	5°
von 2 auf 3 km	M	7°	6°	6°	3°
	m	6°	6°	5°	6°
von 3 auf 4 km	M	7°	6°	5°	7°
	m	8°	5°	7°	5°

In dieser Tabelle ist recht auffallend der einheitliche Wert von 7° im Frühling, 6° im Sommer und Herbst, um den sich die einzelnen Höchst-, bezw. Tiefstwerte von einem Kilometer zum andern in stets abnehmendem Sinne ändern. Nur der Winter zeichnet sich durch den recht geringen Wert von 3° besonders bei den Höchsttemperaturen bis zu 3 km Höhe aus. Dies besagt wieder, daß bei Wetterlagen, an denen Höchstwerte der Temperatur anzupassen sind (winterliche Hochdruckgebiete) die Temperaturabnahme mit der Höhe durch Inversionen gestört ist. Daß die Höhenlage dieser Inversionen 3 km kaum überschreitet, zeigt der normale Wert von 7° in 4 km Höhe.

Stellt man zum Schlusse noch einmal zusammen, welche größten Temperaturunterschiede zwischen 1 und 4 km überhaupt angetroffen werden können, so ergibt sich als Auszug aus Tabelle 6 die

Tabelle 9.

		F	S	H	W	Jahr
1 km	M	15°	20°	17°	7°	20°
4 km	m	-25°	-10°	-18°	-27°	-27°
Unterschied:		40°	30°	35°	34°	47°

Sieht man also von der untersten Bodenschicht ab,

in der ja die Temperaturen zwischen rund 35° C im Sommer und rund -30° C im Winter wechseln kann, so ergibt sich, daß das Frühjahr mit 40° Schwankung die Temperatur - schroffste und der unvermittelt folgende Sommer mit 30° Schwankung die ausgeglichendste Jahreszeit darstellt. Herbst und Winter halten die Mitte. Im Jahreslaufe hat nach der letzten Spalte der Tabelle 9 das Flugzeug in den ihm schon vertrauten Höhen zwischen 1 und 4 km Temperaturunterschiede von nahezu 50° zu überstehen.

Der Flugverkehr verläßt aber mehr und mehr die bodennächsten Luftschichten bis zu 1 km Höhe. Ebenso gewinnt der Langstreckenverkehr im Flugnetze an Bedeutung. In beiden Fällen werden Gebiete ganz verschiedener Temperaturverhältnisse immer häufiger in einem Zuge durchmessen und umsomehr muß es für Piloten und Techniker von Wert sein, die Extreme des Temperaturfeldes in der Atmosphäre kennen zu lernen, denen das Flugzeug in jeder Hinsicht gewachsen sein muß. Schon heute liegt aber in den Ergebnissen der internationalen Registrierballonfahrten und in den täglichen Sondierungen der neugeschaffenen Wetterflugstellen das notwendige Material vor, um einerseits bis zu Höhen von 6 km den Troposphärenflug weiter zu fördern, andererseits sogar sich darüber hinaus bis an die untere Grenze der Stratosphäre wagen zu können.

Nr.13: Dr. W. S t ö b e
Ergebnisse 24 stündiger Sichtmessungen zu Nürnberg mit Abb. 71 - 79.

In Nürnberg werden seit dem November 1930 stündliche Sichtmessungen angestellt und zwar mit Angaben der Sichtverhältnisse nach den 4 Himmelsrichtungen in den üblichen Schlüsselzahlen. Die Beobachter, drei Turmwärter, stellen an Hand ausgesuchter Entfernungspunkte die Sichtzahlen fest. Der Vestnerturm der Burg zu Nürnberg, auf dem diese Beobachtungen angestellt werden, erhebt sich ca 50 m über dem Häusermeer, so daß

auch Sichten über 50 km festgestellt werden können. Nachts wird die Sicht nach den Lichtern der verschiedenen Ortschaften bestimmt, die mit Ausnahme der Ortsrichtung sich bis fast 20 km bestimmen läßt, so daß auch nachts die Sichtzahl 7 einwandfrei festgestellt werden kann.

Außerdem wurde auf dem 9,1 km vom Vestnerturm entfernten Werftturm auf dem Flugplatz ein Scheinwerfer aufgestellt (Leihgabe der Firma Siemens-Schuckert), der nachts stündlich je 5 Minuten aufleuchtet und vom Vestnerturm aus beobachtet wird. Der Scheinwerfer ist fest eingebaut, hat eine maximale Lichtstärke von ca 190 000 Kerzen und zeigt gleichförmiges Feuer mit Strahlrichtung Vestnerturm.

Der Lufverkehr ist sowohl tagsüber, als auch besonders nachts außerordentlich an den Sichtverhältnissen der Atmosphäre interessiert. Leider werden von den Beobachtungsstellen des Flugwetterdienstes zusammenhängende Sichtbeobachtungen nur tagsüber angestellt, nachts sind in Deutschland überhaupt nur ganz lückenhafte Beobachtungen vorhanden. So soll mit diesen neu eingerichteten Beobachtungen eine fühlbare Lücke ausgefüllt werden.

Es liegen bis jetzt die Beobachtungsergebnisse von 4 Monaten, November bis Februar vor. Da sie ja als Wintermonate zusammengehören, ist eine Bearbeitung trotz der Kürze der Zeit schon berechtigt, zumal ja gerade der Winter die interessantesten Sichtverhältnisse aufweist.

Die Bearbeitung des ganzen vorliegenden Materials ist immer unter dem Gesichtspunkt der Verwendung im Luftverkehr erfolgt, es wurden deshalb die in der Klimatologie üblichen und dort notwendigen Mittelwerte vermieden und nur mit Häufigkeitsauszählungen gearbeitet.

Besondere Aufmerksamkeit muß im Luftverkehr der schlechten Sicht geschenkt werden. Es soll deshalb gleich die sogenannte Nebelsicht, d. h. Sicht bis Schlüsselzahl 4 (=Sicht bis 1 km), genauer untersucht werden. Da in diesem Zusammenhang das schwierige Kapitel Übergang von der

Tagessicht zur Feuersicht nur von dem praktischen Standpunkt der Sichtbarkeit für den Beobachter interessiert, so wurde bei der Auszählung der Häufigkeitszahlen für die Sichtwerte 4 und darunter, zwischen Tagessicht und Lichtersicht nicht unterschieden. Da aber die Lichtquellen während der ganzen Beobachtungszeiten konstant blieben, wird der tägliche Gang der Sicht, der hier hauptsächlich untersucht werden soll, nicht weiter gestört.

Die folgende Tabelle und die graphische Darstellung zeigt den täglichen Gang der Nebelsicht. Siehe Abbildungen 71 – 74.

T a b e l l e

der prozentualen Häufigkeit der Nebelsicht (bis 1 km)

Zeit:	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11 h
Nov.30	3	3	3	3	3	3	3	0 29	33	40	27	27 %
Dez.30	6	13	19	16	16	16	16	19	78	84	84	61 %
Jan.31	8	8	3	3	3	0	8	10	55	55	39	32 %
Febr.31	4	11	7	11	11	11	14	18 60	64	57	57	43 %
Mittel %	5	9	8	8	8	8	10	16 45	58	59	52	41 %

Zeit:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23 h
Nov.30	23	17	13	7	10	10 10	7	7	7	3	0	3 %
Dez.30	42	36	29	23	29	26	26	19	16	3	6	6 %
Jan.31	29	26	19	16	13	25 27	19	16	10	3	3	3 %
Febr.31	28	18	14	14	14	6 6	11	7	4	7	4	4 %
Mittel	31	24	19	15	14	14 17	16	12	9	4	3	4 %

(unterstrichene Zahlen bedeuten Lichtersicht)

Selbstverständlich muß beachtet werden, daß sich die Beobachtungsstelle in Nürnberg mitten in der Stadt

befindet und die Fernsicht durch Stadtdunst und Rauch erheblich verschlechtert wird. Um den Stadteinfluß abschätzen zu können, wurde in die graphische Darstellung punktiert die Nebelsichtskurve des Flugplatzes, der ja weit außerhalb (westlich) der Stadt liegt, eingetragen. Es ist allerdings dabei noch zu bemerken, daß die Flugplatzsicht im wesentlichen nach der von der Stadt weg liegenden Seite bestimmt wird, während die bis jetzt bearbeitete Sicht des Vestnerturmes die Sicht nach W darstellt, d. h. nach der Seite hin, nach der sich die Stadt am weitesten ausdehnt. Siehe auch den Situationsplan Abb. 75.

Die Kurven im einzelnen zeigen den sprunghaften Übergang der Lichtersicht morgens zur Tagessicht im Gegensatz zu dem beinahe stetigen Übergang der Tagessicht in die Lichtersicht. Die Ursachen dieser Unstetigkeit bei der Frühsicht sind wohl doppelte: Erstens nimmt die Stadtsicht infolge der beginnenden Rauchentwicklung der Großstadt erheblich ab, die Luftdurchsicht wird rapid geringer; andererseits ist die Feuersicht allgemein viel größer als die gewöhnliche Tagessicht; bei derselben Luftdurchsicht wird also die Tagessicht auf alle Fälle geringer ausfallen müssen, als die vorherige Feuersicht. Abends nach Sonnenuntergang ist der Übergang ein ganz anderer. Die Nebelsicht erreicht abends ihr Minimum, da die Feuersicht an und für sich ja viel größer ist wie die Tagessicht, müßte die Nebelsichtkurve eigentlich um ebensoviel fallen, wie sie bei Beginn der Tagessicht gestiegen ist. Sie tut das nicht, steigt sogar eher etwas. Hier spielt wohl die Dämmerung eine größere Rolle, es dauert immer einige Zeit bis der Beobachter die Lichtersicht erfaßt, er wird also, wenn es noch nicht restlos dunkel ist, die Lichtersicht immer zu gering schätzen. Bei der normalen Lichtersicht handelt es sich im allgemeinen um punktförmige, verhältnismäßig schwache Lichtquellen, wie sie die Straßenbeleuchtung usw. liefert.

Um ein Bild zu bekommen über den Verlauf der guten Sicht, wurde die Häufigkeit der Sichtzahl 7 (d.H. Sicht über 10 km) und der höheren Sichtzahlen untersucht. Die Sichtzahl wurde deshalb gewählt, weil sie für die Beobachter des Vestnerturmes die äußerste Lichtersichtzahl darstellt; bei der Tagessicht kommen ja auch Sichtzahlen bis 9 (d.H. über 50 km) in Betracht. Abbildung 76 zeigt den Verlauf der Sichtkurve.
Es muß sich natürlich der umgekehrte Verlauf wie bei der Nebelsichtkurve Abbildung 77 ergeben.

Auffällig ist hier, daß die Abnahme der Gutsicht-Kurve schon um 4 Uhr morgens beginnt, zu einer Zeit also, wo in der winterlichen Jahreszeit die Rauchentwicklung der Großstadt eigentlich noch nicht beginnen kann. Der Übergang abends zur Lichtersicht ist unsteter, ja die Lichtersicht weist gerade hier ein Minimum auf,auch wieder ein reiner Dämmerungseffekt; die entferntesten Lichter kommen auch bei ganz durchsichtiger Luft erst zur Wirkung, wenn die Dunkelheit eine vollständige ist bezw. wenn das Auge sich daran gewöhnt hat.

Da den Nachtsichtbeobachtungen im Rahmen der Vestnerturmbeobachtungen ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden soll, wurde eine wohl definierbare Lichtquelle, der eingangs schon erwähnte Scheinwerfer, auf dem Flugplatz Fürth regelmäßig beobachtet. Die Lichtquelle ist wesentlich stärker als die üblichen Lichter der Umgebung, der Ort ist den Beobachtern genau bekannt; er hat nur aufzuzeichnen, ob er das Licht mit bloßem Auge sieht oder nicht, und den Grund anzugeben, warum er glaubt, daß das Licht unsichtbar sei.

Es kann allerdings das Scheinwerferfeuer nicht ohne weiteres mit der sonstigen Lichtersicht, bei der es sich meist um Lichstquellen von nicht mehr als 500 Kerzen handelt, verglichen werden. Die Untersuchung der Scheinwerfersichtbarkeit ist aber deshalb wichtig, weil ja ähnliche Quellen bei den Nachtflugstrecken in Verwendung

sind.

Die Abbildung 78 zeigt den Verlauf der Häufigkeitskurve der Sichtbarkeit des Scheinwerfers in den drei Monaten Dezember bis Februar.
Naturgemäß muß diese Kurve eine Ähnlichkeit haben mit dem Verlauf der guten Sicht-Kurve. Auch hier der Abfall der Sichtkurve ab 4 Uhr morgens, auch hier die zwei Minima eines unmittelbar vor Beginn der Tagessicht und eine etwas nach Beginn der Feuersicht abends.

Etwas Aufschluß über die Ursachen der Nichtsichtbarkeit des Scheinwerfers gibt die Abbildung 79. Sie gibt eine Kurve der Häufigkeit der Unsichtbarkeit, und zwar bedeutet die punktierte Kurve den prozentualen Ausfall wegen Schneefalls, der übrige Teil ist der Ausfall wegen Dunst und Nebel. Der Verlauf der Schneekurve zeigt, daß sie von der Tageszeit unabhängig ist, wie es auch zu erwarten war. Die Abhängigkeit der Dunst- und Nebelkurve von der Tageszeit tritt klar hervor. Morgens und abends sind Maxima vorhanden. Es mag die Deutung der beiden Maxima dahin geschehen, daß das Frühmaximum mehr vom Dunst und Rauch der Stadt herrührt, während das abendliche Maximum mehr durch die ja um die Zeit des Sonnenunterganges häufigen natürlichen Nebelbildungen in den Winter - monaten erklärt werden kann.

Zum Schluß muß noch einmal betont werden, daß die Beobachtungsreihen noch viel zu gering sind, um die Zusammenhänge der Sicht mit Windrichtung und Stärke mit Luftkörpern usw. herauszuschälen, daß aber gerade auch das Problem der Dämmerungs- und Übergangssichten zu ei - ner restlosen Erfassung noch vieler Beobachtungen bedarf. Auch bezüglich der Scheinwerfersicht harren noch eine Menge Probleme der Lösung. Man müßte mehrere Scheinwerfer in verschiedenen Entfernungen aufstellen und vor allem auch die Lichtstärke variieren können.

Die Beobachtungsgelegenheit auf dem Vestnerturm zu Nürnberg ist so günstig, daß nur gehofft werden kann,daß

die bisherigen Beobachtungen nicht nur weitergeführt, sondern evtl. auch erweitert werden können. Der Nutzen, der für den Flugwetterdienst und den Luftverkehr dabei herauskommt, kann groß sein.

Nr.14: Dr. W. W e n z e l
Beispiele zur Verwendung des aerologischen Materials in der täglichen Flugwetterbera - tung und zur Luftkörperdiagnose, mit Abb. 80 - 93.

Anläßlich der Tagung deutscher Flugmeteorologen im Oktober des vergangenen Jahres wurde von den Versamm - lungsteilnehmern eine Entschließung gefaßt des Inhaltes, es sollen neben der zur Zeit um 10 Uhr 20 erfolgenden Ausstrahlung des Originalzahlenmaterials der aerologi - schen Aufstiege die frühzeitige Ausstrahlung einer Klar- textübersicht angestrebt werden. Bei der versuchsweisen Inangriffnahme dieser Aufgabe und bei der Durcharbei - tung des älteren aerologischen Materials stießen wir auf eine Reihe von Fällen, die als typisch gelten kön - nen für die besonders lohnende Verwendbarkeit der täg - lich einlaufenden aerologischen Meldungen für die Diag- nose solcher Wetterlagen, die von flugmeteorologischem Standpunkt aus stärkeres Interesse besitzen, d. h. von Nebel- bezw. Gewitterlagen. Da diese Musterwetterlagen besonders gute Beispiele für den Nutzen einer eingehen- den Verwendung der Höhenaufstiege darstellen, soll hier, vorbehaltlich einer späteren eingehenderen Bearbeitung, eine Beschreibung der aerologischen Situation der Ge - witterlagen vom 23. 5. 30 und vom 4. 7. 30 und einer Ne- belwetterlage vom 5. 12. 30 gegeben werden. Hinzugefügt ist außerdem in den Abschnitten 3 und 4 des Referates eine kurze Bearbeitung zweier Witterungstypen, die viel- leicht weniger ein speziell flugmeteorologisches Inter- esse haben, die aber beigefügt sind, um die Bedeutung zu zeigen, die das aerologische Material bei der aktuellen Aufgabenstellung der "Luftkörperdiagnose" besitzt. Es

handelt sich dabei um eine Großwetterlage aus der zweiten Novemberhälfte des vergangenen Jahres, einen Luftkörperkampf besonders eindrucksvoller Art zwischen maritim-polaren bezw. subtropischen Luftmassen, und um eine Wetterlage vom Anfang des Juli, die in einem Musterbeispiel der aerologischen Verhältnisse beim Aufbau eines kontinentalen Warmluftkörpers zeigt. Die Heraushebung und Nebeneinanderstellung der Gewitterlagen vom 23. 5. und 4. 7. 30 erfolgt hier vor allem, um zu zeigen, wie leicht eine bloße Betrachtung des Isobarenbildes und des vertikalen Temperaturgradienten zu Fehlschlüssen in der Prognose führen kann. Die Lage am 23. 5. (siehe Abb.80), eine Ostgewitterlage, zeigt im Luftdruck- und Windfelde keinerlei Diskontinuitäten. Der Tiefdruckkern, auf den die schwache östliche Luftströmung über Deutschland anspricht, liegt weit entfernt über dem südöstlichen Frankreich. Anders am 4. 7., wo im Gebiet des westlichen Sachsen ein deutlicher Gewittersack erkennbar ist (Abb. 81), wo auch in den - allerdings schwachen - Winden eine deutliche Kovergenz etwa längs der Elbe hervortritt.Auch bei einem Vergleich der vertikalen Temperaturverteilung erscheint der Berliner Aufstieg vom 4. 7. (Abb. 82) mit seinen viel stärkeren Gradienten viel eher eine Gewitterlage vorzubereiten, als der Hamburger vom 23. 5. (Abb. 83).

In den Mittagstunden ist in Berlin am 4. 7. in den unteren Schichten der Gradient überadiabatisch und verläuft auch weiter, bis über 3000 m hinauf längs derselben potentiellen Temperatur. Trotzdem ist es die Lage vom 23. 5., die in Hamburg nachmittags eine fortlaufende Serie von schweren, teilweise mit Hagel verbundenen Gewittern brachte, während der 4. 7. in Norddeutschland ganz gewitterfrei blieb - so daß es also nur sehr bedingt berechtigt ist, an diesem Tag von einer "Gewitterlage" zu sprechen, wie oben geschehen. Beide Aufstiege gleichen sich also in der Hinsicht, daß bei bloßer Berück-

sichtigung der Bodenbeobachtungen, selbst noch bei Kenntnis der vertikalen Temperaturverteilung, alle Möglichkeiten zu Fehlprognosen gegeben sind. Eine einwandfreie Prognose wird aber möglich in dem Augenblick, wo noch die Ergebnisse der bei den Höhenaufstiegen gewonnenen Feuchtigkeitsregistrierungen und die Augenbeobachtungen mit zu Rate gezogen werden.

Im Hamburger Aufstieg vom 23. 5. zeigt sich, daß bis zum Beginn der einzigen stärkeren Inversion, in den unteren Schichten eine außergewöhnliche Feuchtigkeit - durchweg zwischen 80 und 100% gelegen - registriert worden ist. Die Augenbeobachtungen ergeben starken Dunst bis 700 m, im Norden der Stadt bilden sich bereits zur Zeit des Anstiegs aus der Dunstschicht die ersten Cu, darüber hinaus reicht der Dunst bis über 3000 m. Ast-Schleier in 3000 - 3600 m und noch höher gelegener, bis 6000 m hinauf reichender, mit Fallstreifen versehener Acu deutet das Vorhandensein höher gelegener Störungen an. Damit aber sind alle Vorbedingungen erfüllt, die nach Refsdal*) eine Auslösung von Schauern bezw. Gewittern herbeizuführen vermögen. Insbesondere zeigt auch die Temperaturkurve zwar keinen so starken Gradienten wie die vom 4. 7., aber doch einen Gradienten, der stärker ist als der kondensationsadiabatische. Der ganze Aufstieg hat bis zur Maximalhöhe positive Labilitätsenergie, selbst die in 3000 m liegende schwache Inversion vermag eine längs der Kondensationsadiabate vom Boden aufsteigende Luftmasse nicht zu hemmen. Die ganzen Gewittererscheinungen vollziehen sich also als bloße Umlagerungserscheinungen in einer Luftmasse extrem hoher Feuchtlabilität; das anderweitige Energiequellen nicht zur Verfügung stehen, zeigt ja schon die Ausgeglichenheit von Strömungs- und Temperaturfeld. Ähnliche Wetterlagen sind insbesondere an der Darmstädter Flugstelle

---

*) Anfinn Refsdal, Der feuchtlabile Niederschlag, Geofysiske Publikasjoner N 12, Oslo 1930

der Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen *).

Der Vergleich mit dem Berliner Aufstieg vom 4. 7. 30 läßt nun erkennen, daß die ausbleibende Gewitterbildung, trotz des stark feuchtlabilen Gradienten schon beim 08 Uhr 00 Aufstieg und des trockenen adiabatischen bezw. überadiabatischen Temperaturverlaufes in den Mittagsstunden, auf die in allen Schichten herrschende geringe relative Feuchtigkeit zurückzuführen ist. Vom Boden bis zur Maximalhöhe liegt die relative Feuchtigkeit dauernd zwischen 30 und 40%. Wo sich in Norddeutschland in bodennahen Schichten größere Feuchtigkeitsmengen anreichern können, z. B. im Nordseegebiet, treten Nachtgewitter auf. Westlich Berlin wird beim Morgenaufstieg vom Flugzeug aus eine Cunb-Front gesichtet, die noch über die bei 5100 m gelegene Dunstgrenze hinausragte, aber infolge mangelnden Feuchtigkeitsnachschubs am Nachmittag wieder verschwand. Die Kenntnis der Feuchtigkeitsverteilung ermöglichte es, trotz mancher scheinbar auf Gewittergefahr hinweisenden Vorzeichen (die Bodentemperatur stieg mittags auf 32 Grad) schon sofort nach Einlaufen der Aufstiegsauswertung den Berliner Elektrizitätswerken eine Prognose auf Ausbleiben der Gewittertätigkeit zu geben.

Für die Entwicklung der herbstlichen und winterlichen Hochdruck-Nebelwetterlagen ist, sofern es sich um einigermaßen ausgedehnte und länger andauernde Situationen handelt, in den Höhenbeobachtungen das auffälligste Charakteristikum ein langsames, gleichmäßiges Absinken der Flächen gleicher potentieller Temperatur an den Vortagen. Mit ihnen zusammensinken auch die ja tageweise nahezu konstant bei bestimmten potentiellen Temperaturen liegenden Inversions- und Dunstschichten ab, die ableitende Luftbewegung in der Höhe führt zu einer zuerst in

---

*) P. Raethjen, Zur Thermohydrodynamik d. Böen, Met. Zeitschr., Heft 1, 1931.

größten Höhen einsetzenden beträchtlichen Besserung der Sicht. Es scheint, daß starke Sichtbesserung in der Höhe ein sicheres Kennzeichen besonders intensiven Absinkens und damit bei einigermaßen ausreichendem Dunst-und Feuchtigkeitsgehalt der unteren Schichten ein verhältnismäßig gutes Prognostikum für Bildung ausgedehnter Nebelzonen ist auf das besonders von seiten der Berliner Wetterflugstelle hingewiesen worden ist*).

In der Wetterlage über Norddeutschland zu Beginn des Dezember 1930, zu der die Isoplethen der potentiellen Temperatur in Abbildung 84 nach den Veröffentlichungen des Aeronautischen Observatoriums Lindenberg wiedergegeben sind, trat, nachdem schon in den letzten Novembertagen und vom 1. bis 3. 12. an einzelnen Tagen in den Morgenstunden Nebel oder Dunst aufgetreten war, am 4. und 5., also an den Tagen minimalster Höhenlage der Flächen gleicher potentiellen Temperatur, eine beide Tage über anhaltende schwere Einnebelung ein. Für prognostische Zwecke ist natürlich der schwer im voraus zu übersehende Gang der potentiellen Temperaturen weniger geeignet als das vorher angegebene Sichtmerkmal. Die von Tag zu Tag abnehmende Höhenlage der Hauptinversionen ist auch sehr gut erkennbar in der Darstellung der Lindenberger Aufstiege vom 1. - 5. 12. (Abb. 85) auf dem üblichen Adiabatenpapier. Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die vom selben Zeitraum vorliegenden Aufstiege von Berlin und Hamburg. Der Höhenaufstieg von Berlin vom 3. 12. gibt programmgemäß als bestes Kennzeichen für die stärker werdende Nebelgefahr den Zusatz: Sicht in 500 m 40 - 50 km, ab 3000 m Harz und Riesengebirge sichtbar !

In den synoptischen Karten findet sich bei derartigen Nebellagen meist ein mehr oder weniger stark ausgebildetes kaltes Kissen, in der Wetterkarte vom 5. 12. (Abb.86) liegt ganz Mitteleuropa südlich der deutschen

---

*)vergl.Dr.Reidat, Monatsberichte der Flugstelle Berlin.

Küste in seinem Bereich, dicht nördlich der Küste selbst scheint, den Temperaturen nach zu urteilen, in ostwestlicher Erstreckung die Abgleitfläche zu Boden zu kommen, unter der sich in Deutschland die Nebelbildung abspielt. Daß auch noch nördlich der Abgleitlinie, im Bereich der wärmeren Luft im skandinavischen Ostseegebiet, Nebel und Rieseln auftritt, mag mit der ganz allgemein starken Zusammendrängung der untersten Inversionsflächen zusammenhängen, deren nächste dort vermutlich bis dicht zum Boden kommt.

Die der zuletzt behandelten Dezemberwetterlage unmittelbar vorhergehenden Novemberwochen des Jahres 1930 bieten ein Beispiel für einen Wettertyp, der mit seinen schnell wandernden Steig- und Fallgebieten, mit dem ständigen Wechsel zwischen Luftmassen verschiedener Herkunft ganz im Gegensatz steht zu dem nur langsam veränderlichen Wetter zu Dezemberbeginn. Der Gegensatz wird besonders deutlich an dem anders gearteten Verhalten der Isoplethen der potentiellen Temperatur, die im November (s.Abb. 87) eine dauernde starke Auf- und Abwärtsbewegung zeigen. Es handelt sich um den Mügge'schen polaren Wettertyp*), der in dem Zeitraum etwa zwischen den 7. 11. und dem Monatsende nach Mitteleuropa übergreift und hier durch Wochen ein vorwiegend trübes und regnerisches, vielfach stürmisches nur durch kurze Aufheiterungsperioden unterbrochenes Wetter erzeugt. Den beteiligten Luftkörpern nach vollzieht sich vorwiegend ein ständiger Wechsel zwischen frischer Polarluft und maritimer Tropikluft. Dabei werden die Luftkörperwechsel, im Temperaturgang am Boden meist nur stark abgeschwächt bemerkbar, die extremen charakteristischen Schwankungen vollziehen sich, wie ein Blick auf das Isoplethendiagramm zeigt, in der Höhe, eine Erscheinung, die für Mitteleuropa, das ja zumeist nur von okkludierten Störun -

---

*)vergl.Mügge, Synopt.Betrachtungen, Met.Ztschr.1931/S.1

gen erreicht wird, die Regel ist, womit alle Versuche, auf dem Gebiet der Luftkörperdiagnose in Mitteleuropa durch bloße Bearbeitung von Bodenbeobachtungen ohne Benutzung des aerologischen Materials vorwärts zu kommen, zur Aussichtslosigkeit verurteilt sind. Bei dem unten näher behandelten Wetterumschwung vom 12. zum 13. November beträgt die am Boden bemerkbare Temperaturänderung in Norddeutschland 2 - 3°, während die Temperaturschwankung im 2000 m-Niveau in allen Aufstiegen (außer in Friedrichshafen) den drei- bis vierfachen Betrag und in größeren Höhen noch beträchtlich größere Werte hat. Bei dem Übergang von kontinentaler Kaltluft zur Tropikluft, der sich im mittleren Norddeutschland am 21. 11. vollzieht, greift dagegen eine etwa 8 - 10° betragende Temperaturänderung bis zum Boden durch.

Da es unmöglich ist, hier eine vollständige Übersicht über den Witterungsablauf der Novemberwoche anhand synoptischer Darstellungen zu geben, sei wenigstens ein auf Berlin bezüglicher Luftkörperkalender für die Zeit vom 7. bis 27. 11. wiedergegeben. Danach lag Berlin am:

7. 11. unter Einfluß von kontinentaler Kaltluft
8. 11. " " " " "
9. 11. " " " maritimer Tropikluft
10. 11. " " " " "
11. 11. " " " frischer Polarluft
12. 11. " " " " "
13. 11. " " " maritimer Tropikluft
14. 11. " " " " "
15. 11. " " " " "
16. 11. " " " frischer Polarluft
17. 11. " " " " "
18. 11. " " " " "
19. 11. " " " kontinentaler Kaltluft (stagnierende Polarluft)
20. 11. " " " " " " " "
21. 11. " " " Tropikluft

22. 11. unter Einfluß von Tropikluft
23. 11. " " " maritimer Polarluft
24. 11. " " " " "
25. 11. " " " kontinentaler Kaltluft (s.o.)
26. 11. " " " maritimer Tropikluft
27. 11. " " " " "

Es vollzog sich also in dem genannten Zeitraum ein siebenfacher Übergang von kalten zu warmen Luftmassen, auf denen in den meisten Fällen außergewöhnlich schnell vorüberziehende Fall- und Steiggebiete geknüpft waren.

Es sei nun noch speziell auf den Wetterumschwung vom 12. zum 13. (Ablösung von frischer Polarluft durch maritime Tropikluft) eingegangen. Die Abbildungen 88 und 89 geben einen kleinen, Nord- und Mitteldeutschland umfassenden Ausschnitt aus der Gesamtwetterlage. Im Großen war die Wetterlage bestimmt durch das schnelle Ostwärtsvordringen eines am 12.11. um 08 Uhr 00 noch zwischen Island und Grönland gelegenen Tiefs, das am 13.11. früh um 08 Uhr 00 bereits über Nordschweden lag. Im Zusammenhang damit erfährt die vertikale Struktur der ganzen von den Aufstiegen erfaßten Troposhäre über Deutschland eine grundlegende Wandlung. (vergl. die Berliner Aufstiege vom 11. bis 14. 11. in Abbildung 90. Die Pilotbeobachtungen, die wegen der starken Bewölkung auf die unteren 1000 - 1500 m beschränkt sind, lassen in diesem Bereich ein allgemeines Zurückdrehen der Windrichtung von NW bis NNW auf W bis WNW erkennen, die Stärke ist wie am Vortage beträchtlich und beträgt bis auf ein ziemlich windschwaches Gebiet im äußersten Süddeutschland überall 55 - 70 km/Std. in 1000 m.

Gleichzeitig damit hat sich oberhalb einer nahezu unverändert gebliebenen Bodenschicht der Luftkörperwechsel mit dem schon oben notierten Temperatureffekt vollzogen. Welcher Art oberhalb Berlin die einander ablösenden Luftmassen waren, lehrt ein Blick auf die Zustandskurven in Abbildung 90. Der Aufstieg vom 11. 11. und die

Aufstiege vom 12. 11. (0800 und 1200 Uhr) zeigen den für frische, polare Luftmassen charakteristischen, durch die ganze untere Troposphäre hindurchreichenden starken fast kondensationsadiabatischen Gradienten; die Zustandskurven vom 13. und 14. 11. zeigen am schwächeren Gradienten und an der stärkeren Schichtung die subtropische Herkunft der neu eingeströmten Luftmassen an.

Als letztes Beispiel sei noch die Wetterlage vom 2. Juli 1930 besprochen, die durch eine außerordentlich gute Übereinstimmung der Temperaturangaben sämtlicher Höhenaufstiege auffällt. (Abb. 91). Es ist eine Wetterlage, in der bei relativ geringer Luftbewegung auch in den höheren Schichten sich über ganz Mitteleuropa eine Luftmasse außergewöhnlich einheitlicher thermischer Struktur ausbreiten konnte, erst mit der Ablösung dieses kontinentalen Warmluftkörpers durch Luftmassen maritimer Herkunft begann, für den größten Teil der in Betracht gezogenen Stationen am 5. Juli, die Westwindwetterlage, die dann mit anhaltendem regnerischem und stürmischem Wetter dem ganzen Juli das Gepräge gab.

An Stelle weitgehender Erörterungen sei hier nur eine Diagnose wiedergegeben, die, etwa im Sinne der Oktoberresolution, eine möglichst knappe Zusammenfassung aller den aerologischen Aufstiegen zu entnehmenden Daten darstellt. Sicherlich stellt eine Diagnose wie die folgende das alleräußerste Ausmaß dessen dar, was, rein aus technischen Gründen, in einem Klartextspruch untergebracht werden kann. Zur Abfassung wurde das ganze vorliegende Material an Boden- und Höhenbeobachtungen vom 2. 7. und von den Vortagen - synoptische Karten, Höhenwindkarten, graphische Darstellung der aerologischen Beobachtungen - herangezogen, wovon hier außer den in Abbildung 91 wiedergegebenen Aufstiegen nur die 0800 Uhr - Karte vom 2. 7. wiedergegeben ist (Abb.92).

Diagnose der Wetterlage vom 2. 7. 1930.

Unter dem Einfluß einer einheitlichen über ganz Deutschland hinweggestreckten Luftströmung aus SE - E, die mit Ausnahme der bodennahen Schichten östlich der Oder ganz Deutschland vom Boden ab bis über 5000 m überflutet, liegen sämtliche Aufstiegsstellen in einer Luftmasse außergewöhnlich einheitlicher Struktur. Oberhalb 2000 m herrscht fast völlige Horizontalisentropie, die potentiellen Temperaturen schwanken bei völlig gleichartigem Vertikalgradienten oberhalb 2000 m in keiner Höhe um mehr als 3°. Insbesondere muß in Königsberg in der Höhe die Divergenz des südschwedischen Hochs schon ostwärts vorübergerückt sein, da sich seit vorgestern eine bemerkenswerte Angleichung der ursprünglich um 6° zu kalten Königsberger Temperaturkurve an die Höhentemperaturen der westdeutschen Stationen vollzogen hat. Nach unten ist das horizontal isentropische Gebiet durch eine Inversionsschicht abgegrenzt, die von Ostdeutschland her von 1300 m Höhe in der Gegend von München und Hamburg auf 700 - 800 m sinkt, weiter westlich, im Rheingebiet, liegt ein ausgeprägter Gewittersack. Die Schichtung unter der Inversion folgt nahezu der Trockenadiabate, demgemäß wird in diesem Bereich in ganz Deutschland kräftige Böigkeit gemeldet. Die Temperatur verläuft oberhalb der Inversion, abgesehen von unbedeutenden internen Zwischeninversionen, in sämtlichen Aufstiegen unterhalb der Kondensationsadiabate. München und Friedrichshafen haben dazu in größeren Höhen starke relative Feuchtigkeiten und dementsprechend starke Gewitterneigung, während an den anderen Aufstiegsorten die Auflösung eines Umsturzes durch den geringen Feuchtigkeitsgehalt unterhalb der Inversion noch länger hinausgezögert werden kann. Trotz der notgedrungenen Kürze in der Schilderung der obigen 5 Wetterlagen ist wohl der Nutzen, den eine Hinzunahme des aerologischen Befundes wenn nicht für prognostische Zwecke, so doch zumindest

für die Diagnose bietet, nicht zu verkennen. Es war nicht die Absicht dieses Referates, eine aerologische Prognostik zu entwickeln oder eine Theorie aerologischer Arbeitsmethoden zu geben; es war leider auch nicht mehr möglich, anhand von Einzelfällen ein so besonders schönes Beispiel für die Verwendbarkeit der Höhenaufstiege zu diskutieren, wie es ihre Benutzung für die Beurteilung der Vereisungsgefahr bei geplanten Langstrecken - blindflügen darstellt. So sei statt dessen zum Schluß nur noch hingewiesen auf einen flugmeteorologischen sehr interessanten Bericht von Flugkapitän Helm*), in dessen sachlicher Schilderung die praktische Bedeutung der aerologischen Messungen in einem auch vom Standpunkt der Vereisungsfrage interessanten Fall besonders klar hervortritt.

Nr.15: Dr. R. Reidat

Die Verarbeitung von Höhenwindmessungen, mit Abb. 94 - 105.

An aerologischem Material stehen den Flugwetterwarten zur Zeit täglich Höhenwindmessungen von mehr als 20, Höhentemperaturmessungen dagegen nur von 7 Meßstellen zur Verfügung. Es soll im folgenden versucht werden, klarzulegen, inwieweit sich die Höhenwindmessungen synoptisch verarbeiten lassen und vor allem, inwieweit sie zur Vervollständigung des bei Flugzeugaufstiegen gewonnenen Materials dienen können.

Die anzuführenden Arbeitsmethoden sind zum Teil in Lindenberg und an der Flugwetterwarte Berlin schon jahrelang zur Analyse der Wetterlage angewandt worden, zum Teil wurden sie an der Flugstelle Berlin bei der Verarbeitung der Aufstiege entwickelt.

1. Vergleich gleichzeitiger Temperatur und Höhenwindmessungen.

a) Höhenwindkurven. Abb. 94.

Aus den Temperatur- und Feuchtigkeitswerten der

*)Helm, Ein Flug Berlin-Wien, Die Luftschau, Jahrg.4, Nr.7.

Aufstiege ist nicht immer klar ersichtlich, welcher der angeschnittenen Luftkörper im weiteren Wetterverlauf für die Gestaltung des Wetters größere Bedeutung gewinnen wird. Notwendig für diese Erkenntnis ist eine gleichzeitige genaue Betrachtung des Strömungsverlaufes in der Höhe. Sie wird erleichtert durch das Einzeichnen von Höhenwindkurven in das Adiabatenblatt, als Koordinaten dienen Windstärke in Metern und Höhe. Die Windrichtung wird in den verschiedenen Höhen durch Pfeile angegeben. Abbildung 94 zeigt eine Höhenwindkurve für den Lindenberger Aufstieg vom 21. 4. 31 7 Uhr. Sie läßt bis zur Höhe der zweiten Stratusschicht in etwa 1000 m Höhe geringe mit der Höhe abnehmende NNE-Winde erkennen. Im Bereich der Inversionen von 900 - 2000 m Höhe herrscht Windstille, erst darüber beginnt bei gleichmäßigem Temperaturgradienten eine mit der Höhe an Intensität gewinnende SE-Strömung. Die Windverteilung zeigt, daß es sich bei den Temperaturursprüngen um Schrumpfungsinversionen handelt.

Ähnliche Temperaturverhältnisse wie bei dem eben erwähnten Aufstiege herrschten bei den Aufstiegen von Friedrichshafen und Darmstadt am 19. 9. 30. In Friedrichshafen liegt eine Inversion in der Höhe von 500 bis 1000 m. Oberhalb der Inversion tritt eine Feuchtigkeitsabnahme um auf weniger als 40% ein, in Darmstadt nimmt die Feuchtigkeit erst in 2300 m bis auf 50% ab. Sowohl die Höhenwindmessungen von Friedrichshafen als auch von Aachen zeigen, daß gleichzeitig mit der Feuchtigkeitsabnahme eine starke Windzunahme einsetzt. Abb. 95. Die potentiellen Temperaturen, bei denen die Windzunahme einsetzt, betragen 28 bezw. 29 Grad. Die Inversionsbildung ist also bedingt durch ein kräftiges Einfließen von trockener warmer Luft.

b) Isoplethen der Windstärke.

Wie markant die Zusammenhänge zwischen Windstärke und Temperaturänderungen meist sind, ist gut ersichtlich

aus einer Isoplethendarstellung. Abb. 96 zeigt den Verlauf der Isoplethen der potentiellen Temperatur vom 4. bis 9. 3. 1929. Besonders charakteristisch sind 2 Warmlufteinbrüche am 6. und 8. Beide lassen sich auch im Verlauf der Windisoplethen Abb. 97 durch eine Windzunahme gut erkennen. Besonders markant ist die Zunahme der Windstärke bei dem Warmlufteinbruch am 8. Die in den verschiedenen Höhen der Windisoplethen eingezeichneten Windrichtungspfeile zeigen, dass die Änderungen in der Windrichtung während der Witterungsänderung sehr gering waren. Ein Vergleich der beiden Isoplethendarstellungen ergibt, dass es durchaus möglich ist, bei lückenhaften Höhentemperaturmessungen den Temperaturverlauf in der Höhe mit Hilfe von Höhenwinden zu interpolieren.

2. Synoptische Verarbeitung der Höhenwindmessungen.

Die Vorbedingung für eine synoptische Betrachtung der Höhenwindmessungen der verschiedenen Stationen sind Gleichzeitigkeit der Messungen, Einheit der Messmethode und der Aufstiegsgeschwindigkeit. Der synoptischen Betrachtung soll nach Möglichkeit eine Betrachtung der Höhenwindkurven der Aufstiegsstellen vorausgehen. Wenn man die Zusammenhänge zwischen Strömungsverlauf und Temperatur erkannt hat, wird sich eine aerologische Analyse der Wetterlage mit Hilfe der meist zahlreichen Pilotwindmessungen verhältnismässig schnell und leicht durchführen lassen.

I. Windprofile.

Abbildung 98 zeigt ein Profil der Windstärke längs der Linie Saarbrücken - Warschau am 24.7.1929 gegen 8 Uhr. An diesem Tage lag gegen 8 Uhr eine Gewitterfront am Rhein, die sich im Laufe des Tages noch verstärkte und nach Osten abzog. Ausserdem wurden um 8 Uhr noch Gewitter im Riesengebirge gemeldet. Es handelte sich um Gewitter am Südrande einer über der Nordsee liegenden Depression, die durch einen Kaltlufteinbruch in der Höhe ausgelöst wurden (s.auch Beitr. z.Physik d. freien Atmosphäre Bd. 16 Seite 291 ff.)

Das Windprofil läßt die Kaltlufteinbrüche in der Höhe sowohl östlich des Rheins als auch westlich der Oder durch eine Windzunahme in der Höhe gut erkennen. Es sind 2 Windwellen ausgeprägt, die west-ostwärts wandern. Deshalb ist es verhältnismäßig leicht, die Windänderungen z.B. in Breslau für die Zeit von etwa 10 bis 12 Uhr aus dem Profil zu entnehmen. Es zeigt sich hier vor allem der Wert, den die Windprofile für die Streckenberatung haben können. Der Nachteil der Profildarstellung beruht darin, daß sie nur die Windverteilung längs einer Linie gibt. Dieser wirkt sich besonders dann aus, wenn die Profilrichtung nicht in der Hauptströmungsrichtung der Luft fällt, weil die Darstellung dann nur sehr wenig Schlüsse für die zeitliche Änderung der Windgeschwindigkeit ermöglicht. Wichtiger ist deshalb eine Darstellung der Höhenwinde in synoptischen Höhenwindkarten.

II. Höhenwindkarten.

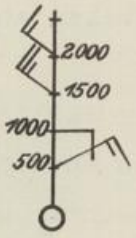
a) Windfahnenkarte.

Die Darstellung von Höhenwinden in synoptischen Karten ist verhältnismäßig schwierig, da die dreidimensionalen Windverhältnisse sich nur schwer in eine zweidimensionale Projektion bringen lassen. Die älteste Darstellungsweise ist wohl die der Windfahnenkarten. Die einzelnen Windvektoren werden durch Windfahnen dargestellt und die einzelnen Windfahnen werden dann aneinander gereiht (Abb.99).



Diese Eintragsweise hat den Vorzug, daß sie Änderungen der Windrichtung mit der Höhe sehr gut erkennen läßt. Vorbedingung für die Übersichtlichkeit der Karte ist, daß alle einzutragenden Höhenwinde die gleichen Höhenintervalle haben. Da die Höhenintervalle aber meist voneinander verschieden sind, wird die Karte unübersichtlich. Man hat deshalb vorgeschlagen, die einzelnen Windfahnen nicht an-

einander zu reihen, sondern senkrecht übereinander zu schreiben. (Abb.100).



An die einzelnen Windfahnen wird dann die dazugehörige Höhe geschrieben. Viel mehr als die Strömungsrichtung läßt sich aber aus solchen Karten auch nicht entnehmen. Es wurde deshalb versucht, Karten der Windstärke und Strömungsrichtung für verschiedene Höhen zu zeichnen.

b) Höhenwindkarten.

Es wurden Karten angelegt für die Höhen 0 m, 1000 m, 2000 m, 3000m usw. In die verschiedenen Karten werden die Windmessungen nach Richtung und Stärke eingetragen und dann Stromlinien und die Linien gleicher Windstärke verschiedenfarbig eingetragen. Als Beispiel mögen die Karten vom 23. 8. 29 dienen. (Abb. 101 - 104.)

Die Luftdruckkarte vom 23. läßt zwei Tiefdruckausläufer im Weser- und Weichselgebiet erkennen. (Abb.101). Die Karte der Windstärke in 500 m Höhe zeigt in Süddeutschland Windstärken von weniger als 5 m, mit Ausnahme von zwei kleinen Gebieten im Oberrheintal und an der Donau. In Mitteldeutschland herrscht im allgemeinen mehr als 5 m, in Norddeutschland mehr als 10 m Wind. In 1000m Höhe (Abb. 103) dringt die Windstärke 5 msk nach Süden bis an die Alpen vor. Die Linien für die Windstärken von 10 und 15 m verlaufen im allgemeinen den Isobaren parallel. Es zeigen sich zwei Ausbuchtungen, in denen die größeren Windstärken nach Süden vorgreifen. In 2000m Höhe ist die am Rhein gelegene Ausbuchtung noch bedeutend verstärkt worden (Abb.104). Es handelt sich hier um einen markanten Kaltlufteinbruch in der Höhe, der sich in den Höhenwindkarten um 8 Uhr sehr gut nachweisen läßt. In der gewöhnlichen Darstellungsweise durch die oben angeführten Windfahnen, wäre er kaum so zu erkennen gewesen. Zur Gewitterbildung an diesem Kaltluft -

einbruch kommt es erst in den ersten Nachmittagsstunden, nachdem die Bodenerwärmung schon sehr weit vorgeschrit - ten ist. Es bildet sich dann sehr rasch eine Gewitter - front von mehr als 200 km Breite, die ostwärts abzieht (Abb.105).

In Berlin wurde eine Bearbeitung der täglichen Höhenwindmessungen nach den oben angeführten Methoden durchgeführt. Es zeigte sich dabei, wie wichtig und notwendig die Windmessung für eine gute Verarbeitung der Temperaturaufstiege sind. Dazu kommt noch der praktische Nutzen für die Flugstreckenberatung. Eine eingehende Durcharbeitung ermöglicht es, die für den Flugzeugführer wichtige zeitliche Veränderung des Höhenwindfeldes zu erfassen. Es wird so möglich auch mit Hilfe von Windmessungen, die schon einige Stunden alt sind, noch verhältnismäßig genaue Angaben über die Höhenwinde zu machen. Notwendig für eine gute Durcharbeitung ist aber vor allem gutes Material. Es müssen zu den synoptischen Ter - minen möglichst viele Messungen vorliegen, die auszu - messenden Ballone müssen gleiche Steiggeschwindigkeiten haben und nach Möglichkeit bis zu 5000 m Höhe verfolgt werden. Wünschenswert erscheint außerdem eine möglichst gleichmäßige Steiggeschwindigkeit.

Nr.16: Dr. K. S c h r e i b e r

Vorteile und Gefahren der Synopsis.

Schon seit den berühmt gewordenen Untersuchungen Leverriers [1] über den Balaklawasturm wurde allgemein anerkannt, daß eine Beurteilung der Wetterlage über einem größeren Gebiet nur dann Erfolg haben kann, wenn die Gleichzeitigkeit der Beobachtungen zugrunde gelegt wurde. Der Anstoß zur Einführung eines synoptischen Systems war mit den Ergebnissen Leverriers gegeben und so konnte allmählich der Wetterdienst mit synoptischer Grundlage aus der Wiege gehoben werden.

Wenn wir nun seit Jahren im öffentlichen Wetter - dienst mit der synoptischen Methode arbeiten und unter

Anwendung der Erfahrungssätze erfahrener Köpfe den Wirtschaftswetterdienst betreiben, so mußten wir bei objek - tiver Beurteilung der Güte der Vorhersage erkennen, daß im Laufe der Zeit nennenswerte Fortschritte nicht ge - macht wurden. Einmal lag diese betrübende Erkenntnis an dem lückenhaften Beobachtungsnetz, das andere mal aber an der veralteten Methode, mit der man die Wetterlage beurteilte. Erst die neue Schule hat uns neue Wege ge - bahnt, die wir beschreiben können und zwangläufig be - schreiten müssen, um zu einer rein physikalischen Vor - stellung der atmosphärischen Vorgänge zu gelangen. Daß aber die synoptische Beobachtungsweise auch für die neue Schule die Grundlage bilden mußte, darüber war man sich klar.

Bei der Feinheit, mit der bewußte Forscher, vor allem Bjerknes [2-6)] und Bergeron [7, 19)], letzterer in hervorgehobener Weise, eine Wetterkarten-Analyse vornehmen, reichte natürlich bei weitem die Art der Beobach - tung und Dichte des Netzes nicht aus. Es kam zur Einführung eines anderen Beobachtungssystems, dem Schweden - schlüssel, an dessen Stelle jetzt der international gültige neue Schlüssel getreten ist. Hand in Hand mit dem Ausbau der Beobachtungsweise ging die Erweiterung des Beobachtungsnetzes. Welche überragenden Vorteile ein dichtes Beobachtungsnetz bietet, haben Bergeron und Swoboda [7)] in ihrer Wellenarbeit hervorragend bewiesen. Wenn wir aber bei unserer Analyse in der gleichen Weise vor - gehen, wie es die beiden Autoren taten, wor würden wir in der zur Analyse im öffentlichen Wetterdienst zur Verfügung stehenden Zeit wohl kaum über die Kritik der Be - obachtungen hinauskommen. Der öffentliche Wetterdienst ist nun einmal an eine bestimmte Zeit in der Fertigstellung der Diagnose und Prognose gebunden und kann sich leider nur in gröberer Weise der neuen Methode bedienen.

Wenn nun bei der Wetterkarten-Analyse wohl schon fast durchweg die Bjerknes'sche Lehre von den Fronten An-

wendung findet, so darf darin nicht eine Abkehr von der alten Schule erblickt werden [8], vielmehr soll dies nur ein Beweis dafür sein, daß die Vorstellung der atmosphärischen Vorgänge durch die Bjerknes'sche Schule auf viel konkretere Basis gestellt werden kann. Schon die allgemein verständlich gehaltene Beschreibung der Wetterlage dürfte in der neuen Terminologie den Laienkreisen viel einleuchtender sein als bisher.

Den den Wetterdienststellen obliegenden makrometeorologischen Bertrachtungen über die Entwicklung der Wetterlage stehen die Forderungen nach mikrometeorologischen Daten des Flugwetterdienstes gegenüber, wobei "Mikrometeorologisch" nicht in dem strengen Geiger'schen [9] Sinne zu verstehen ist. Während es sich im öffentlichen Wetterdienst darum handelt, Mittelwerte der Witterungsgebilde über einem Zeitraum von rund 24 - 36 Stunden zu liefern, brachte der Flugwetterdienst eine völlig neue Weisung, die Gestellung einer auf wenige Stunden abgestimmten Vorhersage. Das war das Novum, als der deutsche Flugsicherungsdienst in's Leben gerufen wurde.

Wenn wir uns vergegenwärtigen, mit welch primitiven Hilfsmitteln wir im Jahre 1924 die ersten Streckenberatungen anzufertigen hatten und den Vergleich mit dem heutigen Stande ziehen, so kann man jeden jetzt erst eintretenden Flugmeteorologen fast beneiden, aber mehr noch bedauern. Ich lasse daher die Beantwortung der Frage, was besser ist, sich in ein gemachtes Nest setzen, oder ein Gebäude von Grund auf mit aufzubauen, offen.

Während man früher zwar über Streckenmeldeämter verfügte, die alle nur als Postobse liefen, dreistündige Beobachtungen eines sehr lückenhaften Netzes als Wetterkartenmaterial hatte und sich in der Europakarte aus Personalmangel nur mit dem Sammelobs Hamburg begnügen mußte, sind heute schon die in- und externen Bedingungen für den Flugwetterdienst fast ideal. Die Entwick-

lung zu diesem Zustand lag einerseits in der Vergröße - rung der Luftwege, andererseits aber nicht zuletzt in der zunehmenden Anerkennung des Flugsicherungsdienstes.

Die Erfahrungen nun, die ich während meiner längeren Praxis im Flugberatungsdienst gesammelt habe, gipfelte immer wieder in der Erkenntnis, daß die Beratung ei - nes Kurz- oder Langstreckenfluges gleichviel nur erfolgreich anhand der Wetterkarte sein konnte. Die bei der Abfassung der Streckenvorhersage zu Hilfe genommenen Streckenmeldungen führten nur zu subjektiv infizierten streckenhaften Beratung, bei der die meteorologisch - synoptischen Momente zu stiefmütterlich wegkamen. Meine schon im Erfahrungsbericht 1928 [10] gestellte Forderung nach Einführung der synoptischen Beratung unter Wegfall der Streckenmeldungen war meines Erachtens schon damals berechtigt. Jahre sind aber vergangen, bis diese notwendige Forderung Allgemeingut wurde, wenn auch heute noch Gegener der Synopsis sich regen werden.

Wollen wir zunächst einmal der berechtigten Frage näher treten: "Können wir in allen Fällen die Synopsis in reinster Form anwenden ?"

Rein wissenschaftlich muß diese Frage bejaht wer - den. Von vornherein sei bemerkt, daß mit der Bejahung der Frage die Voraussetzung des Vorhandenseins der zur Sache geeigneten Meteorologen einhergeht. Von der Praxis aus aber müssen wir zwei die Synopsis erschwerende Momente unterscheiden:

1.) Präzedenzfälle in der Wetterlage (Alternativ-Wetterlagen).

2.) Den Flugzeugführer.

Nicht selten steht der Meteorologe vor der Frage: Kann der Flug noch durchgeführt werden oder nicht ? Die Entscheidung hierüber ist oftmals schwer zu fällen, insbesondere dann, wenn es sich um Gebirgsstrecken handelt. Baumann [11] hat in seiner vorzüglichen Untersuchung über die Windströmungen an den Deutschen Mittelgebirgen ge -

zeigt, wie außerordentlich stark das Stromlinienbild durch Geländeerhebungen beeinflußt und verändert wird. Die so variierten Strömungen werden dann auch variierend auf die Kondensationserscheinungen und was damit alles im Zusammenhang steht, einwirken. Gerade diese Momente richtig zu erfassen ist die Schwierigkeit, mit der bei Präzidenzfällen zu kämpfen ist. Natürlich bezieht sich das in der Hauptsache auf mehr oder weniger lokale Ein - flüsse, ohne dabei die großzügige Beurteilung der Front- lage (z.B. Vorausberechnung einer Front u.ä.) zu beein - trächtigen. Setzen wir allgemein völlig einwandfreie Be- obachtungen, ein Zustand, den wir wohl nie erreichen werden, voraus, so wird in diesen Fällen ein Anruf ein - zelner Schlüsselpunkte genügen, um das Dunkel etwas zu lüften.

Fast ebenso schwierig und wichtig aber ist die Frage: "Wie steht der Flugzeugführer zu der Beratung bei der und der Wetterlage ?".

Hier spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Obenan steht das Vertrauen, das der Führer zum beratenden Mete- orologen hat. Ein jeder wird sich über sich selbst am besten im klaren sein, wie seine Vorhersagen in Piloten- kreisen gewertet werden, wenn er konsequent bei einer Meinung bleibt ! Die Streckenerfahrungen, die der Führer gesammelt hat, werden für seinen Entschluß, den Flug durchzuführen oder zu unterlassen, mitbestimmend sein, während die Einstellung zur Wetterlage selbst, ganz all- gemein betrachtet, nicht immer die gleiche sein wird. Gewiß gibt es noch viele Führer, die nach Einführung der Synopsis sich händeringend an die Streckenmeldungen klam- mern. Aber werden wir uns erst einmal klar darüber, daß eine Streckenmeldung nur eine Stichprobe aus der Atmo - sphäre, also zwar etwas absolutes, dabei aber etwas ganz abstraktes ist. Es handelt sich hierbei nur um einen Mo- mentanzustand, von dessen Zustandekommen wir nur wenig Ahnung haben können. Haben wir dagegen von der Station

schon zwei Beobachtungen im Rahmen der Synopsis, so ergibt sich daraus meist schon eine Geschichte. Und in der Geschichte müssen wir groß werden, nicht durch Einzeldaten den Versuch machen.

Welche Grundlagen brauchen wir nun zur Synopsis ? Schon oben wurde auf den Vorteil eines dichten Beobachtungsnetzes hingewiesen. Man beabsichtigt 80 große und rund 20 kleine Meldungen dreistündig beobachten zu lassen. Von den 100 Stationen sind rund 50% durch Laienbeobachter besetzt. Welche Schwierigkeiten bei der Anstellung meteorologischer Beobachtungen oftmals entstehen, wissen wir alle. Die Fehler und deren Streuungen fallen bei Verdichtung des Netzes im gleichen Raume häufiger und bieten daher bei der Kritik und Verwendung des Materials erhöhte Schwierigkeiten. Daß man in der Auswahl der Beobachter natürlich auf die alten, erfahrenen zurückgreift, ist mehr als selbstverständlich. Und trotzdem hat man schon heute bei der Durchsicht des Materials ein Unbehagen bei gewissen Witterungselementen.

In erster Linie ist hier der Luftdruck zu nennen. Schon in Berlin habe ich bemerkt [12], daß einen oftmals die falschen Drucke zur Verzweiflung bringen können und man sich im Flugberatungsdienst nicht auf den Standpunkt stellen kann, die Drucke zu nehmen wie sie sind, sondern man wird ganz automatisch beim Zeichnen der Isobaren von mb zu mb zur Kritik gezwungen. Wo liegt nun der Fehler ? Als Fehlerquellen kommen die folgenden in Betracht:

1.) falsche Ablesung.
2.) nicht verglichenes Barometer (Barometerkonstante).
3.) ungünstige Aufhängung.
4.) falsche Barometerhöhe (nur Ortshöhe, nicht Gebäudehöhe).
5.) falsche Reduktion durch Interpolation, Fehlen einer einheitlichen Reduktionsmethode.

Es wäre zu empfehlen, diese Fehlerquellen einmal einer genauen Untersuchung zu unterziehen. Die größte

Fehlerquelle dürfte aber m.E. in der Reduktionsmethode zu suchen sein. Welche Methode dabei verwendet wird, ist an sich einerlei. Reduktionen mit Tabellen und die dadurch notwendigen lästigen Interpolationen sind immer eine Gefahr. Die einfachste und dabei genügend genaue Methode ist der Abakus, den man für jede Station mit Hilfe des Fluchtlinienverfahrens nach Anleitung des Heereswetterdienstes [13] ohne große Mühe entwerfen kann.

Man geht wohl in der Annahme nicht fehl, daß bei genauer Überprüfung der Fehlerquellen wesentlich genauere und vor allem zuverlässigere Drucke zugrunde gelegt werden können. Wenn wir aber achtungslos darüber hinweggehen, dann ist ein noch größeres Fiasko unvermeidlich, wenn wir erst mit 80 gegenüber 37 Druckbeobachtungen zu arbeiten haben. Es braucht wohl nicht sonderlich betont zu werden, daß eine gut gezeichnete Luftdruckkarte unter Zuhilfenahme der Tendenzen schon allerlei Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung der Wetterlage liefert [14, 15]. Sollten dann noch graphische Operationen [16] vorgenommen werden, dann müssen erst recht die Isobarenkarten die erreichbare Genauigkeit besitzen. Vergessen wir nicht, daß wir nicht, wie mancher glaubt, nur für den Flugwetterdienst arbeiten, sondern in erster Linie der Wissenschaft dienen [17].

Die in der letzten Berliner Sitzung getroffene Vereinbarung, bei Feuchtigkeiten von über 90% den genauen Wert im Klartext zu geben, ist sehr begrüßenswert, aber auch unter Umständen irreführend. Der Grundgedanke war wohl mit Hilfe der Feuchtigkeit und Temperatur das Maß der Übersättigung anzugeben, um Schlüsse auf bestehende Vereisungsgefahr zu ziehen, oder Nebeleinbrüche in den Nachmittagsstunden rechtzeitig zu erfassen. Natürlich haben nur die Werte einen Zweck, die durch Aspiration entsprechend gewonnen wurden. Hygrometer- oder Hygrographenangaben zu machen, ist wohl nur dann zulässig, falls man den mittleren Fehler des Instrumentes

kennt. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß die Lambrecht'schen Instrumente im allgemeinen recht gut und zuverlässig gearbeitet haben und daß die Meßmethode mit einem Haarstrang am einwandfreisten gelten kann. Dank der umfangreichen Untersuchungen von Bongarts konnte Lambrecht zu dieser Vollkommenheit kommen. Falls aber die eben genannten Bedingungen nicht erfüllt sind, sollte hierbei von einer Feuchtigkeitsangabe abgesehen werden, vergl. auch Robitzsch [18]. Ein Analogieschluß aus benachbarten Beobachtungen dürfte sicher nicht mehr Fehler bewirken.

Bei der Angabe von Sichtbeobachtungen dürften keine nennenswerten Fehler auftreten, da diese ja am leichtesten durch entsprechende Sichtmarken zu tätigen sind. Natürlich muß die Antwort der Frage "was ist Sicht"klar liegen.

Wesentlich schwieriger liegen die Verhältnisse bei den Wolkenbeobachtungen. Für Gebirgsstationen machen die Wolkenhöhen wesentlich weniger Schwierigkeiten, da diese meist Anhaltspunkte an Berggipfeln haben. Flachlandstationen dagegen werden wohl größere Fehlerquellen aufweisen. Dieser Übelstand wird aber bei genügender Praxis und mit Hilfe des Wolkenatlas allmählich zu einem Minimum zusammenschrumpfen. Als Idealzustand für Theorie und Praxis wäre der zu bezeichnen, wenn man eine geeignete Auswahl von Stationen trifft, die in Ergänzung zu den Pilotstationen mit Hilfe von Piloten in gewissen Abständen und in besonders fraglichen Fällen eine Wolkenmessung vornehmen würden. Eine wesentliche Mehrbelastung des Etats würde diese Methode wohl nicht bedeuten, wenn man zum Vergleich den wissenschaftlichen Wert heranzieht. Bei der Dichte des Netzes wäre auch hier die Fehlerstreuung dadurch wesentlich vermindert. Dieser Faktor ist um so wichtiger, wenn es sich bei der Wolkenhöhe um die Grenzlage der Durchführungsmöglichkeit eines Fluges handelt.

Mit der Einführung der erweiterten Synopsis tritt auch ganz automatisch eine Verdichtung der Pilotstationen ein. Was hierbei aber in der Anstellung der Messungen der Synopsis zugute gerechnet werden müßte, wurde schon in Berlin anläßlich der Tagung gesagt [12]. Daß natürlich in der Aufteilung der Stationen mit gleichem Gewicht gearbeitet werden muß, ist wohl mehr als selbstverständlich. Der Erfolg und Wert einer Messung ist dann wesentlich vermindert, wenn z.B. von 8 Uhr früh eine Windverteilung von Aachen, Köln und Essen vorhanden ist, und eine neue Messung erst etwa um 14 Uhr zu erwarten ist. Sollten hier nicht auch nur synoptische Grundsätze maßgebend sein.

Wie steht es nun mit der Anwendung der Synopsis im Flugwetterdienst ?

Der Grund der Verdichtung des Beobachtungsnetzes auf synoptischer Grundlage ist zweifelsfrei darin zu suchen, das Gesamtbild zu vertiefen und die räumliche und zeitliche Verteilung der Witterungselemente und deren Begleiterscheinungen besser studieren zu können. In voller Anerkennung der hohen Verdienste der Pioniere der Synopsis und des Wetterdienstes muß doch wohl zuerkannt werden, daß die Güte der Vorhersage im Wetter- und Flugwetterdienst mit der Anwendung der Bjerknes'schen Lehre von Fronten um ein ganz Bedeutendes erhöht werden konnte, worauf schon des öfteren hingewiesen wurde. Und das Ziel der Forschung soll ja auch in erster Linie die Erhöhung der Treffsicherheit und der Wertschätzung der Vorhersagen sein.

Wenn wir nunmehr von der Voraussetzung ausgehen, der gesamte Flugwetterdienst arbeite nur nach der Bergenser Methode, so zieht dies die Forderung einer Einheitsschulung der beratenden Meteorologie nach sich. Das ist aber leider noch nicht der Fall. Wie man auch bezüglich der Frontentheorie eingestellt sein mag, muß das eine doch hoch anerkannt werden, daß die Vorstellungen

über die Entwicklung der Wetterlage durch die Anwendung der Fronten gerade im Flugberatungsdienst wesentlich vertieft wurden. Im Flugwetterdienst sollte es daher zur Selbstverständlichkeit werden, das stark vermehrte Material 100% -tig auszuwerten, wenn man die frontale Verlagerung der Luftkörper - daran ist wohl nicht mehr zu zweifeln - synoptisch-analytisch zu erfassen sucht. Der Begriff "Front" ist im Lexikon der Flugzeugführer schon längst aufgenommen und das sollte man doch nicht außer acht lassen. Freilich spielen sich Vorgänge in unserer Atmosphäre ab, die sich nicht so ohne weiteres frontologisch erklären lassen. Ich denke hierbei an orographische Einflüsse, lokale Nebel und Schauer u.a.m. In der dreidimensional verknüpfenden Analyse Bergerons [10] gibt es sicher viele Kriterien, dieser Sonderfälle Herr zu werden. Der Flugmeteorologe aber kann sich leider aus Zeitmangel nicht mit Details beschäftigen, wobei der Ausdruck "De - tail" nicht so auszulegen ist, als ob diese Präzidenz - fälle Nebensächliches sind, im Gegenteil, davon leben wir ! Aus Zeitmangel - der gesamte Flugwetterdienst ist ja nun einmal auf Minuten abgestimmt - müssen solche Erscheinungen fast außer acht gelassen werden. Aber können solche Details nicht zuweilen doch für die Entscheidung der Durchführung eines Fluges von Bedeutung werden ? Die Praxis hat sicher genügend Fälle aufzuweisen. Gerade das scheinbar Unscheinbare ist oft Tücke des Objektes. Die sich so ergebenden pathologischen Fälle müßten von selbst in die "Klinik" wandern. Die Bearbeitung dieser Wetter - lage wäre dann eine geeignete Winterbeschäftigung des Meteorologen, falls in einer wissenschaftlichen Zentrale die hierzu notwendigen Vorarbeiten bereits getätigt wer - den könnten.

Mit der obligatorischen Einführung der Frontenanalyse muß aber von vornherein vor eine Frontenjagd ge - warnt werden. Gewiß sind die einzelnen Luftkörper ge - staffelt, d. h. auf dem Wetterkartenbild zweidimensional,

also frontal verlegbar. Alle Niederschläge oder sonstige normalerweise mit Fronten auftretenden Begleiterscheinungen mit Fronten in Zusammenhang zu bringen ist auch nicht immer richtig, wie wiederholt in der Bearbeitung von Sonderfällen dargetan wurde. Erfahrungsgemäß aber kommt man in der Beratungstätigkeit völlig mit dem Grundsätzlichen einer Frontenanalyse aus, ohne daß dabei die Güte der Beratung Schaden erleidet. Beschränken wir uns zunächst darauf, ins Auge fallende, große Erscheinungen frontologisch zu analysieren und damit zunächst zu arbeiten, dann dringt man von selbst in die Materie von Zeit zu Zeit tiefer ein und kann dann später auch in der Bergeron'schen "Spitzfindigkeit" seine Befriedigung finden. Damit seien aber die bahnbrechenden Bergeron'schen Untersuchungen nicht an Wert geschmälert.

Gehen wir zunächst nochmal kurz auf den Flugzeugführer zurück. Mit der Einführung der Einheitssymbolik, die aber m.W. leider auch heute noch nicht überall Eingang gefunden hat (!), war schon ein bedeutender Schritt in der Verständigung in der Sprache zwischen Führer und Meteorologen getan. Wenn sich nun aber noch die Terminologie der Frontenlehre allgemein eingebürgert hat, dann haben wir gewonnenes Spiel.

Wenn wir z. B. bei der Beratung eines Langstreckenfluges ein herannahendes Schlechtwettergebiet zu diskutieren haben, so dürfte die frontale Beschreibung viel eindringlicher und auch leichter sein, als nur von einem Regengebiet zu sprechen. Mit einem linear-geometrischen Gebilde und dessen Wanderungsgeschwindigkeit und Richtung sind weit konkretere Weiterungen zu verknüpfen, da die flächenhafte Ausdehnung der störenden Begleiterscheinungen sich dann von selbst verstehen. Beispiele hierfür wird sich wohl jeder selbst bilden können, der über ein gewisses Maß von Erfahrungen verfügt. Bei der Angabe des notwendigen Umgehungsweges wird der Führer das Zwingende sofort einsehen und zugeben, wenn er das

frontologischanalysierte Kartenbild unter den notwendi - gen Erläuterungen des Meteorologen vor sich sieht, an das er sich ohne weiteres gewöhnen wird und - wenn es nichts anderes gibt - gewöhnen muß.

Vergessen wir nie, daß wir in unserer Beratungs - tätigkeit einen Dienst erfüllen, der der Sicherheit von hohem Personen- und Sachwert dient. Seien wir uns weiter bewußt, daß unsere Forschungstätigkeit dem Ausbau und vor allem der Rationalisierung des Luftverkehrs dient und daß wir auf wissenschaftlicher Grundlage unsere Bausteine zusammentragen müssen. Die Einheitlichkeit der Arbeitsweise wenigstens während unserer Beratungstätig - keit ist nicht der Drang einer militärischen Uniformie - rung des gesamten Flugsicherungsdienstes, sondern eine aus der Erfahrung heraus geborene, zwingende Notwendig - keit. Dieser Zwang macht sich aus der Tatsache fühlbar, daß die negativen Urteile, die leider noch oft genug laut werden, mit auf das Konto "Uneinheitlichkeit" zu schreiben sind. Ist es nicht zum Nutzen der Erhöhung der Achtung vor dem Flugwetterdienst, wenn wir alle an ei - nem Strange ziehen und unsere persönlichen Momente und Bedenken fürs erste wenigstens in den Hintergrund stel - len ? Und wer es besser weiß als die frontenanalytisch durchgeführte Synopsis, der kann mit Wort und Schrift den Gegenbeweis antreten. Aber zunächst einmal sollte allgemein die Losung gelten: Einheitlichkeit, Synopsis und Frontenanalyse !

L i t e r a t u r

1) Hellmann "Neudrucke" Nr. 8, Meteorologische Karten
2) Bjerknes J., Über die Fortbewegung der Konvergenz- und Divergenzlinien, Met.Zeitschr. 1917
3) Bjerknes J., On the structure of moving cyclones. Geof.Publ. Vol.I,Nr.2
4) Bjerknes J., Diagnostic and prognostic application of mountain observations,Geof.Publ.Vol.III,Nr.6

5) Bjerknes J. und H. Solberg, Meteorol.conditions for the formation of rain. Geof.Publ.Vol.II, Nr.3

6) Bjerknes J. und H. Solberg, Life history of cyclones and the polar front theory. Geof. Vol.III, Nr. 1

7) Bergeron - Swoboda, Wellen und Wirbel an einer quasi-stationären Front. Veröff. Geophysikal. Institut Leipzig, Bd. III, 1924

8) Peppler, Besprechung zu Burghardt, Flugmeteorologie, Wetter 1928

9) Geiger, Das Klima der bodennahen Luftschichten

10)Schreiber, Bericht über die Erfahrungen beim Flugwetterdienst 1927/28. Erf.Ber.d.Deutschen Flugwetterdienstes 3. Folge

11)Baumann, Strömungseinfluß d.mitteldeutschen Gebirgsrandes usw., Vorl.Mitt.in Sonderband d. Erf.Ber. des Deutschen Flugwetterdienstes

12)Schreiber, Synopt.Flugwetterberatung, Sonderband d. Erf.Ber.d.Deutschen Flugwetterdienstes

13)Handbuch des Heereswetterdienstes

14) Sverdrup, zur Bedeutung d.Isallobarenkarte, Ann.d. Hydrogr. 1917

15)Seilkopf, Darstellung der Böenlinie im Isobarenverlauf, Ann.d.Hydr. 1921

16)Bjerknes V., Dynamik der Atmosphäre

17)Hergesell, Eröffnungsrede...1. Sonderband, Erf. Ber. des Deutschen Flugwetterdienstes

18)Arbeiten des Aeronaut.Observatoriums Lindenberg, Band XVI

19)Bergeron, Über die dreidimensional verknüpfende Wetteranalyse.

Nr.17: Dr. W. M a h r t

Zur Frage der Symbole auf Wetterkarten.

Die internationale Vereinheitlichung des Wetterschlüssels hat auch die Frage der Vereinheitlichung der

Symbole auf Wetterkarten soweit fördern helfen, daß heute ein internationaler Vorschlag dafür vorliegt. Diese Tatsache ist auch für den Flugwetterdienst von großer Bedeutung, bringt eine derartige Vereinheitlichung unter Umständen doch Bestimmungen und Änderungen, die die Beratungstätigkeit maßgebend beeinflussen können. Eine technisch gute und den Aufgaben des Flugwetterdienstes entsprechend gestaltete Wetterkarte kann unsere synoptische Beratung nur fördern und hat Anspruch darauf bei den Flugzeugführern weitgehendst Interesse und Verständnis zu finden.

Wenn hier von Symbolen auf Wetterkarten gesprochen wird, so soll davon abgesehen werden, auf die Einzelheiten des internationalen Vorschlags einzugehen. Vielmehr soll nur der Versuch gemacht werden, sich mit den Grundideen der Darstellung der Wettervorgänge auf Wetterkarten auseinanderzusetzen.

Wenn auf den Arbeitskarten Symbole verwendet werden, so haben diese Symbole zweifellos den Zweck, die Wettervorgänge und Wetterzustände bildhaft anschaulich darzustellen. Als ideales Ziel kann man gewissermaßen aufstellen die bild- g e t r e u e Wiedergabe der Wettervorgänge über einem größeren Gebiet. Wenn wir auch dieses Ziel nie ganz erreichen können, so müssen wir doch bestrebt sein, das Wetterbild, das uns die Karte vermittelt, möglichst eindrucksvoll und übersichtlich zu gestalten.

Bei den Methoden die seither zur bildhaften Darstellung des Wetters auf Wetterkarten verwendet wurden, kann man unterscheiden, solche bei denen hauptsächlich das Symbol und andere bei denen vorwiegend die Farbe in den Vordergrund tritt. Bei den ersteren handelt es sich meist um Einzelsymbole, die hauptsächlich außerhalb des Stationskreises angebracht, bei den letzteren dagegen um mengenhaft auftretende Symbole, die entweder in einem vergrößerten Stationskreis angebracht werden, oder aber

den Raum der ganzen Wetterkarte bedecken.

Die Bildwirkung der Symbole wird zweifellos erhöht, falls sie mengenhaft oder gar farbig auftreten. Die Übersichtlichkeit der Symbole leidet durch ihre Vielheit. Symbole müssen möglichst einfach sein, damit das Karten - zeichnen nicht zu zeitraubend wird und die Karten leserlich bleiben.

Im deutschen Flugwetterdienst sind für die Darstellung der W- und ww-Gruppen seit längerer Zeit Einzelsym - bole im Gebrauch, die abgesehen von wenigen Ausnahmen Anspruch darauf machen können anschaulich zu sein und die sich im Flugwetterdienst allgemein bewährt und auch bei den Flugzeugführern größtenteils schon eingebürgert ha - ben. Diese Einzelsymbole, die neben den Stationskreis geschrieben werden, noch durch weitere Einzelsymbole zur Darstellung der Wolken zu vermehren, wären gefährlich. Die Vielheit der Symbole könnte nur Verwirrung anrichten und würde, ganz abgesehen davon, daß die Flugzeugführer sich sicherlich nicht damit befreunden könnten, niemals ein anschauliches Wetterbild ergeben.

Es fragt sich nun - und besonders für den Flugwetterdienst ist, wie zu Anfang ja schon betont wurde, die Frage von großer Bedeutung - wie die Symbole weiter ausgestaltet werden sollen. Vor allem auch scheint es er - forderlich, die verschiedenen charakteristischen Wolkenformen, die uns der neue Schlüssel vermittelt, bildhaft darzustellen. Wir können nicht gut bei der bisherigen Methode, bei der an den meisten Flugwetterwarten die Wolkenformen in abgekürztem Klartext neben die Station ge - schrieben wurden, verharren, denn sie hat den großen Nachteil, daß es kein Bild des Wolkenhimmels vermittelt und vielmehr das Ablesen der Wolkenformen an jeder ein - zelnen Station erforderlich macht. Bei Verwendung der im internationalen Vorschlag enthaltenen Wolkensymbole wäre dies übrigens nicht viel besser. Wenn wir aber aus die - sem und aus den weiter oben angegebenen Gründen eine wei-

tere Vermehrung der bisher gebräuchlichen Einzelsymbole durch weitere gleichartige Einzelsymbole ablehnen, so müssen wir dem internationalen Vorschlag zu einer bild - haften Darstellung auch der Wolkenformen zu kommen, ei - nen Vorschlag gegenüber stellen, der unseren Zwecken ge- nügt.

Wenn man sich einmal die bisher gebräuchlichen Me- thoden zur bildhaften Darstellung der Wolkenformen näher betrachtet, so kommen hauptsächlich zwei Methoden in Frage und zwar zunächst die Methode Dinkelacker und dann die kürzlich von Becker in den Erfahrungsberichten be - schriebene Methode, die auch früher schon von Stüve an- gegeben und angewandt wurde*).

Die Methode Dinkelacker benutzt bekanntlich ein farbiges und mengenhaftes Symbol, das in einem vergrö - ßerten Stationskreis eingetragen wird. Diese Methode hat einen sehr großen Vorteil. Bei ihr wird die Gefahr, auf die Becker kürzlich hingewiesen hat, nämlich daß die Wolkendarstellung ein Ergebnis der Wetteranalyse ist, vermieden. Sie hat ferner gegenüber jeder Methode, die Einzelsymbole für die Wolkendarstellung verwendet, den Vorzug bildhafter zu wirken. Es wäre jedoch nicht ganz einfach, die Methode Dinkelacker in den Flugwetterdienst einzuführen, weil sie ganz neue und andersartige Karten- drucke verlangt und dadurch eine Revolutionierung unse- res gesamten Kartenzeichnens bedingen würde. Aus diesem Grunde sollte man sich vom Standpunkt des Flugwetter - dienstes aus einmal überlegen, ob es nicht möglich ist, die zur Zeit im Flugwetterdienst gebräuchliche Methode so weiter zu entwickeln, daß sie nicht nur eine bildhaf- te Darstellung der Wettervorgänge gibt, mit denen Hydro- meteore verbunden sind, sondern daß sie auch den Wolken- himmel, der für Flugmeteorologen und Flugzeugführer zur Beurteilung der Wetterentwicklung von größter Wichtig -

---

*) auch im Frankfurter Flugwetterdienst

keit ist, bildhaft darstellt.

Wenn wir uns nun einmal die Methode von Becker etwas näher ansehen, so müssen wir zugeben, daß hier eigentlich nur eine konsequente Weiterentwicklung, des seither im Flugwetterdienst üblichen Wetterkartenzeichnens vorliegt. Abgesehen von verschiedenen Einzelheiten könnte der Flugwetterdienst die von Becker angegebene Methode im Prinzip übernehmen, ohne daß wesentliche Umstellungen erforderlich wären. Wenn durch die farbige Ausarbeitung der Wetterkarte für den Meteorologen auch eine Mehrarbeit entsteht, so bringt sie doch den großen Vorteil, daß die Wetterkarte in Zukunft, auch bezüglich des Wolkenhimmels, für den Flugzeugführer bildhaft wirksam wird. Dieser Vorteil ist nicht zu unterschätzen. Zweifellos wird so auch unsere synoptische Beratungstätigkeit weiter gefördert.

Bei der Flugwetterwarte Frankfurt/M. ist zur Zeit eine Methode ausgearbeitet worden, die ähnlich wie die Becker'sche Methode mengenhaft-farbige Symbole für die Wolkendarstellung verwendet. Dabei sollen die Symbole durch Stempel in die Karte eingedruckt werden. Hierdurch wird ein rasches Arbeiten gewährleistet, ohne daß die Wetterkarte unleserlich wird. Außerdem können auch ohne Schwierigkeit etwas kompliziertere Symbole verwendet werden.

Sobald genügend Erfahrungen vorliegen, soll darüber berichtet werden.

Nr.18: Dr. H. W ö r n e r
Bericht über die Wetterverhältnisse auf der Strecke Königsberg - Danzig.

Nr.19: Ernst J. T h o s t
Die Kaltlufteinbrüche vom 28./29. April und 9. Mai 1931 und ihre Auswirkung im Bereich der Flugstrecke Erfurt - Dortmund.

I. Der Kaltlufteinbruch vom 28./29. April 1931.

Die Wetterlage:

Der Kern eines kräftigen Tiefdruckwirbels lag am 28. 4. 31 um 8 Uhr über Schleswig-Holstein. Die bisher über Mitteleuropa gelegene Warmluftmasse wurde durch kühlere südwestliche bis westliche Strömung mäßiger Stärke nach Osten abgedrängt. Der nachfolgende Einbruch noch kühlerer und feuchter Nordwestluft, der morgens im Bereich der holländischen Küste sich zeigte, vollzog sich jedoch infolge der Stauwirkung der östlich des Rheins aufsteigenden Mittelgebirgszüge staffelweise. Am Boden waren in der Frühe des Tages im ganzen Bereich West- bis Mitteldeutschland keine Temperaturgegensätze vorhanden, auch die prozentuale Feuchtigkeit, die durchweg über 90% lag, lies keine Unterschiede erkennen. In der Höhe der Mittelgebirge herrschte dem normalen Temperaturgefälle entsprechend Temperaturen um und etwas unter 0° - Brocken morgens - 2°, Kahler Asten - 1°, wobei zeitweise Schneeschauer auftraten, während im Flachlande Temperaturen beobachtet waren, die allmählich von 10° im Osten Deutschlands bis auf 6 und 5° in West- und Nordwestdeutschland abnahmen.

Die Höhenaufstiege von Hamburg und Berlin erwiesen gleichermaßen die große Einheitlichkeit der anrückenden Kaltluftmasse. Während in Berlin die untere Grenze der Hauptinversion bei 800 m lag, war sie in Hamburg mit 600m wesentlich tiefer, die entsprechenden Werte für die obere Grenze ergaben 1200 bezw. 1700 m. In Berlin, wo der Einbruch erst zum Abend erfolgte, war die relative Feuchtigkeit am Boden 73% und stieg gegen 900 m auf 98% an, von wo an sie bis 1600 m konstant blieb. Hamburg dagegen beobachtete bereits am Boden 93%, die bis auf annähernd 2000 m 98% erreichte.

Erst zum Nachmittag setzte sich der Hauptschub der Kaltluft durch, so daß der Flug in Richtung Dortmund von

vornherein auf dem nördlichen Schlechtwetterweg ab Kas - sel über Warburg - Büren nach Dortmund als reiner Ver - suchsflug angesetzt wurde.

Die Durchführung des Fluges:

Wetterberatung

Flug von Erfurt nach Dortmund/Essen Strecke 142

ausgegeben am 28.April 1931 um 1445 Uhr v.d.Flugwetterwarte Erfurt

---

Streckenvorhersage gültig bis 18 Uhr.

Bereits ab Hainich starke nachhaltige Verschlechte- rung: fast ununterbrochen Regen, Berge ab 400 m NN meist verhängt, Sicht nur in ganz tiefem Fluge. Re- gen mit Schnee stark vermischt. Dazu längs der Strek- ke bedeutend auffrischend und stark böig. Nieder - schläge nehmen Böencharakter an. - Ganz leichtes Aufklaren höchstens ganz am Ende der Straße. Größ - ter Teil des Fluges über dem Waldgelände unter den allerungünstigsten Bedingungen.

gez. John

Tabelle siehe nächste Seite !

Der Flug selbst war, wie gesagt, als reiner meteo - rologischer Studienflug gedacht, was umso unbedenklicher erschien, als außer Herrn Hassel, Herrn Flugzeugführer Weichard (der bislang auf dieser Strecke eingesetzt wor- den war) und dem Berichterstatter kein Gast der Lufthan- sa mitflog. Zur Startzeit um 1505 Uhr herrschte bei fast geschlossener Wolkendecke, einheitlichem Stratocumulus und einzelnen tiefer treibenden Fractocumuli in 500-600m Höhe, böiger Westwind mit 10-15 m/sec. Die Sichtweite be- trug in Erfurt 30 km annähernd. Jenseits der Fahnerschen Höhen waren von 400 m Flughöhe ü.Gr. aus bereits Anzei - chen von Verschlechterung am Hainisch (460 m) zu erken - nen, der häufig in tieftreibendem, wenn auch stark durch Turbulenz zerrissenem Nimbus mit seinen größeren Erhebun-

Zeit	Höhenwind in km/h Ort	300	600 m Meereshöhe
1400	Erfurt	SWzW 25	WSW 22

Zeit	Meldungen Ort	Wetter zur Zeit der Beobachtung	Sicht	Tiefe Höhe m	Wolken Art	Bedeckung		Bodenwind
1430	Eschwege	nach Regenschauer	2 km	300	ni	10	10	SW 20
1430	Kassel	zeitweise Nieseln	10 km	300	ni	10	10	SW 15
1430	Meimbressen	nach Schauer	4 km	200	ni	10	10	SW 15
1430	Scherfede	nach Regen Meerhof frei	4 km	300	ni	10	10	WSW 20
1430	Brilon	leichtes Nieseln, frei	2 km	200	ni	10	10	W 15
1430	Rüthen	leichtes Nieseln	1 km	100	ni	10	10	WSW 20
1430	Dortmund	starker Regen	2 km	100	ni	8	10	W 30 böig
1430	Essen	mäßiger Regen	2 km	100	ni	10	10	W 30 böig

gen verschwand. Als Folge der Leewirbel dieses Höhenzugs machte sich wachsende Luftunruhe bemerkbar. Von Langensalza, das 1520 Uhr überflogen wurde, mußte Kurs NW auf Mühlhausen zu genommen werden, da sich der Hainich inzwischen restlos eingehüllt hatte und nach dem ausgeprägten Fallstreifen zu schließen, dort ziemlich ergiebige Regenschauer fielen. Der Straße nach Effelder entlang und von Effelder selbst wieder bei südwestlichem Kurs wurde der Uhlenstein, 465 m, passiert und dann Anschluß an die auf Eschwege führende Bahnlinie Dingelstädt-Eschwege gewonnen. Die weite Niederung bei Eschwege, in deren nördlichem Teil Werra und Wehre zusammenfließen, liegt im Lee des Meissner, 750 m, und seiner südlichen Ausläufer mit rd. 450 m Höhe. Die Höhen selbst waren verhängt und wurden südlich umflogen. So wurde der bei Reichensachsen von der nordsüdlich verlaufenden Bahnlinie Eschwege-Sontra westwärts abzweigende Strang nach Waldkappel erreicht, der im weiteren Verlauf dem Lossetal folgend nordwestlich Kurs einschlägt. Die Talung der Wehre und der hinter Hess.Lichtenau einsetzenden Losse bot einen bequemen Umweg um die ringsum in Wolken steckenden Höhenzüge des Rohrbergs und Bielsteins, rund 540 m. Der Flug verlief hier im Aufwindbereich des Leewirbels am Kauffunger Stiftswald, also ziemlich dicht in Hangnähe. Im weiteren Verlauf wurde durch das Lossetal Kassel angeflogen und südlich der Stadt die Fulda gequert (1600 Uhr). Der Regen, der bei Eschwege eingesetzt hatte, dauerte mit immer kürzer werdenden Unterbrechungen an und schien an Ergiebigkeit zuzunehmen. Da das Wolkenniveau sich nunmehr auch beträchtlich senkte, wurde die bisherige Flughöhe von 600 bis 500 m über Grund verlassen und bis Kassel bei etwa 400 m gehalten.

Da der Habichtswald und die westlich von ihm folgenden Höhenzüge: Langer Wald, durchweg verhüllt blieben, wurde nunmehr Kurs Nordwest genommen und das Essetal mit der von Kassel auf Hofgeismar zuführenden Bahn

geflogen. Beim Versuch ab Hofgeismar wieder Westkurs zu nehmen, erschien bei stärker werdendem Regendunst voraus eine einheitliche Front mit ausgeprägtem Böenkragen. Ein Durchbruchsversuch wurde schließlich wegen stürmischer Luftunruhe und strömenden Regens mit entsprechender Sichtverschlechterung aufgegeben. Nach einer Runde in der zwischen Liebenau und Hofgeismar gelegenen Niede - rung, deren nördliche Grenze durch Höhen von nahezu 400m, deren südliche Grenze durch Höhen von 350 m gebildet wird, wurde bei nordwestlichem Kurs eine Lücke der Front erreicht. Die Passage erfolgte unter so starken Böen,daß die Maschine in kurzer Zeit rund 100 m an Höhe verlor,um im nächsten Augenblick um ebensoviel wieder gehoben zu werden. Überraschend war bei der jetzt etwas aufreißenden unteren Wolkendecke, die Lenticularisformen in der Höhe freigab, der kräftige Temperaturrückgang, der erst hinter Warburg, 1620 Uhr aufhörte. Hier trat vielmehr wieder Anstieg ein, ein Beweis, daß die Hauptkaltluft - masse noch nicht bis hierher durchgedrungen, sondern nur ein Vorläufer von ihr mit der passierten Front eingebrochen war. Dem Forst Hardehausen, gleichfalls tief herabverhängt, wurde mit Kurs auf Meerhof, also südlich ausgebogen.

Die zweite und Hauptfront, die jetzt anzog, wurde wie ihr Vorläufer zunächst angesteuert; nach einem wiederum mißglückten Durchbruchsversuch und kurzem Kreisen über dem zwischen Diemeltal-Unter- und Ober-Marsberg und Rhoden weniger modellierten Gelände wurde sie nördlich an einer schwächeren Stelle durchstoßen. Von jetzt an bis zum Ende war kein Nachlassen der Niederschläge mehr zu bemerken. Der Ausblick nach Süden und Südwesten hin, war wenig verlockend, Rothaargebirge, Sauerland über - haupt nicht zu sehen. Auch der nördlich der Ruhr gelegene Haarstrang und Arnsbergerwald war bis in die tiefen Lagen von Wolken und Nebel verhüllt. Der nunmehr mit ziemlich westlichem Kurs bis Dortmund folgende Rest der

Strecke führte über das Sindfeld, dann am Nordrande des Forstes Winnenberg und des Ringelsteiner Waldes längs auf Büren zu. Die Luftunruhe hatte zwar etwas nachgelassen und der Regen war ebenfalls etwas schwächer geworden, aber die Trübung der Luft war so stark geworden, daß selten mehr als 1 km Sicht blieb und Büren selbst unter tiefer, noch nicht 100 m über Grund gelegene Wolkendecke in meist 50 m Höhe angeflogen werden mußte. Von hier bis Anröchte und Soest, ging die Flughöhe nie über 100 m herauf. Bei weit mehr als nach dem Passieren der ersten Front gesunkener Temperatur und der nunmehr einheitlichen, stark böigen Nordwestströmung war jetzt der Kaltlufteinbruch durchgedrungen. Die Windgeschwindigkeit, die etwa 50 km/St. betragen mußte, erforderte einen Vorhaltewinkel von rund 20°. Der Stau an den Bergen brachte die Luftmassen zur restlosen Abregnung, deren Abschluß erst 4 1/2 Stunden nach der 1725 Uhr erfolgten Landung in Dortmund beobachtet wurde.

In der Nacht klarte es etwas gegen 23 Uhr selbst im Bergland, Sauerland, völlig auf. Erst gegen Morgen, am 29. 4. 31, als der Berichterstatter von Velmede, Briloner Bezirk, mit der Bahn zurück nach Dortmund fuhr, kamen Altocumuli auf, während in den Tälern außerordentlich starke Nebelbildung eintrat.

Der um 0900 Uhr in Dortmund angetretene Rückflug nach Erfurt war nach dem Bericht der Flugwetterwarte Essen durch eine Front behindert, die um 0800 Uhr etwa die Linie Paderborn - Brilon - Kahler Asten einnahm. Es war demnach nicht ratsam, auf direktem Kurs zu bleiben, vielmehr mußte der nördliche Umweg auch für diesen Flug eingehalten werden. Eine Änderung der Wetterlage war bis auf die mit fortschreitender Auffüllung des noch immer über Schleswig-Holstein liegenden Tiefs und daraus folgender Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit der Luft im wesentlichen nicht erfolgt. In Dortmund selbst waren bei schwachem Nordwind 9/10 des Himmels mit Stratocumulus

und etwa 2/10 Fractocumuli in 300 - 400 m bedeckt. Die Sicht betrug am Boden rund 4 km, in Flughöhe von 400 m jedoch knapp 1 - 2 km. Von Soest an, das südlich umflo - gen wurde, nahm die Luftunruhe etwas zu, die Stratocumu- lusschicht über uns in 1200 m Höhe schloß sich allmäh - lich, voraus und unter uns wurden Fractocumuli immer zahlreicher. Nach dem Bergland hin war die Trübung sehr kräftig. Die Höhen des Haarstrangs waren bis zum Fuß herab verhüllt und auch das Flachland davor war durch zwar seichte Nebellagen bedeckt, deren sichttrübender Einfluß aber bis zum Flugkurs in horizontaler und verti- kaler Richtung reichte. Beim Passieren von Meerhof, 0935 Uhr, setzte leichter Regen ein. Nach dem Durchstoßen der bis auf etwa 200 m hoch reichenden unteren Kaltluft - schicht führte der Flug bis Meerhof durch merklich wär- mere Luft. Erst hinter Meerhof trat fast momentan Tempe- raturrückgang ein, der den Flugzeugführer zum Schließen der Kühlerklappen veranlaßte. Voraus wurden bei wieder wachsender Böigkeit tiefere Fractocumuli beobachtet und bei Kassel wurde, wie die Beratung ergab, die Front er- reicht. Es zeigte sich allerdings, daß die Front hin - sichtlich ihrer Stärke erheblich eingebüßt hatte. Nur leichter Regen ging nieder und beim Durchfliegen des Frontgebietes selbst hielt sich die Luftunruhe in mäßi- gen Grenzen. Nur beim Passieren des Stirnrandes kam es zu schärferen Stößen. Die Sicht, bisher kaum über 4 km anwachsend, besserte sich rasch und betrug vorüberge - hend 8, später sogar 10 und 20 km voraus. Die selbst bei ruhiger Wetterlage immer merkliche Böigkeit am Kauffun - ger Wald überraschte nicht weiter. Über den südlichen Ausläufern des Meißner, der seine Wolkenhaube trug, war es ähnlich. In diesem Bereich, also zwischen Kassel und Eschwege lag noch eine Zone mit stärkerer Dunstbildung, die eine Sicht nur bis auf 4 km zuließ. Der Rest der Strecke über Treffurt und dem Hainich wurde bei aufrei - ßender Stratocumulus-Decke, nur mäßiger Luftunruhe und

einer Sichtweite von 20 km durchmessen. Die Landung erfolgte 1040 Uhr, also infolge der Umfliegung des Berglandes um 10 Minuten später als Planzeit. In Erfurt herrschte noch Westwind mit 40 km/St. Hier ging die bei Kassel zur Flugzeit gelegene Front erst um 1500 Uhr bei auffrischendem und nach Nordwest drehendem Wind von 40 bis 45 km/St. durch.

II. Der Kaltlufteinbruch vom 9. Mai 1931, und Bericht über die Flugberatung für die Strecke Erfurt - Dortmund.

Im Anschluß an die vorstehende Schilderung eines Schlechtwetterfluges auf der Strecke Erfurt - Dortmund sei noch auf die Beratung dieser Linie vom 9. Mai hingewiesen. Gegenüber der damaligen Lage handelte es sich diesmal um einen langsam erfolgenden Einbruch kühler und sehr feuchter Nordwestluft, wobei der Stau dieser Luftmassen in der letzten Streckenhälfte besonders wirksam wurde und die Durchführung des Fluges bis zum Endhafen als aussichtslos erscheinen ließ.

Wetterlage:

Wie am 28. April lag auch am 9. Mai ein Tiefdruckwirbel über dem Gebiet der südwestlichen Ostsee, allerdings waren die Druckgegensätze wesentlich gemilderter. Schon auf der 11 Uhr-Karte für Deutschland war zu erkennen, daß ein Einbruch kühler, maritimer Nordwestluft dem Flug nach Dortmund Schwierigkeiten bereiten würde. Die 14 Uhr-Karte gab dies noch deutlicher wieder. Auch diesmal waren die Temperaturgegensätze nicht so, daß mit der Ausbildung von Gewittern frontaler Natur gerechnet werden mußte. Den an der Südseite des Tiefs Mitteldeutschland zugeströmten Luftmassen von 18 - 15° Wärme am Boden folgte im Sinne einer Wärmeabnahme gegen Westen und Nordwesten hin wenig kühlere Luft nach. Dabei trat schon um Mittag stellenweise Blockierung der Kurs -

linie Erfurt - Hannover ein, jedoch konnte der Flug eben noch durchgeführt werden. Bis zum Zeitpunkt, da die Beratung für die Dortmunder Strecke sonst fertiggestellt ist, 17 00 Uhr, waren von Köln aus keine neueren Meldungen über Dortmund und Essen seit 1500 Uhr gesandt worden. Es ergab sich somit ganz von selbst, daß die Synopsis, also die Beratung auf Grund der 14 Uhr-Karte in Anwendung kam. Die Nordwestluftmasse zeigte auf dieser Karte einheitliche Zusammensetzung, wie die Temperaturbeobachtungen aus dem Westen mit 10 - 11° am Boden, 5° in der Höhe des Kahlen Astens (830 m) und relativen Feuchtigkeiten von durchweg mehr als 90 - 95% ergaben. Die Sichtverhältnisse im Westen waren um 14 Uhr folgende: Lüdenscheid und Dortmund 2 km, Essen und Köln 4 km. Die Wolkenhöhen waren für die gleiche Stationsfolge 100 - 200, 200 - 300, Essen und Köln 300 - 600 m, wobei die untere Wolkendecke vielfach aufgerissen war, bei Dortmund um diese Zeit nur 4/10 des Himmels ausmachte. Um 16 Uhr 15 gab Wehnde im Eichsfeld eine Gefahrenmeldung, daß im Osten der Station Nebel läge und die Sicht nach dort nur 50 m, nach Westen dagegen über 2 km betrage.

Die Beratung:

Es wurde auf weitere Trübung und Senkung der Wolkendecke im Abschnitt Fahnersche Höhen bis Hainich, also zwischen Erfurt und Kassel geschlossen, gleichzeitig auch für die zweite Streckenhälfte ab Kassel durch den hier natürlich am stärksten wirksamen Stau. Mündlich wurde dem Flugzeugführer der D 786, Herrn Hassel noch mitgeteilt, daß er auf keinen Fall - wenn er schon den Versuch zur Durchführung des Fluges im Hinblick auf die ihm günstig erscheinende Besserung am Streckenende machen wolle - nach Erfurt zurückfliegen solle. Erfurt selbst würde zwar bis zu den Fahnerschen Höhen relativ günstig bleiben, aber gerade das oben bezeichnete Gebiet zwischen Erfurt und Kassel würde durch Nebelbildung rest-

los zugedrückt werden. Es wurde daher angeraten, bei der wahrscheinlichen Aussichtslosigkeit eines Durchkommens ab Kassel, nach Kassel umzukehren.

Die Maschine startete mit 10 Minuten Verspätung - aus technischen Gründen - um 1735 Uhr.

Bis um 2000 Uhr war noch keine Landemeldung eingegangen, woraus der Berichterstatter schloß, daß die Maschine zu einer Außenlandung gezwungen worden war. Nach dem Bericht von Herrn Hassel war der Rückweg von Scherfede nach Kassel hin abgeschnitten. Es wurde dann - in Übereinstimmung mit der Vermutung des Berichterstatters - das etwas freiere Gebiet im Norden von Warburg als Landeplatz gewählt, da hier verhältnismäßig günstiges Terrain im Norden der Stadt, in Nähe des Klingensteins vorhanden ist. Eine Betrachtung der Streckenkarte vor Eingang der Landemeldung, die um 2100 Uhr eintraf - Landung selbst 2000 Uhr -, und die auf dem vorher beschriebenen Schlechtwetterflug gewonnene Erfahrung ließ vermuten, daß der Rückweg nach Kassel durch den Stau an dem der Stadt nach Westen zu vorgelagerten Habichtswald gesperrt sei.

Gerade dieser Flug zeigt mit aller Klarheit, daß der Blick des Meteorologen durch die endlich im Flugwetterdienst eingeführte Synopsis, im Sinne der Ausführungen von Herrn Schreiber (vgl.Erfahrungsberichte 6. Folge Nr. 16), wesentlich geschärft wird und vor allem die eigene Erfahrung zur Geltung kommt, die - seien wir ehrlich - durch die Streckenmeldungen bislang vielfach automatisch in den Hintergrund geschoben wurde.

Als Ergänzung sei noch erwähnt, daß die annähernd um dieselbe Zeit von Erfurt aus nach Frankfurt startende Maschine, Flugzeugführer Herr Osswald, in der Weise beraten wurde, daß möglichst rasch gestartet werden solle. Die Verschlechterung würde südwärts fortschreiten, aber der Flug könne dann noch ohne Bedenken zur Durchführung gelangen. Leider kam es bei dieser Maschine aus technischen Gründen ebenfalls zu einer 10 Minuten-Verspätung

beim Start. Der Bericht des Führers ergab, daß stellenweise und zwar jenseits des Thüringer Waldes, wie in der Beratung vermerkt, Nebel in den Tälern aufgekommen sei und daß sich besonders das Streckenende dicht vor Frankfurt - Taunusbereich - schon stark durch tiefe Wolken und Sichtminderung inzwischen "zugezogen" hatte. Frankfurt selbst war relativ gut geblieben und wies bei der um 1915 Uhr erfolgten Landung noch 4 km Sicht auf.

Vgl. auch Ortmeyer, Köln, Erfahrungsberichte 3.Folge Nr.18 und Mahrt, Wiegand, Mügge, Frankfurt, ebenda 4.Folge Nr. 2 sowie Hofmann, Essen-Mülheim, Bericht über die Meldestellen vom Industriegebiet zum Osten, ebenda 5. Folge Nr. 7.

Nr.20: J. E n g e und W. M a l s c h
Bericht über ein Freiballonfahrt am 19.April 1931.

Nr.21: Dr. W. M a h r t, Dr.F. W i e g a n d, Dr. H. S t e i n h ä u s e r.
Zur Darstellung der Wolken auf den Arbeitskarten des Flugwetterdienstes.

Nr.22: Dr. R. B e c k e r
Zur Frage einer systematischen Ausnützung der Kenntnisse über die spezielle Lage und die Beobachtungsverhältnisse der Meldestellen im Bezirk einer Flugwetterwarte.

Nr.23: E. T h o s t
Die Flugstrecke Erfurt - Stuttgart.
Eine Schilderung ihrer geographischen und flugklimatologischen Eigenschaften zugleich ein Beitrag zur Flugklimatologie von Thüringen.

Nr.24: Christian B a u e r
Technik der Höhenwindmessungen bei Nacht.

Mit Abb. 106 und 107.

Im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung der Pilotwindmessungen bei Nacht über die an der Flugwetterwarte Köln im Laufe der letzten Jahre Erfahrungen gesammelt werden konnten, dürften folgende Ausführungen von Interesse sein.

Ein prinzipieller Unterschied zwischen den Höhenwindmessungen am Tage und bei Nacht besteht selbstverständlich nicht. Es handelt sich bei den Nachtpiloten nur darum, den zu beobachtenden Ballon für das Auge sichtbar zu machen. Diese Sichtbarmachung kann in der verschiedensten Weise geschehen; sie muß aber folgenden Anforderungen genügen:

1. Der Ballon oder der mit ihm verbundene Leuchtkörper muß wenigstens bis in die heute üblichen Flughöhen zu sehen sein;
2. Der Beleuchtungsmechanismus muß einfach zu handhaben und möglichst leicht im Gewicht sein;
3. Es muß sowohl während des Aufstieges, als auch nach einem evtl. Platzen des Ballons jede Möglichkeit einer Gefährdung von Menschen, Gebäuden oder Sachen ausgeschaltet sein;
4. Die Beleuchtungsvorrichtung hat den Anforderungen größtmöglichster Billigkeit zu genügen und muß leicht beschaffbar sein.

Wir glauben, daß unsere hiesige Aufstiegsmethode diesen Forderungen in weitgehendem Maße Rechnung trägt.

Die Sichtbarmachung des Pilotballons für den Beobachter kann geschehen, indem man den Ballon selbst beleuchtet, oder durch eine an den Ballon angehängte Lichtquelle. Die erste Art wurde im Kriege bei Papierballonen häufig angewandt und wird unseres Wissens auch heute noch im englischen Wetterdienst benutzt. Durch eine im Innern des Ballons befindliche Lichtquelle wird die ganze Ballonhülle sichtbar gemacht nach Art der Lampions.

Die zweite Methode fand ebenfalls vor und im Kriege

Verwendung. Man hängt eine kleine Trockenbatterie mit Glühbirne an den Ballon. Diese Methode hat allerdings den Nachteil, daß bei Sternhimmel und bei größerer Entfernung das Licht der Glühbirne schwer zu sehen ist oder mit einem Stern verwechselt werden kann.

Um diesem Übelstand abzuhelfen, wurde früher der Vorschlag gemacht, "Leuchtröhren" nach Art der Christbaumwunderkerzen zu benutzen. Anwendung und Versuche damit sind von W. Malsch*) beschrieben worden. Wir sind hier aus verschiedenen Gründen wieder davon abgekommen, letzten Endes wegen der Feuersgefahr,die immerhin damit verbunden ist.

Bei den Nachtpiloten in Köln verwenden wir Trockenbatterien mit kleinen Glühbirnen. Es werden dabei Stabbatterien benutzt, wie sie auch bei den kleinen Taschenlampen Anwendung finden. Die Länge beträgt 7cm und der Durchmesser 2cm. Die Glühbirne hat 2,5 Volt.Das Gewicht mit der Birne beträgt ca 50 gr. Die Befestigung der Birne an der Batterie geschieht mit Hilfe eines Kupferdrahtes, den man am besten am Boden der Batterie anlötet,an der Seite entlangführt und oben in eine Spirale - entsprechend dem Gewinde der Birne - auslaufen läßt,so daß die Lampe aufgeschraubt werden kann. Am unteren Ende der Stabbatterie bringt man eine Drahtschlaufe an, an der die Befestigung mit dem Ballon durch einen Bindfaden stattfinden kann. Zweckmäßig befestigt man die Drahtschlaufe an den Seiten der Batterie und nicht am Boden, weil sonst durch den Zug am Boden die Teile der Batterie auseinander gezerrt werden können und das Licht erlöscht. Eine solche Beleuchtungsvorrichtung wird uns gebrauchsfertig für etwa 0,60 RM geliefert. Eine Ansicht dieser Leuchtvorrichtung gibt die Abbildung 106.

Über die Länge der Verbindungsschnur Ballon - Bat-

---

*)W. Malsch, Nachtbeleuchtung an Pilotballonen, Zeitschrift f.angew.Met. 1928, S.90 ff.

terie läßt sich streiten. Bei einer zu kurzen Verbindung besteht die Gefahr, daß bei dem bekannten Drehen des Ballons das Licht für den Beobachter zeitweise durch den Ballon verdeckt wird. Bei einer Schnur von 1 - 2 m Länge tritt ein sehr starkes Schwingen ein. Günstig ist eine Verbindungsschnur von etwa 3 - 4 m Länge. Wenn man dann noch beim Starten des Ballons ein Stück in der Windrichtung mitläuft, so daß beim Loslassen des Ballons Beleuchtungskörper und Ballon sich möglichst senkrecht übereinander befinden, so wird ein Pendeln im allgemeinen vermieden. Das Schwingen wird auch herabgemindert durch Unterbrechung der Schnur etwa mit einem Stückchen Draht: Also Schnur - Draht - Schnur.

Ein mit einem solchen Licht versehener Ballon kann bei nicht zu starkem Winde und genügender Wolkenhöhe bis auf 2 - 3 km Höhe verfolgt werden. Falls die Beleuchtung am Ballon so lichtschwach wird, daß durch direktes Sehen in das Okular ein Verfolgen des Ballons nicht mehr möglich ist, hilft oft eine indirekte Methode noch etwas weiter. Die Stäbchen, die am Rande des Auges sitzen,sind lichtempfindlicher als die Zäpfchen in der Mitte. Man muß deshalb das Bild auf den Rand des Auges fallen lassen, was durch seitliches Sehen in das Fernrohr leicht bewerkstelligt werden kann. Ballone von 35 - 45 gr,denen man bei Tag 200 m Auftrieb gibt, können mit der Belastung bequem auf 150 bis 170 m Auftrieb in der Minute gebracht werden. Es ist uns neuerdings gelungen, kleinere Batterien von 1,5 Volt zu bekommen, so daß sich das Gewicht des Beleuchtungskörpers auf etwa 60% reduziert.Hierdurch ist es möglich, dem Ballon einen freien Auftrieb von 200 m/Min. zu geben. Zu beachten ist natürlich,daß das Gewicht der Beleuchtungsvorrichtung mit zum Ballongewicht zu schlagen ist und beim Füllen eine entsprechende Mehrbelastung vorgenommen werden muß.

Eine Feuersgefahr besteht bei diesem Verfahren nicht. Wohl könnte aber zufällig bei einem geplatzten

Ballon die Umwandlung der kinetischen Energie der herabfallenden Batterie in potentielle Schaden verursachen. Über die Haftungsfrage in einem solchen Falle wurde lange mit den zuständigen Behörden und mit Versicherungsgesellschaften verhandelt. Es hat sich ergeben, daß eine besondere Versicherung nicht notwendig ist laut § 29 Absatz 1 letzter Satz, Luft V.G. - Um aber alle Konflikte zu vermeiden, machen wir unsere Höhenwindmessungen so, daß der Beleuchtungskörper an einem Fallschirm befestigt ist. Der Fallschirm wird aus einem alten Stück Seide oder anderem dünnen Stoff von ca 30 cm^2 hergestellt, indem man die Ecken durch Schnüren sinngemäß verbindet. Ein solcher Fallschirm muß vor dem Füllen des Ballons durch den Füllansatz in den Ballon eingeführt werden, damit er beim Aufstieg nicht hemmend wirkt. Wenn der Ballon platzt, öffnet sich der Fallschirm und bringt die Batterie langsam zur Erde. Versuche, sowie Beobachtungen an geplatzten Ballonen haben ergeben, daß der Schirm mit der Belastung langsam zu Boden schwebt mit etwa 3/4 m/s. Selbstverständlich ist auch das wenn auch geringe Gewicht des Fallschirms mit Schnüren beim Füllen des Ballons zu berücksichtigen. Die Unkosten für derartige Fallschirme sind ganz minimal.

Bei Nachtpiloten ist ferner eine Beleuchtung des Theodoliten und des Fadenkreuzes notwendig.Eine einfache Vorrichtung hierfür ist bei W. Malsch an der früher erwähnten Stelle zu finden. Die Nonien von Azimut und Höhenkreis können schon mit einer Taschenlampe beleuchtet werden. Der Beobachter muß sich nur durch eine Pappscheibe zweckmäßig gegen dieses Licht schützen. Für die Beleuchtung des Fadenkreuzes wurde folgende indirekte Beleuchtungsweise vorgeschlagen, welche hier auch heute noch mit Erfolg angewandt wird: Aus weißer Pappe oder weißlackiertem Blech wird ein elliptischer Ring von ca 1 cm Breite und einem Innendurchmesser seiner kleinen Achse etwas kleiner als der Objektivdurchmesser des Fern-

rohrs geschnitten. Diese Ellipse wird mit einer Halte - vorrichtung unter 45° geneigt vor das Objektiv geklemmt. Von der Seite beleuchtet wirft der Ring etwas Licht ins Objektiv und erhellt so das Gesichtsfeld etwas, so daß das Fadenkreuz sichtbar wird. Für regelmäßige Höhenwind-messungen bei Nacht haben wir eine größere Trockenbatte-rie in einem Kasten - bequem auswechselbar - auf dem The-odoliten fest aufmontiert. Von dieser Batterie aus wer - den zwei elektrische Glühbirnen gespeist. Die eine be - leuchtet die beiden Nomien, die andere den oben erwähn - ten elliptischen Ring. Die Stärke des letzten Lichtes läßt sich verändern, so daß die Feldbeleuchtung entspre-chend dem Schwächerwerden der Beleuchtung am Pilotbal - lon variiert werden kann. Eine Behinderung der Tagesauf-stiege durch den Beleuchtungsmechanismus findet nicht statt. Eine Ansicht der Beleuchtungsvorrichtung am Theo-doliten gibt die Abbildung 107.

Falls die Auswertung der Höhenwindmessung schon während der Beobachtung erfolgt, ist an dem Auswertbrett eine Lichtquelle nach Art der Nachttischlämpchen anzu - bringen.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß es von Vorteil wäre, wenn man sich von der visuellen Methode überhaupt freimachen könnte, auch im Hinblick darauf, daß gerade im Nachtluftverkehr sehr viel in und über den Wolken ge-flogen wird. Außer der von Geheimrat H e r g e s e l l angegebenen Abtriftmethode, die im praktischen Luftver-kehr auf Schwierigkeiten stößt, denke ich daran, den Ballon mit einem kleinen Sender zu versehen. Versuche hierüber sind bereits in verschiedenen Ländern durchge-führt. Die Methode dürfte vorläufig noch an den Kosten und der Größe des Senders scheitern, auch bieten die kurzen Wellen, deren Verwendung in erster Linie in Be - tracht kommt, für eine Peilung gewisse Schwierigkeiten.

Nr.25: Dr. H. N o t h

Über Pilotballone mit Zusatzgewicht.

Es ist mehrfach die Frage aufgeworfen worden, ob die Hergesell'schen Tabellen für den Zusammenhang zwischen Ballongewicht, Auftriebskraft und konstanter Steiggeschwindigkeit auch dann noch gelten, wenn das Ballongewicht nicht nur das Gewicht des Gummis, sondern - wie das bei Nachtpiloten üblich ist - auch noch das Gewicht einer Leuchtvorrichtung enthält. Es schien wiederholt, als seien die mit Nachtpiloten festgestellten Windgeschwindigkeiten zu groß. Wenn man den Beleuchtungsapparat an einer Schnur unten pendeln läßt, so ist es nicht unmöglich, daß die infolge der Turbulenz auftretenden starken Pendelbewegungen des Anhängers eine negative Zusatzbeschleunigung erteilen. Allgemeines über die Einwirkung von Anhängseln bei Pilotballonen enthält eine Untersuchung mit aufgehängter Schlange über die Hergesell früher berichtet hat*). Es kam darauf an festzustellen, ob die angehängte Beleuchtungsvorrichtung etwa ähnlich wie diese Schlange wirkt. Von einem näheren Eingehen auf die den Steigtafeln zugrunde liegende Theorie und ihre Berechnungswerte wurde abgesehen und versucht, das Problem experimentell zu klären.

Um die Wirkung der Pendelbewegung auszuschalten, wurde zunächst ein Versuch mit zwei gleichen Goern - Pilotballonen gemacht, von denen der eine normal auf eine Steiggeschwindigkeit von 200 m pro Minute gefüllt wurde, der andere aber 58 gr Ballast ins Innere erhielt und dann dieselbe Steiggeschwindigkeit bekam, wie der gewöhnliche Ballon. Um Vertikalströmungen und Windverschiedenheiten nach Möglichkeit auszuschalten, wurden die beiden Ballone in 2m Entfernung genau auf die Sekunde gleichzeitig losgelassen und mit zwei Theodoliten, die ebenfalls nur 2 m voneinander standen, verfolgt.

---

*)Hergesell: Die Messung der Vertikalbewegungen der Atmosphäre durch Pilotballone, Beiträge zur Phys.d.fr.Atmosphäre VI Bd., Heft 4, S. 187.

Als Werte wurden erhalten:

I. Vergleich:

20. 7. 1931, 11 Uhr 30

Minute	Azimut unbelastet	Azimut belastet	Höhenwinkel unbelastet	Höhenwinkel belastet	Windrichtung unbelastet	Windrichtung belastet	Windstärke unbelastet	Windstärke belastet
1	264.1	264.0	40.4	43.0	23	23	3	3
2	265.1	260.8	38.9	44.7	24	23	4	3
3	259.2	253.7	39.3	46.2	23	21	4	3
4	257.0	251.2	29.8	42.7	22	22	4	5
5	252.7	247.0	37.2	39.3	22	21	6	6
6	249.2	245.2	35.4	31.9	21	21	6	6
7	247.2	241.6	33.7	35.8	21	20	7	6
8	243.6	239.2	32.6	34.0	21	20	7	8
9	240.5	236.8	31.1	32.0	20	20	9	8
10	238.5	234.3	29.7	30.6	20	20	10	9
11	235.7	231.6	28.4	30.2	20	19	10	8
12	233.5	229.4	27.9	28.4	19	19	9	9

Gewicht der leeren Ballone je 60 gr.

Fabrikat: Goern
Steigkraft des unbelasteten: 190 gr
Steigkraft des belasteten: 209 gr sowie Ballast
Steiggeschwindigkeiten: 200 m pro Minute.

Beide Piloten gingen in Wolken und zwar fast gleichzeitig in dieselbe Schicht,

wenn auch an etwas verschiedenen Stellen.

Ein anderer Versuch hatte folgendes Ergebnis:

II. Vergleich:

21. 7. 1931, 17 Uhr

Minute	Azimut unbelastet	Azimut belastet	Höhenwinkel unbelastet	Höhenwinkel belastet	Windrichtung unbelastet	Windrichtung belastet	Windstärke unbelastet	Windstärke belastet
1	285.3	283.8	28.7	30.6	25	25	5	5
2	293.3	294.2	24.0	28.4	27	26	8	7
3	296.2	296.8	22.2	27.8	26	27	10	7
4	297.4	296.0	21.2	28.2	27	26	10	6
5	296.7	293.4	20.9	27.6	26	25	8	7
6	294.8	292.0	20.5	27.0	26	26	12	7
7	293.2	292.5	19.8	27.5	25	26	12	6
8	292.2	290.5	19.6	28.5	25	24	12	5
9	292.8	289.1	19.8	29.8	26	24	8	4
10	291.7	288.8	20.3	30.7	25	25	8	4
11	290.0	-	21.0	-	23	-	7	-
12	289.0	-	21.8	-	24	-	5	-
13	289.1	-	22.4	-	26	-	5	-

3/4 bedeckt mit Cu, Stcu, sehr böiges Schauerwetter. In Wolken.

Bei beiden Versuchen herrschte ungewöhnlich böiges Wetter. Daß in der Atmosphäre sehr kräftige Vertikalbewegungen stattfanden, war an dem Auf- und Niederschlagen der Rauchfahnen und den Bewegungen der Flugzeuge erkennbar. Auch die Ballone wurden, trotzdem sie gleichzeitig und dicht beieinander losgelassen wurden, schnell von turbulenten Luftmassen durcheinandergewirbelt, wie der Augenschein schon erkennen ließ. Ganz besonders schlimm war es am 21. 7., wo vor dem Versuch noch ein kräftiger Regenschauer niederging. Der belastete Ballon kam hier sicherlich in eine Vertikalströmung, die ihn um 3 Minuten früher in dieselbe Wolke beförderte, allerdings an einer anderen Stelle, als der andere Ballon sie erreichte. Einzelne seiner Geschwindigkeitswerte sind deshalb das doppelte des unbelasteten Ballons. Man hat hier einen Luftzustand, bei dem die Abnahme einer konstanten Steigge - schwindigkeit direkt irreführende Ergebnisse hervor - bringt (siehe u. a. z. B. Stöbe *). Über Unterschiede des belasteten gegen den unbelasteten Ballon läßt sich nach dem zweiten Vergleich nichts Bestimmtes sagen.

Etwas günstiger ist der erste Fall. Zwar sind auch hier kräftige Vertikalbewegungen vorhanden. Die Ballone zeigen in den ersten Minuten ziemliche Differenzen, später nicht mehr. Die ermittelten Windwerte differieren nur unwesentlich, sie sind beide recht gut brauchbar. Die Ballone erreichen dieselbe Wolkenschicht in der gleichen Zeit. Man könnte nun hier zwei Annahmen machen: Entweder haben die Ballone verschiedene Steiggeschwin - digkeit, die aber durch die atmosphärischen vertikalen Zusatzströmungen gerade kompensiert wird, oder aber die beiden Ballone haben gleiche Steiggeschwindigkeiten, die Abweichungen am Anfang waren durch Vertikalströmungen verursacht, die sich später wieder ausglichen. Die erste

---

*) Stöbe, Die Messung der Wolkenhöhen mittels Pilotballon, Erf. Ber. 6. Folge Nr. 10.

Annahme wäre schon ein seltener Zufall, wahrscheinlicher ist schon, daß die Steiggeschwindigkeiten gleich sind. Diese Annahme wurde durch die nachstehend beschriebenen weiteren Versuche bestätigt.

Zunächst wurde eine Wetterlage abgewartet, wo mit wenig Vertikalströmungen zu rechnen war. Das trat am 27. Juli ein. Es sollte, wie schon eingangs bemerkt, noch untersucht werden, ob die Aufhängung der Belastung an einem Faden einen merkbaren Einfluß auf die Steigge - schwindigkeit ausübt. Es herrscht ja auch bei wenig turbulenter Strömung doch noch immer soviel Bewegung, daß das Pendel tüchtig hin und her schwingt.

Diesmal wurden die Versuche mit drei Saul-Pilot - ballonen zu je 54 gr durchgeführt, die sämtlich 200 m pro Minute Auftrieb erhielten, wovon aber der eine leer abflog, während dem anderen 58 gr Ballast eingeführt, und dem dritten 58 gr Ballast an einer ca 1 m langen dünnen Schnur angehängt wurden. Nach dem Füllen wurde der Auftrieb noch einmal nachkontrolliert, da in der Wartezeit die zuerst gefüllten Ballone leicht durch Diffusion Gas hätten verloren haben können. Es zeigte sich, daß alle drei Ballone mit ihrem angehängten Gewicht gerade schwebten. Alle drei wurden dann gleichzeitig in zwei Meter Abstand hochgelassen und mit drei Theodoli - ten, die ebenfalls zwei Meter voneinander standen, verfolgt.

Als Werte wurden erhalten:

III. Vergleich:

III. Vergleich:

27. 7. 1931, 11 Uhr 30

Minute	Azimutwinkel unbelastet	Azimutwinkel Ballast innen	Azimutwinkel Ballast mit Pendel	Höhenwind unbelastet	Höhenwind Ballast innen	Höhenwind Ballast mit Pendel	Windrichtung unbel.	Windrichtung B.i.	Windrichtung B.m.P.	Windstärke unbel.	Windstärke B.i.	Windstärke B.m.P.
1	209.9	211.4	209.5	31.3	32.0	29.0	19	19	19	5	5	5
2	207.1	206.0	207.5	23.9	24.9	23.0	18	18	19	10	9	10
3	205.7	205.3	205.8	20.9	21.7	20.0	18	18	18	11	11	12
4	205.4	205.1	205.4	19.8	20.5	18.9	18	18	18	11	11	11
5	205.2	204.9	205.0	18.9	20.2	17.8	18	18	18	11	10	13
6	205.1	206.1	204.8	18.3	20.1	17.5	18	19	18	11	20	12
7	207.3	209.8	206.2	17.9	19.4	17.2	19	20	19	12	12	12
8	210.8	213.4	209.2	17.1	18.4	16.5	20	20	20	15	15	15
9	213.9	216.1	212.4	16.2	17.3	15.8	20	20	21	17	16	16
10	216.0	217.6	215.0	15.5	16.5	15.0	20	20	20	18	18	20
11	217.3	218.4	216.5	15.0	16.0	14.6	20	20	20	19	16	17
12	218.0	218.5	217.4	14.6	15.6	14.2	20	20	20	18	16	19
13	218.2	218.3	218.0	14.2	15.5	14.0	20	19	20	20	15	15
14	218.1	218.3	218.1	14.1	15.2	13.7	19	20	20	16	19	17
15	218.2	218.6	218.0	14.0	15.0	13.5	19	19	19	18	19	19

9/10 St, Ast, Frcu, mäßig böig, in Frcu.

Das Wetter:

Fast bedeckt mit Stratus, unter dem noch einige Fraktocumuli schweben. Die Vertikalströmungen waren sicherlich nur unerheblich, wie auch die Beobachtung der Rauchfahnen und der Flugzeuge erkennen ließ. Daß doch noch turbulente Strömungen vorhanden waren, ist einmal bei dem starken vertikalen Windgradienten selbstverständlich, dann war es auch aus dem Verhalten der Ballone zu beobachten, von denen man mehrfach 2 oder sogar alle 3 im Gesichtsfeld des Theodoliten hatte und beobachten konnte, wie sie eine zeitlang ruhig nebeneinander standen, dann auseinander gingen, dann wieder zusammenkamen.

Die Übereinstimmung der Werte ist fast verblüffend. Sie zeigt einmal, daß die schon vielfach gebräuchliche Art, bei der Bestimmung der Steigkraft den Ballast als Ballongewicht zu behandeln, für die Praxis gerechtfertigt ist, d. h. daß der in der Arbeit von Hergesell eingeführte Koeffizient ß bei dem kleinen Querschnitt des angehängten Beleuchtungskörpers praktisch gleich Null gesetzt werden kann. Die Untersuchung zeigt aber auch, daß die Art der Unterbringung des Ballastes in den Ballon oder als Pendel an ihm ohne Einfluß auf die Ergebnisse ist.

Ein zweiter Versuch derselben Art ergab ähnlich günstige Resultate. Auch hier bleiben die Abweichungen bei Windrichtung und Windstärke innerhalb der Fehlergrenze.

IV. Vergleich:

IV. Vergleich:

28. 7. 1931, 11 Uhr 30

Minute	Azimutwinkel unbelastet	Azimutwinkel Ballast innen	Azimutwinkel Ballast mit Pendel	Höhenwind unbelastet	Höhenwind Ballast innen	Höhenwind Ballast mit Pendel	Windrichtung unbel.	Windrichtung B.i.	Windrichtung B.m. P.	Windstärke unbel.	Windstärke B.i.	Windstärke B.m. P.
1	288.8	288.8	287.2	47.2	50.0	47.2	27	26	27	3	3	3
2	299.6	296.3	297.2	48.8	50.4	46.0	27	29	27	2	2	2
3	301.2	297.6	299.0	49.9	51.0	47.5	27	27	27	3	3	2
4	296.7	291.3	298.5	46.5	45.8	44.1	25	25	27	4	5	4
5	288.5	284.3	291.5	41.0	40.7	39.5	24	24	24	6	7	6
6	282.7	279.5	285.7	37.6	37.3	36.1	24	23	24	7	7	8
7	279.9	277.8	281.0	35.0	34.4	33.8	24	24	24	8	8	8
8	278.3	275.5	279.2	33.0	32.1	31.5	24	24	24	8	9	9
9	276.1	272.7	276.5	32.2	31.2	30.1	23	22	24	7	8	9
10	270.7	269.5	273.5	31.8	30.7	29.6	21	22	22	7	7	8
11	266.2	265.4	270.5	31.5	30.3	29.2	21	21	22	8	8	8
12	261.8	261.3	266.2	30.6	29.4	28.9	20	21	21	9	10	8
13	257.6	257.6	262.5	29.8	28.8	28.2	20	20	21	10	9	9
14	252.6	253.2	258.5	28.7	27.6	27.5	19	20	20	11	12	10
15	247.3	248.1	253.8	27.6	26.6	26.8	19	19	20	12	13	12
16		243.3	248.5		25.4	26.0		19	19		16	13
17		239.7	243.5		34.3	25.1		18	19		16	16
18		237.3	240.2		23.3	24.0		19	19		15	14
19			237.8			28.2			19			16
20			235.2			22.2			19			18
21			233.0			21.5			19			18

Der Ballon mit Pendel ging in Ast, die anderen gingen durch vorüberziehenden Cu verloren.

Die bei Nachtpiloten beobachteten zu großen Ge - schwindigkeiten müssen demnach entweder reell sein oder - was wahrscheinlicher ist - es ist durch das Personal beim Füllen die Leuchtbelastung oder ein entsprechendes Gewicht nicht mit dem Ballon auf die Füllwaage gelegt worden, ein Versehen, das leicht vorkommen kann. Da dann der Ballon zu früh das zu geringe Gewicht hebt, wird die Füllung zu früh abgeschlossen, der Ballon hat zu wenig Wasserstoff, zu geringe Steiggeschwindigkeit und liefert dann zu große Windgeschwindigkeiten.

Nr.26: Dr. B e l l
Beschreibung der Meldestellen Stralsund, Mirow und Lenzen/Elbe.

Nr.27: Dr. K. S c h r e i b e r
Zur Frage der Symbole auf Wetterkarten. (Eine Entgegnung)

Nr.28: Dr. W. W e n z e l
Die Flugwettermeldestellen auf dänischem Gebiet und ihre Meldetätigkeit.

Nr.29: Dr. W. W e n z e l
Der Flugwetterdienst in Kastrup, Malmö, Gotenburg und Oslo.

Nr.30: Dr. E g e r s d ö r f e r , H. H o l z e r
Erfahrungsbericht zur Flugstrecke München - Mailand - (Rom).

7. F o l g e .

Nr. 1: Dr. H. H. S c u l t e t u s
Die Wetterlage des 2. Januar 1931 in ihren Auswirkungen auf den deutschen Luftverkehr und ihren meteorologischen Entwicklungsursachen.

Nr. 2: Dr. P. P u m m e r e r
Die Wettermeldestellen in Mecklenburg im Bereich der Flugwetterwarte Hamburg.

Nr. 3: Flugkapitän H. B a u r
Erfahrungsbericht über die Gesamtflugwetterlage der Strecke Mailand - Rom.

Nr. 4: Dr. H. N o t h und Dr. H. R ü h l
Die Änderung der Sicht um die Zeit des Sonnenaufgangs, mit Abb. 108 - 112.

Es ist eine schon mehrfach erwähnte Tatsache, daß zur Zeit des Sonnenaufgangs mit großer Regelmäßigkeit eine Sichtverschlechterung zu beobachten ist. *)

Gelegentlich des an der Flugwetterwarte Berlin schon seit mehreren Jahren durchgeführten Nachtdienstes wurden sehr viele Beobachtungen über die Sichtverschlechterung um Sonnenaufgang gemacht, wobei sich herausstellte, daß die bereits vorliegenden Erklärungen dem gerade für die Flugmeteorologie so wichtigen Problem noch nicht so vollkommen gerecht zu werden scheint, wie es notwendig wäre. In den frühen Morgenstunden finden viele Flüge statt, deren Verlauf durch die erwähnten Erscheinungen zum Teil außerordentlich stark beeinträchtigt wurde. Um diese einmal genauer zu studieren, wurden an der Flugwetterwarte Berlin von November 1930 bis März 1931 um die Zeit des Sonnenaufganges 1/4-stündliche Sichtbeobachtungen angestellt. Da ein Zusammenhang mit dem Sonnenaufgang bereits feststand und nur die Art des Zusammenhangs genauer untersucht werden sollte, so wurden alle Beobachtungen auf Sonnenaufgang, der in den nachfolgenden Ausführungen mit A bezeichnet wird, bezogen und nach Terminen vor und nach Sonnenaufgang geordnet und gemittelt. Bei der Untersuchung wurde die in der oben erwähnten Arbeit von Stöbe benutzte Methode, nämlich der prozentualen Angabe der Häufigkeit guter und schlechter

---

*) Schmauß: Met.Zeitschr. 1918, Seite 184
Keil: Erf.Ber. I.Sonderband, Seite 20
Stöbe: Erfahrungsberichte 6.Folge Nr. 13
Geiger: Klima der bodennahen Luftschichten, Seite 132.

Sicht, nur in einzelnen Fällen herangezogen, dafür in der Mehrheit klimatologische Mittelwerte verwendet, die einen recht guten Einblick in die tatsächlichen Verhältnisse gewähren und in den Abbildungen 108 - 112 (graphische Darstellungen) ihren Ausdruck finden. *)

Die Kurven für die einzelnen Monate zeigen nur kleine Unterschiede. Bei der Novemberkurve(108a)liegt ein deutliches Minimum in der Zeit 1/4 nach A, bei der Dezemberkurve(108b)bei A und 1/2 nach A. In der Januarkurve(108c)bei 1/2 nach A. In der Februarkurve(108d)bei A und 1/4 nach A. Die Märzbeobachtungen(108e)liegen alle erst nach A. Hier erscheint ein Minimum 1 1/2 bis 1 3/4 nach A. Die Kurve 108 gibt die Mittelwerte sämtlicher Beobachtungen. Sie zeigt ein Minimum bei A und 1/4 nach A. (Ein zweites Minimum bei 1 nach A und ein drittes bei 1 3/4 nach A wurden von uns nicht weiter berücksichtigt, da es sich um Zufallergebnisse handeln kann, keinesfalls aber um ein wesentliches Charakteristikum der Sichtkurve). Aus diesen Kurven, die die Verhältnisse im Mittel wiedergeben, wobei also keine Auswahl besonderer Wetterverhältnisse erfolgt ist, sieht man das schnelle Absinken der Sichtweiten bis zum Sonnenaufgang. Dann bleiben die Verhältnisse für zwei Stunden fast gleich, um sich danach langsam zu bessern.

Es ist nun die uns besonders interessierende Sicht an schlecht sichtigen Tagen untersucht worden. Alle Tage mit einer zeitweiligen Sicht unter 2 km wurden daher vereinigt und wieder klimatologische Mittelwerte gebildet. Die Gesamtmittelkurve 109 zeigt ein Hauptminimum bei A + 1/4 und wieder zwei weniger interessierende Minima bei A + 1 1/2 und A + 2. Instruktiver sind die einzelnen Monatskurven (109 a-d). Eine weitere Sichtgruppie -

---

*)Die Sichtweite wurde von Fall zu Fall in Kilometern beobachtet,in diesem Maß sind die Mittelwerte berechnet und danach auch die graphischen Darstellungen gezeichnet.

rung wurde für Tage mit zeitweise weniger als 1 km Sicht, vorgenommen, die also die reinen Nebellagen umfaßt. Es ergaben sich die Kurven (s.Abb.109 e-h). Gegenüber den vorhergehenden Kurven fällt auf, daß jetzt die Sicht schon etwa eine halbe Stunde vor A sehr schlecht geworden ist und sich dann weiterhin so verhält, wie auch schon aus den Mittelwerten in der Kurve (Abb.108) hervorgeht: Sie bleibt etwa 2 Stunden auf dem erreichten niedrigen Wert stehen. Es scheint so, als ob die Trübung in diesem Falle in der Hauptsache bereits aus der Nacht stammt und die Vorgänge, die um Sonnenaufgang die Trübung verstärken, nicht mehr viel ausmachen. Die Sichtververschlechterung gegen Sonnenaufgang wäre hierbei auf eine optische Wirkung der nun beleuchteten Trübungspartikelchen zurückzuführen.

In den Kurven (Abb. 110 a-d) ist einmal graphisch wiedergegeben, welchen prozentualen Anteil die vorgenannten Tage mit schlechter Sicht am Gesamtverlauf besitzen. Es wurde hier im Hinblick auf die praktischen Erfordernisse des Flugwetterdienstes noch eine weitergehende Spezifizierung in drei Gruppen vorgenommen.

In Abb.110 a sehen wir die relative Häufigkeit der Tage mit Sichtverschlechterung, Nebel- oder Dunstbildung im allgemeinen. Die Kurve steigt von ganz geringen Werten ziemlich rasch auf 34% an (1/4 Stunde nach A), während auch hier nochmals 2 geringere Maxima um A+1 und A + 1 3/4 auftreten.

Den Anteil, den die Tage mit einer Sicht von 1-2 km, also einer nur etwas beschränkten Sicht infolge geringer Trübung oder Dunstbildung haben, zeigt die Kurve (Abb.110 b,)im Hauptmaximum mit Kurve (Abb.110 a)zeitlich sich deckend, in den Nebenmaxima um je eine Viertelstunde verschoben.

Abb.110 c und 110 d weisen einen ziemlich gleichbleibenden Anteil der Tage mit Sicht 500-1000 m (c) und eine Sicht unter 500 m (d) in der Zeit bis eine Stunde

nach A auf, der dann erfolgende Anstieg des Prozentsatzes dürfte wieder durch die mitenthaltenen Märzwerte einseitig beeinflußt worden sein. Die Ursachen hierfür bedürfen noch einer Klärung. Es geht aus den beiden Kurven hervor, daß Tage mit sehr schlechter Sicht in der untersuchten Zeit zwar relativ selten sind, im Maximum 8%, daß diese aber dann, wenn einmal eingetreten, von Bestand ist und sich bis zwei Stunden nach A unverändert verfolgen läßt, wohingegen die Häufigkeit der Sichtverringerung auf 1- 2 km bereits 1 1/2 nach A stark abnimmt. Man wäre also versucht, daraus für die Praxis den Schluß zu ziehen: "Geringe Sichtherabsetzungen, Dunstbildungen, treten zwar um A + 1/4 häufig auf (34%), auch wenn 1 Stunde vor A noch keine Andeutung vorlag, sie klingen aber in der Mehrzahl der Fälle rasch wieder ab (11/2 Stunde nach A)."

In relativ wenigen Fällen (ca. 4%) tritt aber bereits eine Stunde vor A eine Sichtverringerung auf unter 1 km ein (Nebel), die dann mit ziemlicher Sicherheit auch noch zwei Stunden nach A besteht. In diesen Gruppen ist die Häufigkeitszunahme 1/4 vor und 1/4 nach A besonders charakteristisch.

Das Minimum um A + 1 1/4 bis A + 1 1/2 zeigt die in der Praxis oft beobachtete Tatsache, daß in dieser Zeit oft eine vorübergehende Besserung der Sicht eintritt, der aber dann eine ebenso rasche wie gründliche Verschlechterung folgt. Eine genaue Nachprüfung gerade dieser wichtigen Erscheinung und ihrer Ursache soll in den nächsten Jahren durch uns erfolgen.

Nach Schmauß besteht die Wahrscheinlichkeit, daß in der Verdunstung der in der Nacht als Tau am Boden ausgeschiedenen und nun in die Luft eintretenden Feuchtigkeit eine Hauptursache der Trübungszunahme am Morgen zu suchen ist. Aus der Überlegung, daß diese Feuchtigkeitsanreicherung der bodennahen Luftschichten mit der Größe der Windgeschwindigkeit veränderlich sein und dem-

nach im Gang der Sichtverhältnisse auch zum Ausdruck kommen müßte, wurden Beobachtungen nun einmal nach Windstärken gruppiert. Abbildung 111 a zeigt den Gang bei Windstille: Ein schnelles Absinken 1 1/4 vor A mit einem langgestreckten Minimum von ungefähr einer Stunde vor A bis über zwei Stunden nach A, wobei sich die Verhältnisse bis dorthin eher noch verschlechtern als bessern. Die Absolutwerte liegen sehr tief. Bei Windstärke 1 herrscht im Mittel schon wesentlich bessere Sicht. (Abb.111 b) Der Abfall von Nachtsicht in die schlechtere Morgensicht ist allmählicher, das Minimum liegt erst bei 3/4 Stunden nach A, wobei allerdings die Verschlechterung gegenüber A nur noch geringfügig ist. Windstärke 2 (Abb.111 c) zeigt ähnliche Verhältnisse mit einem ausgeprägten Minimum bei A. Bei Windstärke 3 und 4 (Abb.111 d) sind die mittleren Sichtweiten schon erheblich größere, der Steilabfall der Nachtsicht zur Morgensicht ist aber auch hier scharf erkennbar. Das Minimum liegt bei 1/4 nach A,wobei gegenüber A auch kein wesentlicher Unterschied mehr besteht. Sehr interessant ist bei dieser Windstärke, daß bereits 1 1/2 Stunde nach A die Sicht anfängt schnell besser zu werden und von da ab eine fast störungsfreie Zunahme zeigt. Einen ganz sonderbaren Verlauf nehmen die Sichtkurven bei Windstärken von 5 und mehr.(Abb.111e) Nach ausgezeichneter Nachtsicht tritt auch hier am Morgen Sichtverschlechterung ein, die aber nicht wie in anderen Fällen um A oder kurz danach ein Minimum erreicht, sondern weiterhin sehr stark abfällt zu einem sehr scharfen Minimum 2 1/4 nach A. Dieser Fall ist so eigenartig, daß er noch einer genaueren Nachprüfung über eine längere Zeitdauer bedarf. Aus all diesen Kurven ergibt sich, daß allerdings die Sichtverschlechterung am bedeutensten dann ist, wenn infolge schwachen Bodenwindes sich in der Nacht die untersten Schichten mit Feuchtigkeit angereichert haben bezw. Tau liegt. Man sieht jedoch weiterhin, daß die Sichtverschlechterung auch in

allen anderen Fällen eintritt, sogar dann, wenn durch starken Wind eine so lebhafte Turbulenz aufrechterhalten worden ist, daß sicher keine erheblichen Unterschiede, zwischen den alleruntersten Luftschichten und den darüber liegenden bis vielleicht 200 oder 300 m vorhanden sind und eine Taubildung sicherlich auch vollkommen unterdrückt worden ist. Hier müssen also zweifellos noch andere Faktoren mitgewirkt haben.

Das Sichtproblem setzt sich ja bekanntlich aus mehreren Teilproblemen zusammen, die hauptsächlich in das Gebiet der Psychologie und Physik fallen. Das psychologische Problem wird am besten dadurch gekennzeichnet, daß die Empfindlichkeit des Auges für einen bestimmten Lichteindruck um so geringer wird, je intensiver der Gesamtlichteindruck ist. So lange also z. B.auf einen Gegenstand, auf den sich das Interesse richtet,etwa 90% der Gesamtlichtintensität die das Auge erhält kommt, wird er für das Auge deutlich sichtbar sein.Kommen aber noch andere Lichtquellen dazwischen, so daß der Anteil des betreffenden Gegenstandes nur noch - sagen wir - 5% ausmacht, dann wird sein Lichteindruck überdeckt und er wird unsichtbar oder schwach sichtbar. Es sei hier an eine Beobachtung erinnert, die man oft in Sitzungssälen machen kann: Wenn das Zimmer von Rauch erfüllt ist, können die Teilnehmer trotzdem noch alles, was an der Tafel angezeichnet wird, gut erkennen, solange nicht direktes Sonnenlicht in das Zimmer hineinscheint. Bis dahin ist der Rauch kaum zu sehen. In dem Augenblick aber, in dem die Sonnenstrahlen in den mit Rauch gefüllten Raum eintreten, beleuchten dieselben die einzelnen Rauchpartikelchen, die dann alle zu Lichtquellen werden und als breites Lichtband sich zwischen den Beobachter und die Tafel schieben. Dann ist in vielen Fällen eine Sicht zur Tafel stark behindert. Eine noch deutlichere Nutzanwendung dieser Erscheinung ist in der Erfindung des Vorgangs zu beobachten. Am Tage

läßt ein Vorhang genug Licht in das Zimmer, so daß alle Gegenstände darin hell beleuchtet sind. Trotzdem kann ein außen Vorbeigehender nichts von den Vorgängen im Zimmer erkennen, weil auch ein ganz wenig dichter Vorhang die Sicht nach dem Inneren des Zimmers vollkommen verdeckt. In diesem Falle gehen von dem beleuchteten Vorhang unverhältnismäßig viel mehr Lichtstrahlen in das Auge des Beobachters als von den Gegenständen im Zimmer. Die absorbierende Wirkung des Vorhangs spielt fast keine Rolle, im Vordergrund steht vielmehr die Blendwirkung. Daß dies tatsächlich der Fall ist, kann man nach Einbruch der Dunkelheit leicht feststellen. Wenn in dem Zimmer dann auch ein ganz schwaches Licht brennt, das einen Bruchteil der Helligkeit verbreitet wie das normale Tageslicht, so kann ein Außenstehender trotzdem durch den Vorhang hindurch sehen, fast als ob er nicht vorhanden wäre. In diesem Falle ist also die Blendwirkung des beleuchteten Vorhangs aufgehoben, die absorbierende Wirkung bleibt natürlich unverändert erhalten, sie ist aber so gering, daß sie die Sicht nicht wesentlich beeinträchtigen kann.

Das physikalische Problem erstreckt sich, um bei dem Beispiel zu bleiben, darauf, ob genügend Trübungsteilchen vorhanden sind, die die Blendwirkung des Vorganges ausüben können, oder ob vielleicht sogar so viele da sind, daß eine merkbare Absorbtion eintreten kann und ob die Lichtintensität groß genug ist. Wenn so sehr viele Trübungsteilchen vorhanden sind, daß eine Absorbtionswirkung eintritt, dann muß auch bereits in der Nacht schlechte Sicht geherrscht haben, also schlechte Feuersicht gewesen sein, dann beschränkt sich die Vorhangwirkung nur auf eine weitere Herabsetzung der Sichtweite bei Tagesanbruch.

Nach dem Vorhergehenden hängt also die Vorhangswirkung von der Beleuchtung der Trübungsteilchen ab. Die Beleuchtung ist wiederum mehr oder weniger von dem Grad

der Bewölkung abhängig. Um diese Abhängigkeit zu untersuchen, haben wir klimatologische Sichtmittelwerte nach Bewölkungsgraden geordnet und erhielten die Kurve (Abb. 112 a-c). Wie zu erwarten war, ergibt sich bei der schwächsten Bewölkung die schlechteste Sicht. Die Kurve (Abb.112 a) zeigt einen sehr schnellen Abfall von der Nachtsicht bis 1/4 vor Sonnenaufgang. Von Sonnenaufgang ab nimmt die Sicht dann ziemlich schnell wieder zu. Die schnelle Sichtzunahme hängt wohl damit zusammen, daß bei diesen schwach bewölkten Tagen eine verhältnismäßig schnelle Erwärmung der Luft und damit die Verdampfung der sichttrübenden Wasserteilchen, die an den Kondensationskernen hängen, erfolgt. Die Kurven für mehr als halbbedeckten und ganzbedeckten Himmel sind nicht wesentlich voneinander verschieden, so daß sie gemeinsam betrachtet werden können.

Es zeigt sich eine allmähliche Verschlechterung bis etwa A. Danach bleibt die Sicht für längere Zeit ungefähr auf diesem niedrigen Niveau. Der Vergleich der Kurve (Abb. 112 a) mit den Kurven (Abb.112 b und 112 c) ergibt, daß die starke Sichtverschlechterung bei schwach bedecktem Himmel, in der Hauptsache wohl auf die Vorhangs-Blendwirkung zurückzuführen ist, die mit dem Beginn der Helligkeit bei den Kurven 112 b und 112 c sich wohl auch bemerkbar macht, nicht aber in dem Maß wie bei 112 a. Während im Vorhergehenden die in der Luft als feine Tröpfchen vorhandene Feuchtigkeit als alleinige Ursache für die Trübung und Unsichtigkeit berücksichtigt wurde, muß hier doch auch die Tatsache nicht vergessen werden, daß daneben die Rauch- und Staubtrübung einen recht bedeutenden Faktor für unsere Untersuchungen bildet, der nicht übergangen werden darf.

Bekannt ist die Selbstreinigung der Atmosphäre im Laufe der Nacht, die in der Hauptsache eine Folge des Aufhörens der Turbulenz ist. In der Nacht sinken deshalb die Trübungspartikelchen ab. Auch das Einstellen bezw.

Nachlassen der Heizung vermindert die Zahl der in die Atmosphäre geschickten Trübungsteilchen.

Bei Tagesanbruch werden aber durch das Ingangsetzen des menschlichen Tageswerkes ruckhaft große Massen Kondensationskerne in die Luft hinausgeschleudert, teils durch den einsetzenden Betrieb auf den Straßen, die Beförderungsmittel etc., teils durch das Anheizen der Öfen in Wohnungen und Fabriken.

Unsere vorliegenden Beobachtungen sind in Berlin angestellt, wo Kondensationskerne in sehr ausgedehntem Maße hervorgebracht werden. Ein mechanisch-optischer Anteil an der Sichtverschlechterung um Sonnenaufgang durch diese massenhaft in die Atmosphäre gesandten Kondensationskerne ist daher durchaus nicht von der Hand zu weisen, besonders für dicht besiedelte und industrielle Gebiete.

Auch eine chemisch-physikalische Ursache von allgemeiner Bedeutung wäre hier noch anzuführen: Unter dem Einfluß der ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes bildet sich aus dem Stickstoff und Sauerstoff der Luft in kleinen Mengen salpetrige Säure, die stark hygroskopisch ist und deren Moleküle nun ebenfalls als Kondensationskerne wirken.

Immerhin führen alle Betrachtungen immer wieder zu demselben Punkte: Eine nennenswerte Sichtverschlechterung wird praktisch nie allein durch mechanische Beimengungen der Luft erzielt werden (wenigstens in unseren Gegenden im allgemeinen nicht), aber auch das Vorhandensein einer hinreichenden Menge Wasserdampf in der Luft gibt keine hinreichende Erklärung der morgendlichen Sichtverschlechterung. Das ergibt sich noch deutlicher aus der nachstehenden Gegenüberstellung des Sichtverlaufs mit dem Verlauf der relativen Feuchte. Tag für Tag wurde verglichen und es zeigte sich bei diesen Vergleichen, daß wir es besonders mit 3 Gruppen zu tun haben:

1.

1. Tage mit Sichtverschlechterung, denen eine Feuchtig - keitszunahme auf über 90% entspricht.
2. Tage mit Sichtverschlechterung, aber mit Feuchtig - keitsabnahme zum Teil um 20% und mehr.
3. Tage mit gleichbleibender, guter Sicht, aber mit Feuchtigkeitszunahme auf über 90%.

Es stellt sich somit heraus, daß die Angabe der relativen Feuchte, auch unter Berücksichtigung des Temperaturverlaufs, keinen eindeutigen positiven Anhaltspunkt über die weitere Sichtentwicklung ergibt. Ausschlaggebend ist das Vorhandensein genügender Mengen von Kondensationskernen und die Beleuchtung. Würden ebenso wie die täg - lichen Temperatur-, Druck- und Feuchte-Messungen auch tägliche Staubgehaltsmessungen angestellt, und zwar nicht allein am Boden, sondern auch in Höhen bis 50 und 100 m hinauf, so hätten wir unter Beachtung der in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Gesichtspunkte ein wei - teres Mittel in der Hand, um die Sichtprognosen auf eine sichere(re) Basis zu stellen, als dies bis jetzt möglich ist.

Nr. 5: Dr. W. M a l s c h
Vorhersage von Bodennebelbildung, mit Abb. 113 - 115.

Noch viel mehr als bei Flugberatungen am Tage muß der Meteorologe bei der Nachtflugberatung sein ganzes Wissen und seine ganze Erfahrung zusammenfassen, um dem Nachtpiloten eine sichere Prognose zu geben. Vor allem ist die Frage nach dem schlimmsten Feind des Fliegers, dem Nebel, auch für den Meteorologen oft am schwer - sten zu beantworten, zumal mit einer Prognose "später stellenweise Nebelbildung" dem Flugzeugführer absolut nicht gedient ist. Wenn sich dann auch über feuchten Stellen sogar dicker Nebel bildet, der Zielflughafen aber frei bleibt, so betrachtet der Flugzeugführer - und mit einem gewissen Recht - subjektiv die Aussage des Meteorologen oft als Fehlprognose, die ihm nur zu-

nächst unnötige Sorge machte. Der Führer möchte möglichst exakt wissen: bildet sich am Zielflughafen Nebel und wann ? und ferner: bleibt für den Notfall der Ausgangshafen oder sonst ein Landeplatz frei ? Der Beantwortungsmöglichkeit in gewissen Fällen näher zu kommen, soll im folgenden versucht werden.

Durch die Arbeiten von Georgii, Wigand, Willet u. a. sind wir heute über die verschiedenen Nebelarten und ihre Entstehungsweise schon verhältnismäßig gut unterrichtet. Es wird daher wohl keinem Meteorologen bei Vorhandensein einer guten ausreichenden Wetterkarte auch während der Nacht (zu Beginn des vergangenen Sommers haperte es mit den Karten leider noch teilweise). Schwierigkeiten machen Bildung und Zeitpunkt des Eintreffens von Front- oder Mischungsnebel vorherzusagen. Am schwierigsten, namentlich auch hinsichtlich des Zeitpunktes des Eintretens, scheint mir die Vorhersage von Boden-(Strahlungs-)nebel bei antizyklonalem Wetter zu sein, da es sich hier um einen Vorgang in der am Ort praktisch ruhenden Luftmasse handelt, aus der heraus, lediglich abhängig von Feuchte- und Ausstrahlungsverhältnissen, sich der Nebel bildet. Meine Annahme, durch Beobachtung der Ausstrahlung mittels Pyrgeometer oder Tulipan Hinweise auf Nebelbildung zu erlangen, erwies sich als irrig, da nach seinerzeitiger freundlicher Auskunft der Herren Prof. Peppler und Dr.Schmidt (Karlsruhe) die Instrumente erst im Moment der Nebelbildung auf die Ausstrahlungsverminderung reagieren. Vielleicht wäre es auch möglich, durch Beobachtung der Änderung des Potentiales und der Kernzahl (und -größe) Hinweise auf Nebelbildung zu finden, doch hätte eine solche Methode, abgesehen von dem für Flugwetterwarten zu kostspieligen Instrumentarium, auch dadurch wohl nur geringeren Wert, daß der sowieso oft gehetzte und momentan überlastete Nachtmeteorologe kaum Ruhe zu den meist recht subtilen physikalischen Messungen hätte. Auch die Sondierung der unter-

sten 100 - 200 m Luftmasse mittels eines kleinen Ballons mit Temperatur- und Feuchtemessung ist - abgesehen von den Kosten - auf einem Flughafen wegen der Gefährdung der Flugzeuge durch den Fesseldraht undurchführbar. Mir galt es, eine Methode zu finden, mit einfachen Mitteln und Instrumenten, die selbst der Beobachter des Hilfs - landeplatzes anwenden kann, brauchbare Ergebnisse zu erzielen.

Für die Nebelvorhersage ist es zunächst erforderlich, sich an Hand der genauen Diagnose der Wetterlage darüber klar zu werden, ob a) der betreffende Flugplatz in der gleichen Luftmasse (die stagniert oder sich höchstens ohne Turbulenz sehr schwach - Beaufort 1 - 2 bewegt) bleiben wir und b) ob keine Änderung der Ausstrahlungsverhältnisse eintreten wird, d. h. bei klarem Himmel keine später auftretende Wolckendecke die Ausstrahlung abschirmt, bezw. bei Abgleiten von Luftmassen die Wolken sich auflösen werden. In diesem Fall ist allerdings trotz der Klarheit und Ausstrahlung die Nebelgefahr gering, da ja Bedingung a) nicht erfüllt ist,weil aus der Höhe stets andere, sich abtrocknende und sich erwärmende Luft herankommt. Sind aber beide Bedingungen erfüllt, so besteht Gefahr von Bodennebelbildung. Zur Beantwortung der Frage: wann kommt der Nebel ? ist der Gang der Lufttemperatur und -Feuchte genauestens zu verfolgen. Die Messungen müssen sehr genau (Achtung vor Fälschung der Zehntel durch Atem !) mit Assmann- oder Schleuderthermometer (das während des Sommers mehrmals auf seine Richtigkeit zu prüfen wäre !) im Freien vorgenommen werden; Ablesungen der Instrumente in der englischen Hütte haben wenig Wert, da bei windstillem Wetter die dort stagnierende Luft meist etwas zu warm und zu trocken ist. Ich habe die Messungen teilweise viertelstündlich vorgenommen, doch genügen in praxi wohl halbstündliche Messungen, lediglich kurz vor dem vermuteten Nebelbeginn (etwa die letzte Stunde vor-

her) können sie etwas häufiger ausgeführt werden. Der Gedanke ist nun folgender: Die absolute Luftfeuchte bezw. die hiermit aus den Assmann'schen Aspirations-Psychrometer-Tafeln entnommene Taupunkttemperatur bleibt theoretisch konstant, (tatsächlich nimmt sie im Verlauf der Nacht nur wenig ab) die Lufttemperatur sinkt dagegen zunächst rasch, später weniger; erreicht sie die Taupunkttemperatur oder unterschreitet sie gar, ist Nebelbildung gegeben. Ich habe nun die Messungen ab Sonnenuntergang begonnen und dabei folgenden typischen mittleren Ver - lauf der Aufzeichnung der trockenen (T) und Taupunkt - temperatur (τ) und ihrer Differenz gefunden: T fällt zunächst rasch, dann langsamer, τ langsam stetig; ist etwa 1 Stunde vor eigentlichem Nebeleinsatz die Diffe - renz auf ca $1/2^{o}$ gesunken, so ist fast stets zu beobachten, daß sich schon stellenweise leichte Nebelfetzen bilden, wir stehen also schon hart vor der Kondensation. Im Verlauf der nächsten halben Stunde nehmen jedoch T und τ wieder etwas zu - ihre Differenz bleibt gleich - und erst dann erfolgt, oft innerhalb weniger Minuten, er - neuter Fall bis zur Differenz 0 und damit Nebelbildung. Die Wiederzunahme der Temperatur ist sehr charakteri - stisch - sie erklärt sich aus der freiwerdenden Dampf - wärme bei Beginn der ersten Kondensation, wodurch sogar die ersten Nebelschwaden sich wieder auflösen können - und ein fast sicheres Zeichen für baldige Nebelbildung in 1/2 bis 1 Stunde. Zeichnet man die Kurven sich schon vorher von Beobachtung zu Beobachtung auf, so kann man außerdem extrapolierend vielfach schon einige Stunden vor etwaiger Nebelbildung aus den Kurven entscheiden, ob und wann ungefähr $T - \tau = 0$ wird.

Es finden sich nun noch einige charakteristische Kurvenzüge. Abbildung 113 zeigt den typischen Verlauf bei Strahlungsnebel, wobei dessen Eintritt 3-4 Stunden vorher schon als wahrscheinlich, 1/2 Stunde vorher als gewiß angesagt werden kann. Abbildung 114 zeigt ein Bei-

spiel, wo die Nebelbildung schon ganz nahe bevorstand und auch als noch möglich vorhergesagt war, aber durch den ebenfalls erwarteten Aufzug hoher Wolken noch im letzten Augenblick verhindert wurde. Es ist schon der Wiederanstieg von T und τ (um 1 Uhr) vorhanden gewesen, da kam gegen 1 Uhr 30 die Bewölkung und verhinderte weitere Ausstrahlung. Abbildung 115 schließlich zeigt ei - nen Fall, wo trotz wolkenlos werdendem Himmel infolge Abgleitens der Luftmassen keine Nebelgefahr bestand.

Ich habe nun ferner aus 14 gut durchbeobachteten Nächten der Sommer 1930 und 1931 versucht, Beziehungen der Temperaturen zum nächtlichen Minimum zu finden. Leider war das Material noch sehr gering und die Hinzunahme früherer Jahre mit Hilfe der Registrierungen war unmöglich, da die hiesigen Registrierungen leider nicht die notwendige Genauigkeit aufweisen. Bildet man je - weils die Differenz T-m und τ-m zu den vollen Stunden vor Beginn der Nebelbildung, so ergeben sich gewisse Mittelwerte, die 6 - 7 Stunden vor dem Nebeleintritt zwar im Einzelfall vom Mittelwert noch stark abweichen können, 2 - 4 Stunden und weniger vorher jedoch nur noch geringe Schwankungen aufweisen. Bei Nebelbildung ist das Temperaturminimum meist noch nicht erreicht. Die Tabelle gibt T-m und τ-m in Stunden vor Beginn der Nebelbil - dung; die unter T-m stehende Zahlenreihe ("Schwankung") bedeutet den mittleren Fehler der oben stehenden Mittelwerte im Sinne der Ausgleichungsrechnung, hier ange - führt, um zu zeigen, wie kurz vor Nebelbildung die Mittelwerte offenbar immer sicherer werden.

	Stunden vor Nebelbildung								
	7	6	5	4	3	2	1	1/2	0
T-m	7,9	6,7	5,4	4,2	3,3	2,8	2,4	2,3	1,4
Schwankung ±	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
τ-m	4,0	3,7	3,3	2,8	2,4	2,2	1,8	1,9	1,4

Gelänge nun auf irgend eine Weise eine Vorhersage der Minimaltemperatur der betreffenden Nacht, so könnte auf

Grund vorstehender Werte und der zu einer gewissen Zeit beobachteten Differenz T-m und γ -m ebenfalls ein Schluß auf den Zeitpunkt des Nebeleintritts erfolgen, der umso sicherer erschiene, wenn sich eine ähnliche Zeit nach dem zuerst genannten Verfahren bei Extrapolation ergäbe. Eine Möglichkeit, das Minimum zahlenmäßig vorherzubestimmen, gäbe die Formel von Lambert bezw. Angot: $t = t_o + C \cdot 0{,}869^x$ (Hann-Süring, Lehrbuch der Meteorologie S.817), worin t die erwartete Temperatur ist, wenn t_o und C Konstanten sind und x die Zahl der Stunden seit Sonnenuntergang (x=0) ausdrückt. Zur Berechnung des Minimums wäre, dann für x die Zahl der Stunden von Untergang bis etwa Aufgang der Sonne zu setzen. Alles wäre somit schön und gut, würde man den für unseren Ort geltenden Wert der Konstanten t_o und C kennen. Soweit mein geringes Material erlaubte, glaubte ich zu erkennen, daß für Köln die Konstanten jenen von Angot für Paris errechneten (1,c) leidlich gleichen werden; zur genauen Bestimmung ist jedoch eine viel größere Anzahl von Beobachtungen oder einwandfreien Registrierungen aus allen Sommermonaten nötig, als sie mir zur Verfügung stand.

Ich bin mir voll bewußt, in den genannten Abbildungen nur wenig Positives zum Problem gegeben zu haben. Ich nannte sie daher vorsichtshalber "Versuch und Anregung". Der Versuch, aus Beobachtung der Feuchteverhältnisse die Nebelbildung - unter Voraussetzung gleichbleibender Luftmassen - und Bewölkungsverhältnisse ! - zeitlich auf etwa 1/2 Stunde vorherzusagen, dürfte in vielen Fällen glücken. Anregung soll sie sein, um die Kollegen zu veranlassen, Material zu sammeln und zu verarbeiten, um vielleicht auf dem angedeuteten Weg weitere und noch bessere Erfolge zu erzielen.

Für die Praxis wäre noch zu fordern, daß künftig jeder Meldung während der Nacht, gleich ob sie von einer Flugwetterwarte oder von einem Hilfslandeplatz stammt, eine genaue Temperatur- und Feuchteangabe beigefügt wird.

Auf diese Weise ist es möglich, alle Plätze auf etwaige Nebelgefahr zu überwachen. Die Beifügung der vollen Temperaturgrade und Feuchte ist meines Wissens schon vorgesehen, doch müßte die Formel unbedingt "TTTPP" lauten, um noch Zehntel der Temperatur zu geben, woraus in Verbindung mit der relativen Feuchtigkeit "PP" mit Hilfe der Aspiations-Psychrometer-Tabellen die genaue absolute Feuchte (Dampfdruck) und damit die Taupunktstemperatur ermittelt werden kann.

Nr. 6: Dr. W. S c h w e r d t f e g e r
Über die Möglichkeit der Verwendung von Gradientwindberechnungen im Flugwetterdienst.

Bei der schnellen Entwicklung der technischen Hilfsmittel des Fliegers, - Funkpeilung, Blindfluggeräte - hat sich in der letzten Zeit in viel stärkerem Maße als in den ersten Jahren des Flugwetterdienstes das Bedürfnis herausgestellt, auch dann Angaben über die Windverhältnisse in der Höhe zu erhalten, wenn Nebel, niedrige Wolken oder andere Umstände eine Höhenwindmessung mit Pilotballonen unmöglich machen. Dann stehen dem Flugmeteorologen in Deutschland heute im günstigsten Falle zwei Drachen- oder Fesselballonmessungen zur Verfügung. Der Zukunft gehört wahrscheinlich die Höhenwindmessung durch Funkpeilung, aber man wird sicher noch einige Zeit warten müssen, bis diese Methode soweit entwickelt ist, daß sie sicher und für den praktischen Dienst billig genug arbeitet, um mit Erfolg verwendet werden zu können. Die Peilung eines Flugzeuges zwecks Gewinnung von Höhenwind-Daten ist ja bislang mit geringem Erfolg erprobt worden *).

---

*) H. Kirsten: Bericht über die Ergebnisse von Versuchsflügen zwecks Ermittlung der Höhenwindverhältnisse durch Funkpeilung eines konstanten Kurs mit konstanter Geschwindigkeit steuernden Flugzeuges. Erf. Ber.d.deutschen Flugwetterdienstes V.Folge Nr. 29.

Unter diesen Umständen liegt der Gedanke an die Verwendung von Gradientwindberechnungen nahe. Die vielen Einwände, die man dagegen erheben mag, sind jedenfalls nicht in dem Umfange begründet und berechtigt, daß ein Verzicht des Flugwetterdienstes auf Gradientwindberechnungen in dem augenblicklich vorliegenden Ausmaße erklärlich erscheint.

Niemand wird leugnen, daß bisweilen Fälle vorkommen, in denen zwar eine Pilotvisierung unmöglich, eine Gradientwindrechnung aber möglich ist, deren Resultat der Wirklichkeit hinreichend nahekommt. Wieweit die Genauigkeit der Berechnung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung geht, hat z. B. Gold bereits 1908 ausführlich behandelt *) und hat insbesondere die überraschend gute Übereinstimmung zwischen dem in 500 - 1000 m Höhe gemessenen und dem aus Bodendruckwerten berechneten Wind gezeigt. Man soll sich auch über die Genauigkeit der Höhenwindmessung durch einfache Visierung eines Pilotballons nicht Täuschungen hingeben: die Geschwindigkeitsmessung hat mit nicht unerheblichen Fehlern zu rechnen, während die Richtungsbestimmung größere Genauigkeit beanspruchen kann **) ***) ****) . In der Tat spricht

---

*) E. Gold: Barometric gradient and windforce. M.O. Nr. 190, London 1908.

**) Tetens: Über die Sicherheit der Pilotvisierungen mittels eines einzigen Theodoliten. Ergebnisse der Arbeiten des Preuß.Aeronaut.Obers.Lindenberg, Band VI, 1911.

***) W.Stöbe:Erfahrungen b.Pilotballonmessungen.Zschr. f.angew.Met.1928.

****) H.Hergesell:Die Bedeutung d.Pilotballonaufstiege f.d.prakt.Aerologie.Rapport de la XI.Reunion de la Com.Int.pour L'Aerostat.Scient.Monaco 1909, Straßburg 1910.

ja gerade der Umstand, daß der Flugmeteorologe für die Streckenberatung - nicht für die allgemeine Wetterprog - nose - besonders auf die Windverhältnisse in 300 - 1500m Höhe achten muß, für die Verwendung von Gradientwindbe - rechnungen im Flugwetterdienst.

Im folgenden soll auf Grund der Tatsache, daß es Wetterlagen gibt, in denen eine Gradientwindrechnung für den Lugmeteorologen zweckdienlich sein kann, diejenigen Situationen, die in Frage kommen, kurz skizziert und schließlich zwei Tabellen angegeben werden, die mit hinreichender, aber auch nicht übertriebener Genauigkeit die Ermittlung des Gradientwindes aus den Arbeitskarten des deutschen Flugwetterdienstes im Maßstabe 1 : 2,5 Millionen in wenigen Minuten ermöglichen, und mit einem geringen Mehraufwand von Arbeit auch aus anderen ge - bräuchlichen Wetterkarten. Jeder Meteorologe nimmt in - stinktiv und vielleicht auch bewußt bei der Beurteilung der Strömungsverhältnisse der Atmosphäre auf Grund einer Wetterkarte "Gradientwindüberlegungen" zu Hilfe, aber diese nur allgemeine Beurteilung bedeutet doch einen unnötigen Verzicht auf mögliche Präzision; z. B. ist der bei größeren Windgeschwindigkeiten beachtliche Einfluß der Krümmung der Luftbahnen sicher nicht jedem gegenwärtig und auch garnicht so leicht anschaulich zu erfassen; eine graphische Tafel, die diesen Einfluß deutlich zeigt, entwarf z, B. H. Tröger *). Der auf den Wetter - karten mancher öffentlicher Wetterdienststellen angegebene kleine Gradientwindmesser (nach Bjerknes) berück - sichtigt auch diesen Einfluß nicht und enthält schon deshalb, abgesehen von dem hierzu ungeeigneten, zu kleinen Maßstabe der Karten, eine Ungenauigkeit, die größer ist als die durch eine innere Unstimmigkeit des ganzen Vorgehens gebotene. Diese innere Unstimmigkeit besteht

---

*) H. Tröger: Die Geschwindigkeit der Fronten. Mitt.d. Pr.Aeronaut.Observat. Lindenberg, März 1927.

darin, daß von einem Isobarenbilde, das aus Bodendruckbeobachtungen nach allen möglichen Reduktionen gewonnen ist, auf die Strömungsverhältnisse in 300 - 1500 m geschlossen werden soll. Viel besser wäre es natürlich, man könnte mit Druckwerten bestimmter Höhenstufen den zugehörigen Gradientwind berechnen; das scheitert an der Ungenauigkeit der Höhendruckbeobachtungen. Man wird aber viel einfacher und mit weniger Ungenauigkeit von den aerologischen Daten auf die Strömungsverhältnisse schließen können, wenn man dazu übergeht, anstelle der Druckwerte bestimmter Höhenstufen die Geopotentiale bestimmter Isobarenflächen anzugeben.

Gold hat in der genannten Arbeit die in Berlin und Lindenberg im Jahre 1905 in 1000 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeiten und -Richtungen mit den aus den Bodendruckwerten berechneten bezw. mit der Richtung der Bodenisobaren verglichen, wozu er nicht nur die Aufstiege bei ruhigen Wetterlagen, sondern alle Aufstiege des Jahres 1905 verarbeitete. Er kommt zu den Resultaten: die in 1000 m Höhe beobachtete Windgeschwindigkeit ist in der warmen Jahreszeit im Durchschnitt um 10 - 20%, in der kalten Jahreszeit um ca. 5% geringer als die aus den Bodendruckwerten errechnete; die in 1000 m Höhe beobachtete Windrichtung unterscheidet sich von der Richtung der Bodenisobaren im Mittel um weniger als 1/32 der Windrose, wobei in der Mehrzahl der Fälle der beobachtete Wind gegen die Richtung der Isobaren linksdreht; die Abweichung ist wieder im Sommer etwas stärker als im Winter. Gold hat außerdem noch die Temperaturverteilung an der Erdoberfläche diskutiert, diese hat nur in Fällen außergewöhnlicher Temperaturgegensätze einen merklichen Einfluß. Aus der Tatsache, daß Gold alle Aufstiege des Jahres 1905 verarbeitet hat, folgt ohne weiteres, daß im Mittel aller derjenigen Fälle, die wir als "günstig" für die Verwendung von Gradientwindrechnungen bezeichnen wollen, die Übereinstimmung noch größer sein

wird. Ganz allgemein kann man als "günstige" Wetterlagen diejenigen ansehen, in denen keine sehr schnellen Veränderungen eintreten, in denen sich der Strömungszustand also von dem Wunschtraume der stationären Strömung nicht weit entfernt, und in denen, was oft gleichzeitig vorliegen wird, der vertikale Aufbau der Atmosphäre zumindest bis in die Höhe, über deren Zustand die Rechnung noch Auskunft geben soll, also höchstens 1500 m, keine großen Unregelmäßigkeiten zeigt. Es schließen sich unter anderem auch alle Fälle aus, in denen schwacher Druckgradient und starke Isobarenkrümmung vorliegen. Wenn mit diesen wenigen Bemerkungen der Begriff "günstig" auch nicht exakt definiert ist, so wird doch auch ohne dies jedem Meteorologen ohne weiteres klar sein, was darunter verstanden werden soll. Immerhin kann eine Gradientwindüberlegung ja auch bisweilen bei unregelmäßigem vertikalem Aufbau aufschlußreich sein, z. B. kann man im Falle einer Inversion an der Oberfläche einer niedrigen Wolkendecke bei sonst "günstiger" Wetterlage mit großer Sicherheit von dem Gradientwind auf den tatsächlichen Strömungszustand oberhalb der Inversion schließen, gerade auch dann, wenn der Bodenwind garnicht zu dem Isobarenbilde paßt. Auf die interessante Frage, inwieweit auch Wolkenformen Schlüsse auf die Strömungsverhältnisse zulassen, soll hier nicht eingegangen werden, darüber siehe z. B. Kopp *).

Jedenfalls darf man dem Ergebnis einer Gradientwindberechnung nur trauen, wenn man schon irgend welche Angaben über den Aufbau der Atmosphäre besitzt; dafür geben die Berichte der Drachenstationen und Wetterflugstellen heute ja alle Hilfe. Die Verwendung der Tabellen wird überhaupt oft zwecks Ergänzung schon vorhande-

---

*) W. Kopp: Aerologie einiger Wolkenformen und Wellensysteme in der Atmosphäre. Beiträge nur Physik d. fr. Atmosphäre. Band XIII.

nen aerologischen Materials in Frage kommen, und ist gerade aus diesem Grunde in jeder Hinsicht unbedenklich,da sie nebenbei den großen Vorteil in sich schließt, nicht die geringsten Kosten zu verursachen.

Über die Höhe, in der der Einfluß der Bodenreibung auf die Windgeschwindigkeit so gering geworden ist, daß man ihn getrost vernachlässigen kann, und von der an man den Gradientwind also für den effektiv vorliegenden halten mag, ließe sich in diesem Zusammenhang nur das sagen, was schon in den meisten Lehrbüchern der Meteorologie enthalten ist. Diese Höhe variiert im Mittel natürlich mit dem Koeffizienten der virtuellen Reibung in der untersten Schicht der Atmosphäre, sie ist also wesentlich abhängig von dem vertikalen Temperaturgradienten in der betrachteten Schicht und u. a. auch von dem Relief des Geländes. Nach den vielen verschiedenen Untersuchungen, die hierüber angestellt sind, und die keineswegs immer übereinstimmende Resultate zeitigten, schwankt diese "Einflußhöhe" zwischen 200 und 800 m. Es liegt im Charakter des ganzen Problemes begründet, daß ganz das gleiche für die Windrichtung gilt, die demzufolge mit der Höhe nach rechts dreht, bis sie in 200 - 800 m mit der Isobarenrichtung übereinstimmt. Andererseits werden die Strömungsverhältnisse in Höhen über ca. 1500 m nur noch in der Minderzahl der Fälle in so engen Zusammenhang mit den Bodendruckwerten stehen, daß eine Gradientwindrechnung noch angebracht erscheint. Ganz allgemein läßt sich noch sagen, daß die Rechenergebnisse im Flachland der Wirklichkeit viel näher kommen werden als im Gebirge, weil das Isobarenbild durch die verschiedenen, - für höhere Lagen beträchtlichen - Reduktionen dort vielmehr "erkünstelt" erscheint als im Flachland, und weil sich schließlich auch der Einfluß starker Unregelmäßigkeiten des Bodenreliefs bis in die fraglichen Höhen auswirken mag.

Die beigefügten Tabellen zur Entnahme der Windge -

schwindigkeit sind in direktem Anschluss an die bereits mehrfach genannte Arbeit von Gold berechnet. Ihnen liegt die Gleichung zugrunde:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dn} = 2w \cdot \sin\varphi \cdot v \pm \frac{v^2}{r}$$

dabei bedeuten:

ϱ Luftdichte, $\frac{dp}{dn}$ Druckgradient,
w Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation,
φ Geographische Breite,
v Windgeschwindigkeit,
r Krümmungsradius der Luftbahnen.

Man setzt also stationären reibungslosen Strömungszustand voraus, man berücksichtigt die Abhängigkeit der Luftdichte vom Luftdruck, den Einfluss der geographischen Breite und den der Krümmung der Luftbahnen, dabei muss man sich über die Ungenauigkeit im klaren sein, die man begeht, wenn man später anstelle der Luftbahnen die Isobaren treten lässt; letztere sind im allgemeinen stärker gekrümmt als die Luftbahnen, natürlich kommt auch das Gegenteil vor,, z.B. im NE-Sektor eines nach E wandernden Tiefdruckgebietes. Die Windgeschwindigkeit ist in den Tabellen in m/sec angegeben, weil die meisten Meteorologen doch wohl in dieser Einheit denken und nicht in km/St., und weil ein Vergleich mit etwaig vorliegenden Höhenwindmessungen dadurch erleichtert wird. Die Tabelle 1 gibt die Windgeschwindigkeit in Anhängigkeit vom Druckgradienten unter der Voraussetzung gradliniger Luftbahnen, entspricht also lediglich der Gleichung:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dn} = 2w \cdot \sin\varphi \cdot v$$

sie ist berechnet für 50° geographische Breite und für Druckwerte, die in der Umgebung des Wertes 1000 mbar liegen; die Änderung der Werte für andere geographische Breiten ist folgende:

$v_{54} = 0{,}947 \quad v$

$v_{52} = 0{,}972 \quad v$

$v_{50} = 1 \quad v$

$v_{48} = 1{,}031 \quad v$

Der Einfluß des absoluten Betrages der Bodendruckwerte ist mit genügender Genauigkeit dahingehend anzugeben, daß die Geschwindigkeit, die einem bestimmten Isobarenabstand entspricht, für je 10 mbar geringeren Druck um 1% größer und für je 10 mbar höheren Druck um 1% geringer ist als die aus Tafel 1 zu entnehmende, für 1000 mbar berechnete. Wie schon vorher gesagt, sind die Tabellen für die Arbeitskarten des deutschen Flugwetterdienstes ausgeführt, die den Maßstab 1 : 2,5 Millionen haben; für diese Karten bedeutet das n in der Tabelle 1 diejenige Anzahl von Millimetern, die zwei Einerisobaren in der Umgebung des betrachteten Punktes voneinander entfernt sind. Für eine Karte 1 : 5 Millionen, auf der man die Isobaren etwa von 2 zu 2 mbar zeichnet, würde n den Abstand zweier solcher Isobaren voneinander bedeuten; bei Gebrauch einer Karte 1 : 10 Millionen, auf der man die Isobaren im Abstande von 5 mbar zeichnet, sind die Geschwindigkeitswerte der Tabelle 1 mit 1,25 zu multiplizieren, wenn n die Entfernung zweier Fünferisobaren darstellt. Genau genommen sind natürlich der Einfluß der geographischen Breite und der der Höhe des Bodendruckwertes ihrerseits wieder von der Luftdichte bezw. von der Temperatur abhängig, aber die durch diese Abhängigkeit gebotenen Modifikationen sind so gering, daß man sie zugunsten der Einfachheit des ganzen Vorgehens ohne Bedenken beiseite lassen kann.

Die Tabelle 2 gibt denn mit hinreichender Annäherung die Änderung der aus Tabelle 1 entnommenen Geschwindigkeitswerte durch die Krümmung der Luftbahnen bezw. durch die Krümmung der Isobaren, natürlich getrennt für zyklonale und antizyklonale Krümmung. Der

Krümmungsradius ist in der Tabelle in Kilometern angegeben, um die Verwendung der Tabelle auch bei Karten anderen Maßstabs zu erleichtern. (In der Karte 1 : 2,5 Millionen entspricht 1 cm einer Strecke von 25 km). Zweifellos kann in keinem oder nur im allerseltensten Falle die Krümmung der Isobaren auch nur einigermaßen genau aus einer Wetterkarte entnommen werden, diese Tatsache ist aber für die Gradientwindberechnung von nicht so großer Bedeutung, da die dadurch entstehenden Fehler nur bei großen Windgeschwindigkeiten und starker Krümmung der Isobaren mehr als ca. 10% des errechneten Wertes ausmachen; unter diesen Umständen wird eine Gradientwindberechnung sich aber auch schon aus anderen Gesichtspunkten heraus verbieten. Wenn also der Gradientwind mittels der beigefügten Tabellen bestimmt werden soll, ist der Vorgang der folgende:

Man mißt in der Wetterkarte den mittleren Abstand der Isobaren und schätzungsweise ihren Krümmungsradius in der Umgebung des betrachteten Ortes; dazu eignet sich (worauf mich Herr Dr. Kirsten aufmerksam macht) sehr gut ein "Universalkurvenlinial nach Prof.Bennecke,Potsdam"*), mit dem man den Krümmungsradius einer Kurve schnell und einfach bestimmen kann; dann entnimmt man auf Grund des Isobarenbestandes n den "Rohwert" der Geschwindigkeit und berücksichtigt dessen Veränderung durch die Beträge, um die sich Bodendruck und geographische Breite von denen in der Tabelle verwandten Werte unterscheidet; schließlich entnimmt man aus Tabelle 2 den Einfluß der Krümmung der Isobaren.

Damit ist alles besprochen, was in diesem Zusammenhang erwähnt werden mußte. Daß dabei vieles wiederholt wurde, was jedem Meteorologen selbstverständlich erscheint, da es sich um einfache Tatsachen der dynamischen Meteorologie handelt,ist bedingt durch den Zweck

---

*) Hersteller Gebr. Wichmann, Berlin NW 6.

dieser Zeilen, der darin liegt, auf die Möglichkeit der Verwendung von Gradientberechnungen im Flugwetterdienst hinzuweisen.

Tabelle 1

m/sec-Gradientwind bei gradlinigen mbar-Isobaren für 50° geogr. Breite in Karten des Maßstabes 1 : 2,500 000
n = Abstand, in Millimetern gemessen, zweier von Millibar zu Millibar gezeichneter Isobaren.

Temp. \ n	100	90	80	70	60	50	40	35	30	27	25	23
-20°	3	3	3	4	4	5	6	7	9	10	10	11
-10°	3	3	3	4	5	5	7	8	9	10	11	12
0°	3	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+10°	3	3	4	4	5	6	7	8	10	11	12	13
+20°	3	3	4	4	5	6	8	9	10	11	12	13
+30°	3	3	4	4	5	6	8	9	10	12	13	14

Temp. \ n	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
-20°	12	13	14	14	15	16	17	19	20	22	24	26
-10°	13	14	14	15	16	17	18	19	21	23	25	27
0°	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28
+10°	14	15	15	16	17	18	19	21	22	24	26	29
+20°	14	15	16	17	18	19	20	22	23	25	27	30
+30°	15	16	17	17	18	20	21	22	24	26	28	31

Tabelle 2

m/sec-Gradientwind bei gekrümmten Isobaren.
r = Krümmungsgradius der Isobaren in Kilometern:
$\bar{v}$ = Gradientwind aus Tabelle 1.

a) zyklonal

b) antizyklonal

T a b e l l e 2

a) zyklonal

v \ r	4000	2000	1500	1000	800	600	500	400	300
5 m/sec	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10 "	10	10	10	9	9	9	9	8	8
15 "	15	14	14	13	13	13	12	12	11
20 "	19	19	18	17	17	16	16	15	14
25 "	24	23	22	21	20	19	19	18	17

b) antizyklonal

$\bar{v}$ \ r	4000	2000	1500	1000	800	600	500
5 m/sec	5	5	5	5	5	5	6
10 "	10	11	11	11	12	12	13
15 "	15	16	17	18	19	23	-
20 "	21	22	24	26	28	-	-

Nr. 7: Dr. Ing. G. B a u m a n n

Gronaufflug über das grönländische Inlandeis am 15. August 1931, mit Abb. 116 und 117.

Der nachstehende Bericht gründet sich auf Angaben des an Bord des Flugzeuges geführten Tagebuches und aus Erfahrungen des Verfassers während des Flugberatungsdienstes in Westgrönland. (Godthaab)

1.) Meteorologisches:

In den Tagen vor dem Inlandeisflug war die Wetterlage etwa folgende:

Ein ausgedehntes Hochdruckgebiet breitete sich über dem mittleren Atlantik aus und ließ im Raume Island - Grön - land ungehindert subtropische Warmluft nordwärts flie - ßen. Über Südgrönland entwickelte sich dadurch ein Tief- druckgebiet, welches das Grönlandhoch bis zur Nordost - küste zurückdrängte. Der geplante Flug auf der Route Reyk- javik - Angmagsalik - Godthaab mußte wegen Anhalten schlechten Wetters über Südgrönland aufgegeben werden.

Stattdessen wurde von Reykjavik nach Scoresbysund geflogen, das schon seit Wochen unter dem Einfluß des grönländischen Hochdruckgebietes vollkommen klares Wetter hatte. Die Flugwetterberichte wurden in Godthaab aufgegeben und gelangten funktelegraphisch über Julianehaab - Reykjavik nach Scoresbysund. Die Wetterlage während des Inlandeisfluges geht aus der betreffenden Wetterkarte hervor. (s.Abb.116). Diese Wetterkarte wurde auf Grund der auf Godthaab dreistündlich einlaufenden Wettermeldungen des grönländischen Beobachtungsnetzes gezeichnet. Die Aufzeichnungen des auf dem Inlandeisfluge mitgeführten Meteorographen waren leider nicht exakt auswertbar, ließen jedoch den Gang von Temperatur und Feuchtigkeit recht gut erkennen. Über dem mit Eis bedeckten Fjord von Scoresbysund lag eine einige 100 m hochreichende Inversion. Einen nicht unerheblichen Beitrag dazu lieferte auch wohl die dynamische Erwärmung innerhalb des Hochdruckgebietes, wie aus der starken Abnahme der relativen Feuchtigkeit mit der Höhe hervorging. Bei Aufstiegen an der Westküste wurden bei ähnlichen Wetterlagen ganz ähnliche Verhältnisse vorgefunden: Bodeninversion bis etwa 500 m Höhe, darüber Erwärmung durch Absinken in 2000 m Höhe (über Inlandeisrand an der Westküste) eine Temperatur von $+5^{\circ}$ Celsius und eine relative Feuchtigkeit von weniger als 20%, damit verbunden unbeschränkte Sicht.

Um 12 Uhr 20 wurde in Scoresbysund gestartet und um 14 Uhr das Inlandeis erreicht. In diesem Abschnitt war das Wetter vollkommen klar: wolkenlos, sehr gute Sicht und schwachwindig. Erst später, nach 1 1/2 stündigem Fluge über dem Inlandeise, um 15 Uhr 35, tauchten am Horizont Cirren auf. Etwa 150 km vor der höchsten Stelle des Inlandeises kamen auch tiefere Wolken in Sicht, zunächst Cumuli, später Nimbi, aus denen Schneeschauer niedergingen und die teilweise bis zur Schneefläche herabreichten. Im Süden war dauernd ein hellerer Himmelsstreifen sichtbar, dem Divergenzbereich der Hochdruckachse über

Südgrönland angehörend (s.Abb.116), während die tiefere Bewölkung auf der Flugstrecke und nördlich derselben auf Reste der aufgleitenden Warmluft hindeutete. Mit der Nordwärtsverlagerung der Divergenz setzte sich die Wetterbesserung von Süden nach Norden durch. Dieser Schlechtwetterstreifen wurde an der höchsten Stelle des Inlandeises um 17 Uhr erreicht. Die Flughöhe betrug hier etwas mehr als 3000 m (nach Schätzungen 3080 m). Da eine Temperatur von -1° C gemessen wurde, wurde ein Wolkenflug wegen Vereisungsgefahr vermieden und nach Süden ausgewichen. Das Temperaturminimum von -2° wurde bei Aufklaren westlich der Kammlinie beobachtet. Im Bereich der maximalen Höhe war das Flugzeug nicht über eine gewisse Höhe über Grund zu bringen; die Antenne schleppte zeitweise im Schnee. Das Vorhandensein einer Bodeninversion mit einer vertikalen Erstreckung von etwa 70 m geht aus dem fliegerischen Verhalten der Maschine (überzogener Flugzeugstand) deutlich hervor, ist aber an Hand der wenigen Temperaturmessungen und wegen des starken Vibrierens der Meteorographen-Schreibfedern nicht mit Sicherheit auszumachen. Schneeflächen haben meist kräftige Bodeninversionen zur Folge, die besonders mächtig sind bei wolkenlosem Wetter und im Winter. Das eine größere Temperaturunstetigkeit vorlag, kann auch aus den optischen Verhältnissen geschlossen werden. Der Horizont erschien ringsherum gehoben, so daß die Besatzung den Eindruck hatte, in einer Schüssel zu fliegen, Hebung des Horizontes wird bekanntlich häufig beobachtet bei der Schichtung warmer Luft über kalte. Nimmt man also an, die Maschine habe an der Obergrenze der Bodeninversion "geschwommen", so müßten die Temperaturen in den angrenzenden darüberliegenden Schichten bei -1° C gelegen haben. Ob ein mit der Inversion verbundener Windsprung das Steigen der Maschine außerdem erschwerte, ist nicht festzustellen.

Über dem nach Westen abfallenden Gelände des Inlandeises bot der Flug meteorologisch keine Schwierigkei-

ten mehr, zumal es bald wieder vollkommen aufklarte und die Randgebirge schon weit voraus sichtbar wurden.

2.) Geographisches:

Der in den Scoresbysund mündende Gaase-Fjord bot einen günstigen Anflugweg zum Inlandeise. In dem engeren Teil dieses Fjordes, wo die treibenden Eismengen sehr gedrängt sind, ist kein genügender Raum für Landungen vorhanden. Insofern muß das Gebiet der Eisfjorde an der Ost- und Westküste Grönlands zu der fliegerisch schwierigen Inlandseisfläche hinzugerechnet werden. Den Abschluß des Gaasefjordes bildet ein riesiger Gletscher, der mit dem Inlandeis in Verbindung steht. Es mußte teilweise mit Vollgas geflogen werden, um die Höhe von 2500m (Randhöhe des Inlandeises) zu erreichen. Wie sehr die Angaben der Landkarte an der Grönlandküste trügen, zeigte sich hier besonders deutlich. So fand sich das in Höhe von 2500 m hinter dem eigentlichen Randgebirge durchflogene zweite Gebirge (Gronau-Berge) in der Karte nicht verzeichnet. Erst nach Durchquerung dieses zweiten Gebirges wurde die ununterbrochene Fläche des Inlandeises erreicht, dessen Rand hier 2700 m hoch liegt. Über die enormen Abmessungen des überflogenen Randgebietes (Fjord, Gletscher und Randgebirge) bekommt man einigen Aufschluß, wenn man bedenkt, daß der Flug von Scoresbysund bis zum Inlandeis etwa 1 3/4 Stunde dauerte, was annähernd einer Entfernung von 250 km entspricht.

In Abbildung 116 sind die Flughöhen und Flugzeiten eingetragen. Da in niedriger Höhe über Gletscher und Schneefläche geflogen wurde, können die Höhenangaben zur Bestimmung des Profiles in einem Schnitt längs der Flugstrecke herangezogen werden. Im Osten ist das Gefälle außerordentlich steil, ganz besonders über dem in den Gaasefjord mündenden Gletscher. In 2 500 m Höhe wurde der Rand des Inlandeises erreicht. In dem dahinterliegenden entdeckten zweiten Randgebirge war das Gefälle we-

sentlich geringer. Auf dem westlichen Teil war die Steigung im ganzen geringer als auf der Ostseite, eine Folge der nach Osten verschobenen Kammlinie. Abbildung 117 zeigt das Profil längs der Flugstrecke stark überhöht.

3.) Funktechnisches:

Bei dem Fluge über das Inlandeis wurde die sehr auffällige Beobachtung gemacht, daß in einer mittleren Zone von etwa 400 - 500 km Breite die Funkverbindung (Wellenhängen-Bereich 600 - 1700 m) vollkommen aussetzte. Der Verkehr riß auf der Ostseite ebenso plötzlich ab, wie er auf der Westseite wieder einsetzte. Die Stellen des Abreißens und Wiedereinsetzens sind in Abbildung 116 mit einem * verzeichnet. Ein Versagen des Senders oder Empfängers der Maschine liegt nicht vor, da sowohl Sendung wie Empfang gleichzeitig verschwanden und wiederkamen. Die Reichweite der Sende- und Empfangsanlage ist sogar recht gut. Auf dem Fluge von Reykjavik nach Scoresbysund bestand gute Verbindung mit Julianehaab (Entfernung über 800 km !), gleich gut war der Verkehr auf allen übrigen Flugetappen, besonders auf dem Fluge von Godthaab zur Hudson Bay. Die Ursache des Ausbleibens der Funkverbindung ist demnach in lokalen Störungen über Grönland zu suchen.

Es leuchtet nicht ein, das völlige und ziemlich plötzliche Verschwinden der Telegraphie über dem Inlandeise auf die dort vorhandene Bodeninversion zurückzuführen. Es sei denn, daß die der Abkühlung unterworfene Bodenluftschicht sich in ihrer elektrischen Konstellation gleichzeitig ändern würde, was bei einsetzender Kondensation wohl denkbar wäre, doch kaum ausreichen dürfte, zur Abschirmung oder stärkeren Beeinflussung elektromagnetischer Wellen. Anders liegen die Verhältnisse natürlich dann, wenn in einer Inversion Ansammlungen von Staub möglich sind. Staubteilchen können, in Schichten angeordnet, elektrisch leitend sein.

Eher könnte man annehmen, daß die ungeheuren Schnee- und Eismengen für die elektromagnetische Welle, die ge - richtete Welle, stark absorbierend sind. Andererseits ist bekannt, daß die Wegener - Station in Eismitte auf Kurzwelle einwandfreien Verkehr mit ihrer Küstenfunkstelle hatte. Kurze Wellen unterliegen den beiden oben erwähn - ten Einflüssen (Reflexion und Absorbtion) aber in weit höherem Maße als lange Wellen, so daß diese Erklärungen nicht überzeugend sind.

Eine weitere Möglichkeit der Beeinflussung der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen besteht in den oro - graphischen Verhältnissen. Besonders ungünstig sind Ge - birge und steiniger Boden. Nach den neuesten Untersu - chungen über die Dicke des Inlandeises ist A. Wegener zu dem noch nicht ganz sicheren Ergebnis gekommen, daß die Eisdecke von den Rändern der Hochfläche zur Mitte hin gleichmäßig zunimmt und daselbst eine Tiefe von 300 m über NN (also 2700 m) aufweist. Demnach besäße das Felsmassiv Grönland eine konkave Form. Dieser Fall ist der Übersichtlichkeit halber in Abbildung 117 angenommen. Nach den bisher vorliegenden Messungen der Wegener-Expedition könnte auch die Annahme aufrechterhalten werden, daß sich das Felsengebirge der Kiste unter dem Eise zur Mitte hin fortsetzt. Nach beiden Vorstellungen hätte man es im wechselseitigen Funkverkehr einer in der mittleren Zone auf dem Inlandeise gelegenen Station und einer Küstenfunkstelle mit einer starken, absorbierenden Fels - schicht zu tun. Im ersteren Falle, nach dem das unter dem Eise befindliche Felsmassiv Schalenform besäße,würde außer der Absorbtion noch Reflektion der Wellen eintreten, zumal es sich um magnetisches Gestein handelt.Nach dieser Darstellung läßt sich auch das Funktionieren des Kurzwellenfunkverkehrs zwischen Wegener-Station (Eismitte) und der Küstenfunkstelle erklären. Diese Küstenfunkstelle lag nämlich in 1000 m Höhe auf dem Rand des In - landeises, während die übrigen dänischen Radiostationen

sämtlich unmittelbar an der Küste und zumeist nur 30-50m über NN liegen. Nach der schematischen Skizze der Abbildung 7 ist das mehr oder weniger plötzliche Aussetzen des Funkverkehrs am Rande einer mittleren "toten Zone" des Inlandeises infolge von Absorbtion und Reflexion an dem Felsmassiv leicht einzusehen.

Nr. 8: Dr. R. A r e n h o l d

Bericht über die Beobachtung eines Staub - sturmes am 7. 4. 1932 an der Flugwetterwarte Halle/Leipzig, mit Abb. 118.

Am 7. April 1932 wurde am Flughafen in Schkeuditz die seltene Erscheinung eines großen Staubturmes beob - achtet. Auf der Vorderseite eines Sturmwirbels herrschte am Vormittag SW- bis W-Wind von zunehmender Böigkeit in Richtung und Geschwindigkeit. Die mittlere Windstärke stieg bis zum Mittag auf etwa 22 msk, die Maximalböen erreichten mehrfach 29 bis 30 msk, die Schwankungen be - trugen bis zu 18 msk. Schon vor 1000 Uhr wurde die vor - her 20 km betragende Sichtweite nach Norden vermindert, man sah dort eine gelbbraune Bodenschicht, die als von den Äckern aufgewirbelte Staubmassen erkannt wurden.Diese Schicht wurde allmählich höher und verschlechterte schließlich gegen 1400 Uhr die Sicht nach West bis Nordost auf 2-3 km. Den Flugplatz selbst erreichte der Staubsturm nicht, weil bei der herrschenden Windrich - tung aus WSW die wiesen und waldreiche Elsteraue ihm keine Nahrung geben konnte.

Die D 338 Cyrus, die von Hannover um 1230 Uhr landete, berichtete, daß diese Erscheinung etwa von Halle an beobachtet wurde; ein Durchfliegen sei wegen der starken Sichtverschlechterung oder der Gefahr für den Motor nicht möglich gewesen. Der Führer gibt die Höhe der Staubwolken mit 800 - 1000 m an. Ebenfalls die D1458 Drechsel, die 13 Uhr 40 von Köln hier landete, beobachtete dasselbe und gab die Höhe auf ihrem Kurs mit 500 m an, erkannte aber, daß die Staubmassen nach Norden bis

in die bei 800 - 900 m über Grund liegende Bewölkung hineinreichte. Die D 1036 Vetterlein von Breslau meldet den Staubsturm in starkem Maße bereits in der Nähe des Truppenübungsplatzes Königsbrück und später im Norden ihres Kurses; eine Höhenangabe war nicht möglich, da die Maschine des starken Gegenwindes wegen tief fliegen mußte.

Mit dem Durchzug einer ersten Rückseitenstaffel um 14 Uhr 45 mit starkem Regen und einer Sturmböe bis 35msk aus WNW fand die Erscheinung ihr Ende. Die Darstellung (Abb.118) der Windregistrierung des 7. April soll den typischen Unterschied in der Windstruktur der beiden Luftmassen vor Augen führen, und zwar zeigt die WSW - Luft eine außerordentlich starke Böigkeit in Richtung und Stärke, während die Rückseitenkaltluft wesentlich gleichmäßiger strömt und die charakteristischen periodischen Schwankungen aufweist.

Nr. 9: C. S c h o l t z
Ein leicht anzufertigender Fallschirm für die Beleuchtungseinrichtung der Nachtpiloten, mit Abb. 119.

Anläßlich des Deutschlandfluges 1931 war für Breslau ein Nachtpilot vorgesehen und auch ausgeführt worden. Aus Sicherheitsgründen wurde die Beleuchtungseinrichtung mit einem Fallschirm versehen. Vorher wurden verschiedene Versuche gemacht, einen billigen und sicheren Fallschirm zu konstruieren.

Als brauchbarster Fallschirm erschien nun derjenige, der mit geringen Änderungen nach dem Muster der Lindenberger Fesselballone angefertigt wurde, wobei natürlich nur die Angaben für die Oberteile zur Benutzung gelangten.*)

Die Änderungen bestanden außer der Verkleinerung (Maße der Bahnbreiten in mm statt cm) darin, daß die einzelnen Bahnen nicht spitz, sondern stumpf verlaufen,

---

*) Assmann: Das Kgl.Preuß.Aeronautische Observatorium Lindenberg Kr. Beeskow 1915, Seite 158.

so daß nach dem Zusammennähen am Pole eine Öffnung von 3 - 4 cm entsteht. Die Unterkanten der einzelnen Bahnen wurden nach der Mitte etwas zugeschrägt. Der Schnitt einer solchen Bahn ist in der Abbildung 119 gezeigt. Zu den Versuchen wurden 12, 14 und 16 dieser Bahnen zusammengenäht.

Bei den mit den so angefertigten Fallschirmen vorgenommenen Versuchen wurde festgestellt, daß bei einer Zusatzbelastung von 70 g und einem Fallschirmgewicht von 25 g 14 Bahnen genügen, um eine Sinkgeschwindigkeit von ca. 1 m/sec nicht zu überschreiten.

Hinsichtlich des auf der Abbildung 119 gegebenen Schnittes ist noch zu sagen, daß diese bereits die zum Zusammennähen erforderliche Randbreite (ca. 5mm) enthält. Es ist daher nur nötig, das Muster auf geeigneten Stoff (am besten doppelt gelegte Seide aufzulegen, auszuschneiden und die einzelnen Bahnnen zusammenzunähen. Unten an der Ausgangsstelle jeder Naht wird nun Heftzwirn befestigt, dessen Länge etwa 40 cm betragen muß (zum Befestigen der Leuchteinrichtung). Als Aufhängung am Pole wird zweckmäßiger Weise doppelt genommener Heftzwirn angewendet. Die Versuche wurden von einem 8 1/2 m hohen Balkon vorgenommen und ergaben die oben mitgeteilte Sinkgeschwindigkeit. Eine etwas geringere Sinkgeschwindigkeit wurde beim Abwurf aus etwa 200 m von einem Flugzeug festgestellt. Auch über das Öffnen des Fallschirms am Pilotballon ist ein Versuch gemacht worden, indem das System durch einen Pilotballon, der an einer dünnen Schnur befestigt war, auf etwa 100 m gebracht und dann ausgeklinkt wurde. Das Ausklinken geschah in der Weise, daß ein entsprechender Knoten, der das System mit dem Ballon verband, durch etwas stärkeren Zug von unten aus gelöst wurde und dadurch die Leuchteinrichtung freigab. Ein Öffnen ist in allen Fällen sofort erfolgt und ein wesentliches Schwanken auch beim Aufstieg nicht bemerkt worden. Zur Verwendung ge-

langte Bastseide und Heftzwirn. Gewicht: 25 g. Gesamt - kosten einschließlich Arbeit pro Schirm 90 Rpf.

Nr.10: Dr. G. H a n k o w
Sicht, Windrichtung und Windstärke in Nordwest- und Westdeutschland.

Nr.11: Dr. R. R e i d a t
Lage der Dunstgrenzen mit Abb.120 - 124.

Die von den verschiedenen Flugstellen zur Verfü - gung stehenden Dunstgrenzenbeobachtungen lassen sich nur sehr schwer miteinander vergleichen, da es sich ja immer um Augenbeobachtungen oft nur sehr schwach ausgeprägter Grenzen handelt. Um den persönlichen Fehler,der durch den Beobachter in die Messungen hineingetragen wird, möglichst klein zu gestalten, wurden nur die Aufstiege der Flugstelle Berlin in der Zeit vom 1.4.1930 bis 23.3.1931 besonders betrachtet. Die Beobachtungen wurden in dieser Zeit fast durchweg von der gleichen Besatzung ausgeführt, sind also miteinander vergleichbar.

Es wurden vom 1.4.1930 bis 23.3.1931 in Tempelhof an 220 Tagen Aufstiege, meist bis über 5000 m Höhe durchgeführt. An 126 Tagen wurden 253 Dunstgrenzen beobachtet. Die einzelnen Dunstgrenzen wurden ausgezählt nach den potentiellen Temperaturen, bei denen sie auf - traten. Es ergibt sich eine Verteilungskurve, die nach der Formel $r = \frac{a + 2b + c}{4}$ geglättet wurde und in Abbildung 120 dargestellt ist.

Die meisten Dunstgrenzen wurden beobachtet bei einer potentiellen Temperatur von 15 bis 16°, also bei Temperaturen, die mit Ausnahme des Sommers bei den Aufstiegen fast täglich angetroffen werden. Sonst weicht die Kurve jedoch merklich von einer normalen Temperaturhäufigkeitskurve ab, es ergeben sich verschiedene sekundäre Maxima und Minima, die sehr gute Übereinstimmung mit den von Troeger angegebenen Werten für die Temperaturen der Luftkörper zeigen. (H. Troeger: Die Häufig - keitsverteilung der Temperaturmaxima; Mitt.des Aeronaut.

Observatorium Lindenberg, S. 128-30; K.Keil und W.Kopp: Über die Bezeichnung der Luftkörper; Mitt.des Aeronaut. Observatoriums Lindenberg, S. 109 - 111.)

Repräsentative Mittagstemperaturen der Luftkörper.

Luftkörper	3	4	5	6	7a	7b
Januar	-15	-9	0	7		
Februar		-9	1	8		
März		-4	2	9	18	(22)
April			(5)	10	21	27
Mai				11	24	29
Juni			(9)	16	26	30
Juli				18	28	
August				17	26	31
September				16	26	30
Oktober		2	10	15	21	
November		0	9	14		
Dezember	-13	-6	4	13		

Der Luftkörper 5 zeigt Temperaturen bis zu 10°. Beim Luftkörper 6 treten bis zum Mai Temperaturen bis 11° auf. Dann erfolgt eine rasche Erwärmung auf 16 - 18°. Luftkörper 7 zeigt Temperatur von 18 - 31°. Die hier genannten Grenzen sind in der Dunsthäufigkeit gut ausgebildet. Es zeigt sich ein stark ausgeprägtes Minimum bei 11°, also bei der Maximaltemperatur von Luftkörper 5 und der Frühjahrstemperatur des Luftkörpers 6. Ein zweites Minimum liegt bei 18°, fällt also zusammen mit der Maximaltemperatur von 6 und der tiefsten Temperatur von 7; ein drittes Minimum endlich tritt bei 30° auf, also in unmittelbarer Nähe der für den Luftkörper 7 angegebenen Höchsttemperatur.

Zur Verfolgung der Lage der Dunstgrenzen in Antizyklonen wurden für die Zeiten vom 23. - 30. 8. 30, vom 11. - 17. 10. 30, vom 27. 11. - 3. 12. 30 und vom 16.bis 23. 3. 31 Thermoisoplethen der Berliner Aufstiege ge -

zeichnet. In die Diagramme wurden dann die Dunstgrenzen ihrer Höhe nach eingetragen und Dunstgrenzen gleicher potentieller Temperatur miteinander verbunden, siehe Abbildungen 121 bis 124.

Besonders zahlreich sind die beobachteten Dunst - grenzen in der Zeit vom 23. - 30. 8., Abbildung 121. Am ausgeprägtesten ist eine Dunstgrenze bei etwa 29° potentiell. Sie wurde beobachtet in der Zeit vom 23. - 25. in etwa 3400 m Höhe und vom 27. bis zum 29. in 1700 - 2200m Höhe. Nur in der Zeit stärksten Abgleitens am 26.scheint sie zu fehlen, dafür ist zwischen dem 25. und 27. eine Dunstgrenze bei 31° potentiell gut ausgebildet. In der Zeit vom 10. - 14. Oktober, Abbildung 122, ist eine Dunstgrenze bei 16° potentiell gut ausgeprägt. Sie senkt sich langsam mit der 16°-Isoplethe von 2300 m bis auf 1200 m und verschwindet, als die 16°-Isoplethe zum Boden herabsteigt, d. h. zu der Zeit, als der Gradient vom Boden bis zur Höhe der Dunstgrenze adiabatisch wird und die Bodenturbulenz die Dunstgrenze zerstört. Zu gleicher Zeit, also um 14 Uhr wurde in Tempelhof eine Sichtbesserung von 4 km auf mehr als 10 km beobachtet. Diese Sichtbesserung läßt sich fast immer beobachten, wenn die Turbulenz eine Dunstgrenze durchbricht. Am 11. um 11 Uhr 30 tritt Sichtbesserung ein von 2 auf 4 km und am 13. um 09 Uhr 30 Sichtbesserung von 2 auf 4 km, auch in diesen beiden Fällen steigt eine Isoplethe, an der während des Aufstieges eine Dunstgrenze beobachtet wurde, zum Boden herab. In der Zeit vom 27. 11. - 3. 12. 30 ist am ausgeprägtesten eine Dunstgrenze bei 29° potentiell, siehe Abbildung 123. Sie wurde während des Abgleitens vom 27.bis 29. 11. beobachtet. Bei der Hebung der Isoplethen am 30. 11. - 1. 12. ist sie verschwunden, sie taucht erst bei dem erneuten Abgleiten am 2. - 3. 12. wieder auf. Für die Zeit vom 16. - 23. 3. 31, Abbildung 124, sind charakteristisch Dunstgrenzen bei 13, 16 und 25° potentiell. Die Dunstgrenze bei 13° potentiell wird beobachtet vom 17.bis

20. 3. Sie sinkt in dieser Zeit von 2100 m bis auf 800m ab und wird durch die Konvektion zerstört. Die Dunst - grenze bei 16° potentiell war zu erkennen während des Abgleitens am 17. und 18. und am 21. Die Dunstgrenze bei 25° potentiell trat am 17. auf. Sie verschwindet am 18. und 19. und ist erst bei dem starken Abgleiten am 20. und 21. wieder zu erkennen, sie verhält sich also ähn - lich wie die Dunstgrenze bei 29° potentiell vom 17. 11. bis 3. 12. 30.

Zusammenfassung.

Die Häufigkeitskurve der potentiellen Temperatu - ren der Dunstgrenzen zeigt gute Übereinstimmung mit den von Troeger aus Bodenwerten gefundenen Luftkörpertempe - raturen.

Eine Betrachtung der Dunstgrenzen bei Hochdruck - wetterlagen ergibt folgendes: Die Dunstgrenzen lassen sich beim Abgleiten über mehrere Tage verfolgen. Sie sinken ab und behalten dabei ihre potentiellen Tempera- turen bei. Bei Hebung verschwinden sie, treten aber bei erneut einsetzendem Abgleiten an den alten Temperaturen wieder auf.

Eine Besserung der Bodensicht tritt dann ein, wenn der von der Erde ausgehende und durch die tägliche Er - wärmung bedingte Konvektionsstrom über die Dunstgrenze hinausgeht.

Nr.12: Dr. H. Berg.
Sichtmessungen während der Abenddämmerung mit einem Wigand'schen Stufensichtmesser.

Nr.13: L. E g e r s d ö r f e r und H. H o l z e r
Was können wir aus einem Höhenaufstieg er - rechnen, mit Abb. 125 - 128.

Das Interesse der Flugmeteorologen hat sich in den beiden letzten Jahren unverkennbar in besonderem Maße den Höhenaufstiegen zugewandt. Die Gründe dafür sind un- schwer einzusehen: In dem Grade, in dem sich die Flug -

zeugführer im deutschen Streckendienst mit Hilfe der Blindfluggeräte und der neueren Peilverfahren von dem Fluge mit unbedingter Ersicht loslösen und Hunderte von Kilometern über geschlossenen Wolkendecken zurücklegen, tritt die Frage nach den Wetter- und Sichtverhältnissen in Bodennähe zurück. Wir Flugmeteorologen merken dies an dem verminderten Bedürfnis nach dringenden Auskunftsgesprächen. Nur noch in solchen Fällen, wo ungewöhnliche Böigkeit ein längeres Verweilen in den Wolken nicht erlaubt oder Vereisungsgefahr in größerem Umfange besteht, Gefahren, die häufig zusammen auftreten, muß der Führer an einem Flug mit Erdsicht, d.h. in Bodennähe (Schlechtwetterflug) festhalten.

In allen anderen Fällen erhebt sich für einen umsichtigen Berater die Aufgabe, festzustellen, ob ein Wolkenflug oder noch besser ein Flug über den Wolken möglich ist, welche Vorteile er für Führer und Maschine bieten könnte und welche Gefahrenmomente zu berücksichtigen sind.

Findet also der Flugmeteorologe schon in dem praktischen Bedürfnis, eine für den Führer möglichst bequeme und für die Flugleistung möglichst günstige Höhenschicht herauszusuchen, einen mächtigen Anreiz zum Studium der freien Atmosphäre, so zwingt ihn andererseits dazu sein wissenschaftliches Interesse, das sich an die Diagnose der durchziehenden Luftkörper heftet.

Der Diagnostiker ist nun von den Wetterkarten her gewöhnt, eine Unzahl von Wetterbeobachtungen, die alle aus einem Zeitpunkt stammen, synoptisch zu verarbeiten, d.h. sie letzten Endes als Gesamtheit vor sein geistiges Blickfeld zu bringen. Er bedient sich dazu eines räumlichen (zweidimensionalen) Blickfeldes, d. h. er zeichnet eine Wetterkarte, die alle gewünschten Einzelheiten enthält und arbeitet mit Hilfe der Anschauung und des Gedächtnisses für Witterungsabläufe. Er leistet dabei eine geistige Arbeit ganz bestimmter und einseitiger

Art insofern, als er die gegebenen Beobachtungen fertig übernimmt und es nicht nötig hat, an ihnen irgendwelche rechnerischen Manipulationen vorzunehmen. Gegenüber der Unzahl von Bodenbeobachtungen sind nun die Daten, welche von den deutschen Höhenaufstiegsstellen, sowie einigen ausländischen geliefert werden, geradezu spärlich zu nennen und ihre Verarbeitung im synoptischen Sinne, d.h. ihre Eintragung in eine Höhenkarte wird immer lückenhafte Ergebnisse zeitigen müssen. Die Gewohnheit von den Wetterkarten im gewöhnlichen Sinne her, mit einem Überfluß an Daten arbeiten zu können, führt dann von selbst zu dem immer wiederholten Verlangen nach einer Vermehrung der dargebotenen Grundlagen, d. h. nach einem engeren Netz von Aufstiegstellen, das in der heutigen Zeit an den engen finanziellen Möglichkeiten scheitern muß.

Darin dürfte wohl der Grund liegen, warum die Beschäftigung mit den täglich gefunkten Ergebnissen der Aerologie auch im Flugwetterdienst vielfach noch als unbefriedigend, weil nicht lohnend angesehen wird.

Befreit man sich aber von der zur Gewohnheit gewordenen Vorstellung - was auch den Verfassern anfangs nicht leicht fiel - die übermittelten aerologischen Ergebnisse als Endresultat zu betrachten, denen nichts mehr hinzugefügt werden könne, so eröffnet sich mit einem Schlage ein neues, reiches und in den Zielen äußerst fruchtbares Arbeitsfeld. Es ist die Einsicht in den vertikalen Aufbau der Atmosphäre, der zunächst statisch erfaßt wird und durch Hinzunahme des Bewegungsfeldes (des Windes) nach der dynamischen Seite hin erweitert werden kann. Diese letzte Aufgabe ist aber so umfassend, daß von ihr hier ganz abgesehen werden soll.

Praktisch gesprochen handelt es sich hier also nur um eine Übersicht über jene physikalischen Größen, welche aus Luftdruck, Temperatur und relativer Feuchtigkeit eines einzigen Aufstieges abgeleitet werden können. Allerdings muß dabei eine gewisse Vorliebe für

rechnerische und zeichnerisch konstruierende Betätigung vorhanden sein, die, wie erwähnt, bei der Beschäftigung mit der gewöhnlichen Wetterkarte nicht in Anspruch genommen zu werden braucht.

Wenn bei der Auswertung der Aufstiege vielleicht allzusehr nur auf längst Bekanntes Bezug genommen wird, so war eben der Wunsch maßgebend, einmal zu einer intensiven Beschäftigung mit gegebenen Daten an Hand eines voll ausgeführten Beispieles anzuregen und gleichzeitig einen graphischen Überblick über unser technisches Wissen um den Aufbau der Troposphäre an einem oder mehreren Punkten des aerologischen Netzes zu liefern. Es kann dabei ganz dahingestellt bleiben, wie weit die flugmeteorologische Praxis von den hier dargebotenen Möglichkeiten Gebrauch machen kann und wird. Es ist dies vor allem eine Frage der vorhandenen Mittel und der zur Verfügung stehenden Zeit. So ist es durchaus möglich und wahrscheinlich, daß die Menge aller berechenbaren Daten auch nur für einen Aufstieg nicht im Laufe eines Vormittags bewältigt werden kann. Es verschlägt aber nichts, wenn in den meist stilleren Stunden des Nachmittags erst die eine oder andere Zahlenreihe ergänzt wird. Die gerade im Sommer so überwiegenden Vorgänge der Konvektion zum Beispiel entwickeln sich ja erst in den Nachmittagsstunden zu voller Wirkung. Das theoretische Studium der Thermodynamik an Hand der gezeichneten Kurven kann sich dann in glücklicher Weise mit der praktischen Anschauung über den Wetterablauf verbinden.

Das Thermodynamische Diagrammpapier von G. Stüve.

Als zeichnerische Grundlage wählen wir das von G. Stüve entworfene und vom Frankfurter Institut beziehbare "Thermodynamische Diagrammpapier", als dessen Vorläufer wohl die von Hertz*) im Jahre 1884 veröffentlichte Adiabatentafel anzusehen ist. Das Stüvesche Blatt

*) Hertz, Met. Zeitschr. 1884 p 421.

enthält folgende Teilungen bezw. Kurvensysteme:

1. Als Abzisse ist gegeben die Temperatur t in aequidistanter Teilung von je einem Grad Celsius von -50° bis $+40^{\circ}$. Sie ist durch eine Skala der absoluten Temperatur $T = t + 273{,}2$ am unteren Rand ergänzt.

2. Als Ordinate ist gegeben der Luftdruck p von 1050 bis 300 mbar am linken Rand in nach oben breiter werdenden Abständen von 10 zu 10 mbar. Am rechten Rand ist der Luftdruck b in mm Hg in schmaler Teilung angebracht.

3. Quer durch das Blatt verlaufen mit nahezu 45 Grad Neigung die Trockenadiabaten oder Linien gleicher potentieller Temperatur, beziffert von -40° links unten bis zu $+110^{\circ}$ rechts oben. Sie sind in Abständen von je 2 Grad gezeichnet und stellen in ihrer Gesamtheit ein Geradenbüschel dar, das weit außerhalb der linken oberen Blattdecke konvergiert. Dabei sind alle Adiabaten unter 0° mehr als 45 Grad, alle höheren weniger als 45 Grad gegen die Horizontale geneigt. Die 0°-Adiabate vermittelt mit genau 45 Grad Neigung den Übergang. Das Geradenbüschel ist dadurch entstanden, daß die Luftdruckteilung nach der Funktion $P(p) = p\ 0.2884$ vorgenommen wurde.

Jede Adiabate schneidet sich mit der gleich bezifferten Temperatursenkrechten auf der Horizontale p=1000 mbar. Die potentielle Temperatur erscheint also auf diesem Druckwert, nicht wie früher auf b = 760,0 mm Hg = 1013,3 mbar bezogen.

4. Jede Hunderter - mbar - Linie trägt in kurzen unbezifferten Strichen, mit nach rechts, also im Sinne zunehmender Temperatur größer werdenden Abständen eine Teilung zur Ermittlung der virtuellen Temperatur t'.

5. Links von der -50° Temperatursenkrechten ist ein System von dünnen, senkrechten ausgezogenen Linien für den Dampfdruck e in mbar gezeichnet. Der Maßstab für die Abszisse ist wiederum nach $e^{0{,}2882}$ (e=Dampfdruck) so

gewählt, daß

6. das jetzt sehr steil von oben nach unten verlaufende gestrichelt gezeichnete System der Linien gleicher spezifischer Feuchte q, gemessen in gr/kg als Geradenbüschel erscheint. Aus dem gewählten Maßstab folgt, daß sich die Linien des Dampfdruckes e wie der spez. Feuchte q nach rechts hin stark drängen. Es sind deshalb nur folgende Linien von e und q gezeichnet: 0,001, 0,005, 0,01, 0,05, 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30. Die beiden letzten Linien fehlen für q. Nur die unterstrichenen Werte sind beziffert und zwar für den Dampfdruck am unteren Rande (mbar H_2O) Dampfdruck und für die spezifische Feuchte q etwa bei p=623 mbar, wo sich die gleich bezifferten Linien von e und q schneiden.

Die Schnittpunkte rücken dabei für höhere q auch zu höheren Drucken, im Blatt also etwas nach unten. Mit wachsenden Werten wird der Schnittwinkel beider Systeme immer größer. Alle bisher genannten Bezifferungen und Linien sind blau gedruckt. Es gibt nun Formulare des Adiabatenpapiers, die noch einen braunen Überdruck enthalten. Dadurch entstehen drei weitere Kurvensysteme, zwei im Temperaturteil und eines im Dampfdruckteil des Blattes, die ersteren sind:

7. Das Kurvensystem der maximalen spez. Feuchte q_M in gestrichelten, ziemlich steil von oben nach unten verlaufenden Linien. Es ist diejenige spez.Feuchte, welche bei gegebener Temperatur und gegebenem Luftdruck in der betreffenden Luftmasse gerade Sättigung hervorrufen würde. Wiederum ist nur eine Auswahl von Linien q_M gezeichnet, von denen die unterstrichenen beziffert sind: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,2, 1,4, 1,6, 1,8, 2,0, 2,5, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, usw. bis 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 40, gr/kg.

8. Ferner ist als Analogen zu den Trockendiabaten eine Schar von Kondensations-Adiabaten eingetragen. Diese braunen, ausgezogenen, gekrümmten Linien sind ebenfalls von -40° bis $+50^{\circ}$ von je zwei zu zwei Grad, darüber in Abständen von je 5 zu 5 Grad vorhanden und von je 10 zu 10 Grad beziffert. Sie schmiegen sich mit abnehmender Temperatur und abnehmendem Druck immer mehr der gleichbezifferten Trockendiabaten an und gehen schon innerhalb des Blattes merklich in diese über. Man nennt dann, die diesen Linien beigeschriebenen Zahlen, nach Stüve "pseudopotentielle" Temperaturen.

9. Im (linken) Dampfdruckteil erscheinen die Kondensationsadiabaten nochmals im braunen Überdruck in Abständen von 10 zu 10 Grad als schwach gekrümmte Linien mit der Bezifferung -50,0, 50, 100, 150, Sie sind aus dem Koordinatensystem Luftdruck - max. spez.Feuchte im rechten Teil übertragen worden und geben einen Anhalt dafür, wie sich Dampfdruck e und spez. Feuchte q beim Aufsteigen von Wolkenluft verhalten. Diese Größen nehmen bei einem solchen Vorgang natürlich ab, aus der Abnahme von q kann aber angenähert auf die ausfallende Regenmenge geschlossen werden. Weitere Systeme oder Skalen sind nicht eingedruckt. Wir werden uns nach Bedarf solche verschaffen.

Richtlinien zur Bearbeitung des Höhenaufstieges.

Das deutsche Höhenaufstiegstelegramm liefert für die markanten Punkte des Aufstieges zusammengehörige Werte von Luftdruck Temperatur und relativer Feuchte,die als einwandfreie d. h. als repräsentativ für die Luftmasse am Aufstiegsort angesehen werden sollen. Übermittlungsfehler sind meist leicht auszumerzen.

Der Zweck der Auswertung besteht darin,

1. zuerst die Höhen der gegebenen markanten Punkte
   a) in dynamischen Metern (h in dyn m)
   b) in geometrischen " (z in m)

zu bestimmen und daraus

2. a) für die Hauptpotentiale (1000 dynm, 2000 dyn m usw.)

b) für die Haupthöhenschichten (1000 m, 2000 m usw.)

c) für die Hauptisobaren (1000 mbar, 900 mbar usw.)

die zugehörigen Werte von p, t, und f durch Rechnung oder Zeichnung abzuleiten.

3. aus den Grundvariabeln p, t, und f möglichst viele andere Variable, wie Dichte, spez. Feuchte, spez. Volumen, absolute Feuchte, Äquivalenttemperatur usw. quantitativ zu bestimmen und zwar

a) für die gegebenen markanten Punkte,

b) für die unter 2. genannten Schichtgrenzen.

4. für sämtliche errechneten Größen, soweit tunlich, auch ihre Gradienten (Differenzen - bezw. Differentialquotienten) und ihre Mittelwerte festzustellen, genommen

a) für die aus den markanten Punkten,

b) für die aus den Hauptschichten unter 2. sich ergebenden Zwischenschichten.

Dabei kann als Variable, nach welcher der Zuwachs genommen wird, gewählt werden

aa) die dynamische Höhe (Zuwachs dh)

bb) die geometrische Höhe(Zuwachs dz)

cc) der Luftdruck (Zuwachs dp)

dd) irgend eine andere sich stetig ändernde Variable, wie sie aus

3. errechnet wurde.

Das vorgelegte Auswertungsschema zerfällt demnach in zwei Teile: Auswertung nach markanten Punkten und Auswertung nach bestimmten gegebenen Hauptwerten des Geopotentials, der Höhe, des Luftdruckes und möglicherweise anderer noch zu bestimmender Größen.

Da es vorteilhaft ist, für jede Auswertung ein bestimmtes Formular zu haben, beginnen wir mit einem solchen nach markanten Punkten (M.P. - Formular), beziehen jedoch in dieses die Auswertung nach den Hauptisobaren 20 mit ein, weil die Rechnung für diese Drucke mit einem Zuge erledigt werden kann. Aus dem fertig gezeichneten Diagramm im Adiabatenpapier können wir dann ohne Mühe die Werte für die Haupthöhen und die Hauptpotentiale ablesen, deren rechnerische Bestimmung sonst mit vielen Umständen verknüpft ist.

Das M.P. - Formular soll etwa 10 bis 15 Zeilen mit je einer Zwischenzeile und zahlreiche Spalten enthalten, deren jede nach Bedarf zweifach oder dreifach unterteilt ist. Davon enthält die Hauptzeile den Funktionswert y_1, die Zwischenzeile in der 2. Spalte den Differenzwert $dy_1 = y_1 - y1 - 1$ und in der 3. Spalte den Mittelwert $y_1 = (y_1 + y1-1) : 2$. Andere Verteilungen der Spalten sind dem Text zu entnehmen.

Für die Nummerierung der markanten Punkte empfiehlt sich, sie der Lage dieser Punkte im Adiabatenblatt anzupassen. Es wird also auch bei der Aufschreibung entgegen dem üblichen Vorgehen so eingetragen, daß die Werte der Maximalhöhe (tiefster Druck) die höchste Nummer bekommen und in der obersten Zeile stehen, während der Bodenwert stets den Index Null erhält und im Rechenformular zu unterst steht. Man arbeitet dann in Formular und Adiabatenblatt von oben nach unten, wodurch beim Zeichnen mit Tusche das lästige Verwischen vermieden wird. Nur in den wenigen Spalten, wo summiert (integriert) wird, muß man von unten anfangen. Die notwendigen Formeln, die als bekannt vorausgesetzt werden, sowie die meisten Tabellen sind in ausgezeichneter Weise vereinigt in dem von Stüve bearbeiteten Teil des neu erschienenen "Meteorologischen Taschenbuches" (Linke, Akad. Verlagsgs.m.b.H., Leipzig 1931). Verweisungen wegen Formeln und Tabellen in dieser Arbeit mit bloßer Angabe der

Seitenzahl beziehen sich stets auf dieses Buch. Einige weitere Tabellen und drei Deckblätter sind der Arbeit in einem Anhang beigefügt, über deren Verwendung an geeigneter Stelle gesprochen wird.

Die Ausarbeitung des Höhenaufstieges.

1. Die Höhenrechnung.

Wir beginnen im M.P. - Formular mit je einer dreifachen Spalte für den Luftdruck p, die relative Feuchtigkeit f und die gewöhnliche Temperatur t. In der Hauptspalte für p werden die gegebenen Druckwerte unter Einschaltung der Hauptisobaren 1000, 900, 800 ....mbar eingetragen. Nach Ausfüllung der Nebenspalten für die Druckdifferenz dp und die Mittelwerte p_i werden die gegebenen Werte f in Spalte 2 und die Temperatur t in Spalte 3 eingesetzt, ihre Werte für die Hauptisobaren bleiben dabei noch offen.

Im Adiabatenpapier zieht man vorteilhaft in den gegebenen Druckordinaten Horizontale, wobei es sich allgemein empfiehlt, gleich mit Tusche zu arbeiten und trägt zunächst die t - Werte als kleine Kreise (Nullzirkel) auf den gezogenen Horizontalen ein, die zur Vermeidung von Verwechslungen am Rande nummeriert sind. Als Skala für die relative Feuchte f schreiben wir an die Temperatursenkrechten -50°, -40°, -30° die Feuchtewerte 0, 50 und 100% an. Der Abstand von einem Grad entspricht dann einem Zwischenraum von 5%. Man erhält also:

I. die Druck - Temperatur (p - t) - Kurve

und nach Eintragung der Feuchtewerte

II. die Druck - relative Feuchte (p-f)-Kurve.

Aus ihnen werden die t- und f- Werte für die Hauptisobaren entnommen und in Spalte 2 und 3 nachgetragen, worauf die Ausfüllung der Nebenspalten erfolgt. In der dreifachen Spalte 4 setzen wir die absolute Temperatur

T ein, die entweder berechnet oder rascher durch Projektion der Kurve I, auf die Skala am unteren Blattrand abgelesen wird.

Die nächste Aufgabe, Ermittlung der Höhe jedes gegebenen Punktes in Metern oder dynamischen (Schwere -- Metern) nach I. und II unseres Programms wird für jeden deutschen Aufstieg bereits von den Wetterflugstellen geleistet, die im Telegramm wenigstens die errechneten Höhen z in Metern, abgerundet auf Hektometer, mitgeben.

Im Interesse einer gründlichen Durcharbeitung soll kurz auf die von Bjerknes*) und seinen Mitarbeitern geschaffene Methode eingegangen werden.

Wegen der Verwendung der Gasgleichung für feuchte Luft in der Form $p\,v = R\,T' + 273{,}2$. Sie wird zeichnerisch so bestimmt, daß man in den Schnittpunkten der $(p - t)$ - Kurve mit den Hauptisobaren von dem angetroffenen Intervall der kurz gestrichelten Teilung 4. ausgeht. Dieses Intervall gilt für eine relative Feuchte von 100%. Bei geringerer Feuchte f nimmt man einen entsprechenden Teil des Intervalls, (z.B. bei Werten von f in der Nähe von 50% die Hälfte) und rückt die $(p - t)$-Kurve um dieses Intervallteil nach rechts. Diese Korrektion überschreitet selten einen ganzen Grad und wird bei Temperaturen unter -10° geringer als $0{,}1^{\circ}$, also unmerklich. Mit den Stücken der Kurve I, zwischen den Hauptisobaren wird entsprechend nachgerückt. Die rechnerische Bestimmung von t', die jedenfalls bequemer ist, wird Tabelle 35, p. 286 erledigt. Aus der so entstehenden

III. Druck - virtuelle Temperatur $(p - t')$-Kurve entnehmen wir für die dreifache Spalte 5 die virtuelle Temperatur t' und für die Spalte 6 die zugehörige Temperatur T' in der absoluten Skala.

Verschafft man sich nun eine Skala für das Geopotential h dadurch, daß man bei den Temperatursenkrechten -20°, -10° usw. die Werte h_H = 6000 dyn m, 5000 dyn m usw. anschreibt, so kann man unmittelbar die

IV. Druck - dynamische Höhe (p - h)- Kurve entwerfen. Man merkt sich die durch Rechnung (Spalte 5c) oder nach dem Augenmaß (am besten auf der Skala der absoluten Temperatur) bestimmten Mittelwerte $\bar{t}_i$ auf der Kurve III. an. Ist h_o das bekannte Geopotential der Station (vgl.Anhang: Tabelle A,1) in dyn m, so zieht man von dem auf der Horizontalen p_o nach der Skala für h_H bestimmten Punkt h_o eine Parallele zu derjenigen Trok - kenadiabate, die durch den Punkt t'_1 geht bis zum Schnitt mit der Horizontalen p_1.

Von diesem Punkt ausgehend wird zu der durch $\bar{t}'_2$ gehenden Trockenadiabate die Parallele bis zur Horizontalen p_2 gezeichnet usw. Es ergibt sich so die gesuchte Kurve IV. als schwach konvex gegen die Trockenadiabate gekrümmte Linie. Wegen der zeichnerisch schwierigen Parallelverschiebung, die ein stetig sich vergrößerndes Mitschleppen der Fehler bedingt und des an sich ungün - stigen kleinen Maßstabes (100 dyn m $\simeq 1^\circ$ C) ist gerade hier die Rechnung vorzuziehen.

Wir benutzen für sie die t'_i aus Spalte 5 und aus Tabelle 27 p. 270 ff. die dynamischen Höhen $H_i = hp_{i1000}$ der einzelnen p_i über der 1000 (Zu Beispiel dyn. Höhen über der 1100 mbar Fläche)mbar - Fläche, die wir in Spalte 7a einsetzen. Die Nebenspalte 7b enthält in der Zwischenzeile die Differenz dH_i. Aus Tabelle 27b, p.273, bequemer jedoch aus der erweiterten Tabelle 12 M in Bjerknes, Statik usw. Meteorologische Tabellen p. 22 entnehmen wir für zusammengehörige Werte von dH_i und $\bar{t}'_i$ eine Temperaturkorrektion y_i für Spalte 8. Diese Korrektion wird mit der Temperatur $\bar{t}'_i$ positiv oder negativ. Wir bilden dann in Spalte 9b die $dh_i = dH_i + y_i$. Dann erst wird in Spalte 9a unterste Hauptzeile das für die Station geltende h_o eingesetzt und durch fortlaufen-

---

*) zu Seite 373. Bjerkness und Sandström, Statik d.Atm. u.Hydrosph.Vieweg,Braunschweig 1912.

de Addition (von unten herauf) die Reihe der $h_1 = h_o + dh_1$, $h_2 + dh_2$, allgemein $h_i = h_{i-1} + dh_i$, also der den markanten Punkten entsprechenden Höhen in dyn m gewonnen. In der Spalte 9c werden noch die h_i ergänzt.

Die Höhen in geometrischen Metern z, dz und $\bar{z}$ in Spalte 10a, b, c werden am raschesten errechnet durch Multiplikation der h-Werte mit einem aus Tabelle 26 p. 269 zu bestimmenden Faktor a = 10/g, der für die in Betracht kommenden Höhen bis zu 6000 mtr ein für alle Mal für die Station fest gewählt wird. (Vgl. Anhang Tabelle A 1, wo die Werte von 10a = 100/g für die deutschen Höhenaufstiegsstellen gegeben sind.) Im Mittel handelt es sich dabei um eine Erhöhung der geometrischen Höhen gegenüber den dynamischen um rund 2%.

Die bereits rein zeichnerisch gefundene Kurve IV kann auf Grund der errechneten Werte h genauer dargestellt werden. Es empfiehlt sich aber, dabei eine Vergrößerung des Maßstabes der Höhe auf das Doppelte vorzunehmen (50 dyn m = 1° C). Wegen des dann allerdings nicht mehr ausreichenden Platzes müssen wir die Kurve in zwei Teilen zeichnen, derart, daß wir an der Temperatursenkrechten + 40° die Werte 0 und 1000, bei + 30° die Werte 500 und 1500 usw., endlich bei -50° die Werte 4500 und 5500 und bei (zufällig) 5 mbar H_2O der Dampfdruckskala die Werte 5000 und 6000 anschreiben. Lassen wir diese Bezeichnung gleichzeitig gelten für h = dyn m und z = m, so ergeben sich zwei Kurven in zwei Stücken nämlich

IV h die Druck - dyn m (p - h) Kurve
IV z die Druck - Höhen (p - z) Kurve.

Die Kurve IV h liegt dabei stets oberhalb der anderen. Beide Kurven erstrecken sich nahezu geradlinig, nähern sich mit abnehmender Höhe immer mehr und treffen bei der Höhenmarke Null am rechten Rand zusammen, wo sie nun den Luftdruck in Meereshöhe für den Aufstiegsort definieren. Beide Kurven können außerdem auf die frühere engere Hö -

henskala durch horizontales Herübergehen projiziert werden. IV h fällt dann mit der rein zeichnerisch gefundenen Kurve IV theoretisch zusammen. Damit ist die Aufgabe 1. vollständig gelöst.

Während Aufgabe 2c ebenfalls schon durch die Anlage der Rechnung mit erledigt ist, muß man für die Aufgaben 2a und 2b, bei denen die Haupthöhen und die Hauptpotentiale als Argument auftreten, nur in den Schnittpunkten von IV h und IV z mit den Höhensenkrechten Horizontale ziehen, die zweckentsprechend mit andersfarbiger Tusche oder strichpunktiert ausgeführt werden. Sie ergeben die zugehörigen Druckwerte und damit unmittelbar in ihren Schnitten mit den gezeichneten und noch zu zeichnenden Kurven alle gewünschten Größen.

Wir werden die Anlage eines Formulares für die Haupthöhen (Z - Formular) und die Hauptpotentiale (H - Formular) auf den Schluß der Arbeit verschieben.

2. Der Massenaufbau der Atmosphäre.

Wir wenden uns zur Aufgabe 3. im eigentlichen Sinne. Als erste der abgeleiteten Größen berechnen wir die Dichte der Luft $r = p/RT'$ und das zu ihr reziproke spezifische Volumen $v = RT'/p$. Erstere kann durch Interpolation aus Tabelle 22, p. 267 entnommen werden; ebenso rasch geht aber die unmittelbare Berechnung mit dem Rechenschieber vor sich, wobei $R = 2.8704$ zu nehmen ist. Sie hat den Vorteil, sofort auch $v = 1/r$ mitzuliefern. Noch bequemer ist es vielleicht, sich je ein Deckblatt für diese beiden Größen zu verschaffen. Der Anhang enthält je ein solches, zusammen mit der Tabelle, die der Konstruktion zugrunde gelegt wurde. (Deckblatt I, Tafel B für Dichte, Deckblatt II und Tafel C für das spez. Volumen). Die schräg links geneigten Kurven (fast gerade) unterscheiden sich in beiden Blättern nur durch die Bezifferung. Mit ihrer Hilfe kann man aus Kurve III unmittelbar die gesuchten Werte auf drei Dezimalen able -

sen und in den Spalten 11 und 12 mit den üblichen Ne - benspalten aufschreiben. Bringt man im Adiabatenblatt bei den Bezeichnungen 5 mbar, 20 mbar H_2O, -40° usw. bis $+30^\circ$ die Bezifferung 0.600, 0.700 usw. bis 1.500 an und fügt für die Dichte r die Benennung kg/cbm, für das spezifische Volumen v die Benennung cbm/kg hinzu,so lassen sich je

V. die Druck - Dichte (p - r) - Kurve

VI. die Druck - spez. Vol. (p - v) - Kurve

auftragen. Sie schneiden sich wegen des reziproken Ver- haltens stets bei 1.000, also auf der -20° -Senkrech - ten. Der große Maßstab läßt auch kleine Dichteunter - schiede bei Inversionen gut erkennen. Auf weitere Er - gänzungen der Kurven V. und VI. kommen wir später zu - rück.

Als nächste Größe folgt jene Luftmasse N. die über einem qm Fläche gelegen ist und durch ihr Gewicht den Luftdruck p hervorbringt. Wir können sie mit einer viel- leicht nicht ganz glücklich gewählten Bezeichnung spezi- fische Luftmasse nennen. Da 1 mbar = 100 kg/m sec^2 den Druck auf einen Quadratmeter darstellt, erhalten wir daraus durch Division mit der Erdbeschleunigung gerade die gesuchte Masse, für den Druck 1 mbar. Die Größen $100/g$ sind im Anhang A, wie erwähnt, tabuliert. Für München ist z. B. $100/g_{3000} = 10a = 10.204$, wo für die Erdbeschleunigung g der Mittelwert für die halbe Höhe des Aufstiegs, also rund 3000 m gewählt ist. Es ent - spricht also in München einem Druck von 1 mbar eine Luftmasse von 10.204 kg, deren Gewicht auf einen Qua - dratmeter horizontaler Fläche verteilt ist.

Will man nur die prozentuale Verteilung n der spez. Masse N mit der Höhe haben, so ist $n_i = p_i : p_o \cdot 100$ und der prozentuale Zuwachs $dn_i = dp_i : p_o \cdot 100$. Beide Größen sind in Spalte 13a bezw. b zu finden, während Spalte c die Spalte a zu 100% ergänzt. Unter Benutzung der % - Skala für die relative Feuchte läßt sich dann

VII. die Druck - spez.Luftmasse in %
(p - n) - Kurve

aufzeichnen. Die Abszisse links von der Kurve (Spalte 13a) veranschaulicht dann die Luftmassen,welche noch oberhalb, die Abszissen rechts der Kurve (Spalte 13c)geben die Luftmassen, welche schon unterhalb der Schicht liegen.

Multipliziert man sämtliche Werte der Spalten 1a und 1b mit dem Faktor 10a = 100/g, so bekommt man die absoluten Werte für die spez. Luftmassen N_i und ihre Zuwächse dN_i. Dies ist in Spalte 14a und 14b geschehen. In 14c sind die Zuwächse summiert, welche wieder mit 14a sich zur spezifischen Gesamtmasse N ergänzen. Eine Kurve für N wird nicht gezeichnet.

Diese Größen wurden deshalb so ausführlich behandelt, weil das mittlere spez. Volumen v_m und der spez. Massenzuwachs dN, bezw. die Druckabnahme d_p innerhalb einer Schicht die grundlegenden Daten für die schon vorher durchgeführte Höhenberechnung liefern, der noch die theoretischen Grundlagen fehlen. Wir holen diese nun nach.

Da das mittlere spezifische Volumen einer (dünnen) Schicht v_m angibt, welchen Raum je ein kg Luftmasse dieser Schicht einnimmt, können wir uns diesen Raum als eine Säule von 1 qm Querschnitt und einer gewissen Höhe dz vorstellen. Der spez. Massenzuwachs dN dieser Schicht gibt aber an, wieviel kg Luft in dieser Schicht mit der Basis 1 qm enthalten sind. Also liefert das Produkte des mittleren spez. Volumens mit dem Zuwachs der spez.Luftmasse die gewünschte Höhe der Luftsäule. Es ist also:

$$1.)\quad dz_i = v_{m,i} \cdot dN_i$$

und nach der Multiplikation mit der Erdbeschleunigung g wegen

$$g \cdot dN_i = dp_i \quad \text{und} \quad g \cdot dz_i = dh_i$$

$$2.)\quad dh_i = v_{m,i} \cdot dp_i$$

was man gewöhnlich in der Differentialform dp=r. dh findet.

Während Bjerknes seine Tabellen auf der strengen Integration dieser letzteren Differentialgleichung aufgebaut hat, allerdings dabei zunächst eine Luftsäule von 0° C betrachtet und von dieser zu t'° C übergeht, ist es durchaus möglich, die beiden Ansätze 1.)und 2.) wirklich als Differenzgleichungen zu behandeln. Das aus der mittleren virtuellen Temperatur T'_i und dem mittleren Druck $\bar{p}_i$ der Schicht i errechnete

$$v_{m,i} = R. \quad T'_i : \bar{p}_i,$$

das man bequemer noch mittels des zugehörigen Deckblattes in den Punkten $\bar{t}'_i$ abliest (Spalte 12 d) liefert selbst bei Druckunterschieden von 100 mbar bezw. Massenzuwächsen von rund 1020 kg- und größere kommen ja nach unserer Rechnungsanlage nicht vor-, Höhenzuwächse dh bezw. dz, welche die gleiche Genauigkeit beanspruchen können wie die nach den Bjerknes'schen Tafeln errechneten. Zum Beweise sind die nach den Gleichungen 1.) und 2.) errechneten dh und dz in den Spalten 9d bezw. 10d eingesetzt und ihre Unterschiede gegen 9b bezw. 10b in 9e bezw. 10e kenntlich gemacht. Die Abweichungen betragen 1 - 2 pro Mille der Gesamthöhe. Man sieht, daß man sich von den Bjerknes'schen Tafeln vollkommen unabhängig machen kann, wenn auch diese ihre Vorzüge - nur Additionen - stets behalten werden.

In Differenzform geschrieben lauten die Gleichungen 1.) und 2.):

$$1'.) \quad z_i - z_{i-1} = v_{m,i}' \quad (N_{i-1});$$
$$2'.) \quad h_i - h_{i-1} = v_{m,i}' \quad (p_{i-1});$$

Aus 2:) folgt inbesondere, daß der Höhenzuwachs in dynamischen Metern dH_i von einer Hauptisobare zur anderen ($p_i - p_{i-1}$ = 100 mbar gleich dem hundertfachen mittleren spezifischen Volumen dieser Schicht ist. Entsprechend ist nach Gleichung 1',) der Massenzuwachs $N_i - N_{i-1}$ von einer Haupthöhe zur anderen ($z_i = z_{i-1}$ = 1000 m) gleich der tausendfachen mittleren Dichte $r_{m,i} = 1 : v_{m,i}$ dieser

Schicht. Wir werden im H - bezw. Z - Formular darauf zurückkommen.

3. Der Wasserdampf in der Atmosphäre.

Wir schließen damit die Rechnung über den Aufbau einer Luftmasse ab und wenden uns der darin enthaltenen Wasserdampfatmosphäre zu, von der uns einzig die Auf - zeichnung der relativen Feuchte Kunde gibt. Durch die Einführung der virtuellen Temperatur t' wurde sie ja beim Aufbau der Luftmasse berücksichtigt. Die Wasser - dampfatmosphäre kann ganz entsprechend wie die Luftatmosphäre behandelt werden, da sich ja nach dem Dalton'schen Gesetz zwei Gase in einem Raume unabhängig voneinander und dem Gesetze ihrer Partialdrucke folgend, verteilen. Damit allerdings der Wasserdampf als Gas behandelt werden kann, muß er als ungesättigter Dampf angesehen werden können; mit anderen Worten: es darf keine Kondensation eintreten. Wir wollen uns im Folgenden, soweit möglich, an diese Voraussetzung halten.

Dem Luftdruck p entspricht der Dampfdruck e. Es wäre nun grundsätzlich durchaus möglich, die Aufbau - rechnung für den Wasserdampf, ausgehend vom Dampfdrucke e genau derjenigen für den Luftdruck p nachzubilden, d.h. also zuerst Dichte, bezw. spez. Volumen des Wasserdampfes zu bestimmen und so fort. Dem steht aber entgegen, daß der Dampfdruck nur indirekt gemessen werden kann.Er hängt ja ab von der Temperatur t und der relativen Feuchte f. Letztere Größe ist bekanntlich nur mit 5-10% Genauigkeit, je nach der Trockenheit der Luft, meßbar. Damit wird die ganze Aufbaurechnung für die Wasserdampfatmosphäre ziemlich unsicher.

Man hilft sich hier dadurch, daß man zurückgreift auf die Massenverteilung der Luft, die nach dem Vorangehenden genügend genau bekannt ist und einfach angibt, wieviel Gramm Wasserdampf in jedem Kilogramm Luft ent - halten sind. Damit wäre der Übergang von der Massenver -

teilung der Luft auf die Massenverteilung des Wasser - dampfes geschaffen. Geht man dabei vom kg trockener Luft aus, so wird die gesuchte Übergangszahl durch das Mi - schungsverhältnis x gegeben; bei einem kg feuchter Luft heißt die entsprechende Größe die spezifische Feuchte q. Nun wurde ja mittels der virtuellen Temperatur t' die wirklich vorhandene Feuchtluft durch eine trockene Luft gleicher Dichte, aber etwas höhere Temperatur ersetzt. Wir müßten also streng genommen vom Mischungsverhältnis x ausgehen. Wegen der schon berührten Unsicherheit der Messung der relativen Feuchte kann aber jederzeit statt des Mischungsverhältnisses x die spez. Feuchte q genom - men werden, ohne einen merklichen Fehler befürchten zu müssen; die Unterschiede zwischen x und q sind nämlich an sich sehr gering.

Dies ist der innere Grund, warum Hertz und nun wieder Stüve die spez. Feuchte gegenüber dem Dampfdruck in ihren Adiabatenblättern bevorzugt haben.

Mit Hilfe des Kurvensystems 7. wird also aus der p - t - Kurve I unmittelbar die maximale spezifische Feuchte q_M abgelesen und in der dreifachen Spalte 15 eingetragen. Die wirkliche spez. Feuchte $q = f \cdot q_M/100$ ist in der ebenfalls dreifachen Spalte 16 eingesetzt. Beide Werte q_M und q liefern im linken Blatteil im blauen System 6. je die

VIII. Druck - max.spez. Feuchte
$(p - q_M)$ - Kurve

und die

IX. Druck - wirkl.spez. Feuchte
$(p - q)$ - Kurve.

Dann lesen wir aus diesen Kurven auf den Dampfdrucksenkrechten (System 5.) die Werte für e_W, den bei der Temperatur t maximal möglichen Dampfdruck, und den wirklichen herrschenden Dampfdruck e ab und tragen beide in den Spalten 17d und 18d ein.

Natürlich kann man die Größen e_W und e unmittelbar

als Funktion von t, bezw. von t und f bestimmen. Zu diesem Zweck sind im Anhang mehrere Tabellen gegeben, von denen D 1 a die nach Robitzsch*) auf mbar umgerechneten Werte des höchstmöglichen Dampfdruckes e_W über einer ebenen Wasserfläche. Tabelle D 1 b den etwas geringeren Sättigungsdampfdruck über einer ebenen Eisfläche e_E, beide nach ganzen Graden fortschreitend, enthält. In D 2 sind von 5 zu 5 Grad und von 10 zu 10% fortschreitend nochmals die Dampfdrucke e_W in mbar gegeben, auf Grund deren die Dampfdruckkurven des Deckblattes III gezeichnet wurden. Neben der bereits vorhandenen Skala für e wurde zu diesem Zweck eine Temperaturskala t_{II} so angetragen, daß bei den Drucken p = 1000, 900, 800, ..., 300 mbar die Temperaturen $+30^\circ$, $+20^\circ$, $+10^\circ$, ..., -40° angeschrieben sind. Merken wir in dieser Temperaturskala t_{II} die gegebenen t_i durch kurze Querstriche am Rande mit der Bezifferung i' an, so können wir zunächst auf der Dampfdrucklinie f = 100% die Punkte der

VIII a Temperatur - max. Dampfdruck (Wasser) ($t - e_W$) - Kurve

und durch Interpolation im Kurvensystem die den wirklichen f entsprechende

IX a Temperatur - Dampfdruck (Wasser) ($t - e$) - Kurve

zeichnen. Projizieren wir beide Kurven auf die Druckhorizontalen i, so erhalten wir die

VIII b Druck - max. Dampfdruck (Wasser) ($p - e_W$) - Kurve,

und die

IX b Druck - wirkl. Dampfdruck (Wasser) ($p - e$) - Kurve,

die wie schon in der Bezeichnung angedeutet wurde, mit den Kurven VIII und IX identisch sind.

Will man das Deckblatt III nicht benutzen, so liefert die ausführliche Tabelle E des Anhangs, die nach Zehntelgraden der Temperatur fortschreitet, unmittelbar die gewünschten e_W auf zwei Dezimalen; der wirkliche

Dampfdruck $e = f \cdot e_W/100$ wird am besten daraus mit dem Rechenschieber gewonnen. Die erhaltenen Werte für e_W und e sind in den dreifachen Spalten 17a - c und 18a - c notiert.

Vom Haarhygrometer wird bekanntlich angenommen, daß es nur die relative Feuchte in Bezug auf Wasser, nicht aber die auf Eis angebe. Es interessiert aber nun gerade für Höhenflüge oder Flüge in einer Front die Frage, wie weit die Luft bei gegebener Wasserfeuchte f_W = f% in Bezug auf Eis gesättigt erscheint. Man findet die gesuchte relative Feuchte in Bezug auf Eis f_e als Quotienten aus dem wirklichen Dampfdruck $e = e_W$ und dem maximalen Dampfdruck in Bezug auf Eis e_E, also $f_e = 100$, $e_w : e_E$. Die Größe e_E kann aus der ebenfalls nach Zehntelgraden der Temperatur fortschreitenden Tabelle F des Anhangs auf zwei Stellen entnommen werden und ist in Spalte 19a - c eingetragen. (Die Kurve für e_E strich - punktiert als Abzweigung bei $t_{II} = 0^\circ$ (p = 700 mbar)von der Kurve e_W in Deckblatt III zu erkennen. Die berechneten Werte von f_e findet man in Spalte 20a und in 20b die Differenzen $f_e - f_w$, die wegen des gegenüber e_W stets kleineren e_E immer positiv ausfallen. Will man sich auf diese Berechnung nicht einlassen, so hat man in Tabelle G des Anhangs die Möglichkeit, aus $f = f_W$ und t den Wert von f_e zu interpolieren. Die Tabelle G ist außerdem im Deckblatt III noch graphisch dargestellt, indem zur Temperaturskala t_{II} und der bisherigen Feuchtskala die Li - nien gleicher Eisfeuchte f_e in Abständen von 10 zu 10%, von 0% bis 15% gezeichnet vorliegen. Projiziert man also die Kurve II p - f ($=f_w$) in die Skala t_{II} hinauf, so ergibt sich im Adiabatenblatt die

X. Temperatur - relative Wasserfeuchte
($t - f_w$) - Kurve

---

*)Robitzsch, Die Verwertung usw., Observ.Lindenberg, XVI. Bd. C 1 - C 28. (zu Seite 382).

im Deckblatt III aber die mit X identische

Temperatur - relative Eisfeuchte
$(t - f_e)$ - Kurve,

Die abgelesenen (oder errechneten) Werte f_e trägt man wieder auf den Druckhorizontalen i ein und erhält die

XI. Druck - relative Eisfeuchte
$(p - f_e)$ - Kurve.

Sie wird selbstverständlich nur von jenem Druck p ab gezeichnet, bei dem die Temperatur 0^o einsetzt.

Projiziert man ferner die im Deckblatt III vom Punkte 100% unten ausgehenden beiden Kurven, nämlich die Kurve für Wasserfeuchte bei 100 - prozentiger Eis - feuchte $f_{w,E}$ (links) und die Kurve für Eisfeuchte bei 100 - prozentiger Wasserfeuchte $f_{e,W}$ (rechts) in den Punkten i' der Skala t_{II} auf die Druckhorizontalen i herunter, so erhält man die Kurve:

XII. Druck - rel. Wasserfeuchte
bei Eissättigung - $(p - f_{w,E})$

bezw. die Kurve:

XIII. Druck - rel. Eisfeuchte
bei Wassersättigung - $(p - f_{e,W})$.

Der Vergleich der Kurven II, mit XII und XI, mit XIII, läßt erkennen, wie weit die relative Wasserfeuchte von den Verhältnissen bei Eissättigung und die relative Eisfeuchte von den Verhältnissen bei Wassersättigung ent - fernt ist. Die entsprechenden Werte $f_{w,E}$ und $f_{e,W}$ welche auch aus Tabelle H des Anhangs unmittelbar entnommen werden können, sind in den Spalten 21a und 22a unterge - bracht. Ihre Differenzen zu f_w und f_e in 21b und 22b geben den Sättigungsmangel in Zahlen.

Damit ist die Betrachtung über die relative Feuchte abgeschlossen. Wir kehren wieder zur spezifischen Feuchte zurück. Wir können sie vergleichshalber noch nach der Formel und der Tabelle 33b, p. 280 berechnen. Von ihr gehen wir über zur absoluten Feuchte des Wasserdampfes r_w, die in gr/cbm gemessen wird. Wir könnten sie

durch die Formel

$$r_w = e_w / R_w \cdot T \qquad \text{mit } R_w = 4.607$$

aus dem in mbar gegebenen Dampfdruck e_w auf dem Rechenschieber berechnen. Wir wollten aber eigentlich alle Größen, die sich auf den Aufbau der Wasserdampfatmosphäre beziehen, aus denjenigen für die Massenverteilung der Luft herleiten. Da nun die absolute Feuchte ihrer Dimension gr/cbm nach nichts anderes als die Dichte des Wasserdampfes, bezogen auf Luft, bedeutet, so erhalten wir sie einfach aus der Beziehung:

$$3.) \quad r_w = q_M \cdot r$$

bezw.

$$4.) \quad r_w = q \cdot r$$

wo r_w die bei der Temperatur t höchstmögliche absolute Feuchte, r_w die wirkliche vorhandene absolute Feuchte bedeuten. Diese Beziehungen werden dadurch bewiesen, daß man von der früheren Gleichung 1.) in der Form:

$$5.) \quad dN_i = \bar{r}_i \cdot dz_i$$

ausgeht und ganz entsprechend anschreibt:

$$6a) \quad dW_i = \bar{r}_{W,i} \cdot dz_i$$

$$6b) \quad dw_i = \bar{r}_{w,1} \cdot dz_i$$

wo dW_i bezw. dw_i die höchstmögliche, bezw. die wirkliche Masse des in der Luftschicht i enthaltenen Wasserdampfes bezeichnen. Da im kg feuchter Luft q_M, bezw. q Gramm Wasserdampf enthalten sind, also

$$7a) \quad dW_i = \bar{q}_{M,i} \cdot dN_i$$

$$7b) \quad dw_i = \bar{q}_i \cdot dN_i$$

liefern 5.) 6.) und 7.) zusammen die Beziehungen:

$$8a) \quad \bar{r}_W = \bar{q}_M \cdot \bar{r}$$

$$8b) \quad \bar{r}_w = \bar{q} \cdot \bar{r}.$$

Sie gelten zunächst für die Mittelwerte der Schichten, umsomehr aber dann auch für die Einzelwerte, womit 3.) und 4.) gesichert sind.

Die Werte für r_W und r_w sind aus den Spalten 23 und 24 ersichtlich, wo sie nach 3.) und 4.) berechnet wurden. Außerdem steht für ihre Herleitung noch die Tabelle 33a p.280 zur Verfügung. Gemäß den Spalten 23 und

24 zeichnen wir noch die

XIV. Druck - maximale absolute Feuchte
$(p - r_W)$ - Kurve

und die

XV. Druck - absolute wirkliche Feuchte
$(p - r_w)$ - Kurve.

Dabei wird die Skala für den Dampfdruck unmittelbar für die absolute Feuchte mitbenutzt. Bemerkt sei noch, daß entsprechend der Abnahme der Luftdichte nach oben die absolute Feuchte als Produkt aus Luftdichte und spez. Feuchte ihrem Betrage nach in Bodennähe größer, in den oberen Schichten aber kleiner als die spezifische Feuchte ausfällt. Wenn trotzdem im Adiabatenblatt die Kurve der absoluten Feuchte stets links von derjenigen der spez. Feuchte liegt, so ist dies allein auf die Verschiedenheit der zugrunde liegenden Maßstäbe zurückzuführen. Zuletzt noch auf die Umstellung der Formeln 3.) und 4.) in

3a) $q_M = r_W \cdot v$

bezw. 4a) $q - r_w \cdot v$

aufmerksam gemacht. Die spezifische Feuchte ist also das Produkt aus absoluter Feuchte und spez. Volumen. Die letzteren Formeln werden dort praktisch sein, wo man vom Dampfdrucke e ausgeht und aus ihm zunächst die absolute Feuchte und daraus die spezifische Feuchte bestimmt.

Es erübrigt noch, nach Gleichung 6a) bezw. 7a) den maximal möglichen Wassergehalt W der Troposphäre zu berechnen, indem man zuerst die Zuwächse dW_i bestimmt. Man findet sie in den Spalten 25a) und 26a), ihre Summation in den entsprechenden Spalten 25b) und 26b). Wegen der stark gesunkenen absoluten Feuchte in Gipfelhöhe kann man noch bis zur Höhe 10 km nach Formel 6a) - aber nicht nach 7a) - interpolieren, was in der Spalte 25 oben durchgeführt ist. Da sich der Wassergehalt in gr, bezogen auf eine Säule von 1 qm Querschnitt, ergibt und ein Liter = 1000 gr Niederschlag pro qm mit 1 mm Nie-

derschlag pro qm mit 1 mm Niederschlag bezeichnet wird, gibt das Tausendfache der Zahlen in 25b) den maximal möglichen Niederschlag U_M, der durch Kondensation und senkrechtes Ausfallen (Windstille) des gesamten Wasserdampfes bei einer relativen Feuchte 100% erzeugt werden könnte. Er ist in der dreifachen Spalte 27 verzeichnet und in 28 auf den prozentualen Wert u_M des Gesamtbetrages umgerechnet. In Spalte 29 und 30 ist dann der wirklich verfügbare Wassergehalt nach den Gleichungen 6b)und 7b) zu finden, in Spalte 31 in mm Niederschlag U und in Spalte 32 auf den prozentualen Wert u umgerechnet. Die Spalte 33 endlich enthält das Verhältnis des verfügbaren zum maximal möglichen Niederschlag als Quotienten $w_i : W_i$.

Wir zeichnen noch die Kurven:

XVI. Druck - maximale Niederschlagsmenge in mm - $(p - U_M)$

XVII. Druck - maximale Niederschlagsmenge in % - $(p - u_M)$

XVIII. Druck - verfügbare Niederschlagsmenge in mm - $(p - U)$

XIX. Druck - verfügbare Niederschlagsmenge in % - $(p - u)$.

Dabei werden die % - Kurven XVII und XIX in der Skala für die relative Feuchte angetragen. Schreibt man an die Temperatursenkrechten -50° -40° -30° die mm-Werte 0, 10, 20, mm usw., so sind alle Kurven exakt darstell - bar.

Damit ist die Betrachtung über die Wasserdampfatmosphäre abgeschlossen.

4. Abgeleitete Temperaturen.

Wir kehren nunmehr zurück zur (p - t) - Kurve I und leiten aus ihr mittels Rechnung den von Bezold ge - schaffenen und von Robitzsch*) für die Höhenaufstiege

---

*) 10c. cit. p.14

fruchtbar gemachten Begriff der Äquivalent - Temperatur $t_{ä}$ ab. Nach den Vorschriften von Robitzsch ist bei Wasserdampf $t_{ä,w} = t + 2.52\ q$, bei Eisdampf $t_{ä,e} = t + 2.84q$. Anstelle der ersten Formel hat Stüve bei Tabelle 38, p.287, die genauere Formel für das dem Faktor 2.52 q entsprechende Zusatzglied $K\ (t, b) \cdot f_w$ gegeben, die allerdings durch einen Druckfehler entstellt ist. Umgeschrieben auf mbar muß es heißen:

$$K\ (t,p) = (1543 - 1.68\ t) / (p - 0.377\ e_w) \cdot e_w$$

also ohne den Faktor b im Nenner. Der Faktor K (t,p) in Spalte 34 gibt nur bei höheren Temperaturen etwas von 2.52 . q abweichende Werte, die einige Zehntelgrad nicht überschreiten. In der dreifachen Spalte 35 ist dann $t_{ä,w}$, in Spalte 36 das entsprechende $T_{ä,w}$ also die absolute Äquivalenttemperatur gegeben. Die Spalten 37, 38 und 39 liefern den Faktor 2.84 q, $t_{ä,e}$ und $T_{ä,e}$. Wir zeichnen noch aus 35 und 38 die Kurven

XX. Druck - Äquivalenttemperatur (Wasser) $(p - t_{ä,w})$

und XXI. Druck - Äquivalenttemperatur (Eis) $(p - t_{ä,w})$.

Ihrer ganzen Herleitung nach soll $t_{ä}$ die Temperatur einer Luftmasse symbolisieren, deren Wassergehalt in einen Wärmegehalt umgewandelt wurde. Der verschwundene Wassergehalt ist dann durch eine relative Feuchte f = 0% der Luftmasse gekennzeichnet, so daß wir die Äquivalenttemperatur mit der gebotenen Einschränkung als eine Temperatur bei absoluter Trockenheit ansehen können.

Den polaren Standpunkt hat nun Stüve eingenommen, insofern er den gleichen Endzustand absoluter Trocken - heit einer gegebenen Luftmasse durch adiabatische Hebung bis zur Sättigung und weitere Zustandsänderung nach der entsprechenden Kondensationsadiabate bis zur völligen Austrocknung erreicht. Von diesem Zustande aus wird die Luftmasse adiabatisch auf den Druck 1000 mbar gebracht. Die so gewonnene Endtemperatur hat Stüve als "pseudopo

tentiell" bezeichnet. Wir müssen demnach erwarten, daß die potentielle Äquivalenttemperatur mit der pseudopo - tentiellen innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmt.

Die speudopotentielle Temperatur kann formelmäßig nach Stüve garnicht dargestellt werden, sondern nur durch unmittelbare Rechnung oder Zeichnung. Wir beschränken uns hier auf die Zeichnung, können aber dabei zwei Wege einschlagen. Der erstere ist ein kleiner Umweg, inso - fern wir aus den vorliegenden Werten q nochmals die Kur- ve IX (p - q) zeichnen, die bisher nur im Dampfdruck - teil des Adiabatenblattes vorlag. Sie wird auf den Tem- peraturteil des Adiabatenblattes übertragen und heißt nunmehr die

XXII. Druck - Taupunkttemperatur
$(p - t_u)$ - Kurve.

Die Übertragung geschieht dabei so, daß im braunen Kur- vensystem 6. auf den Druckhorizontalen i die q - Werte eingetragen werden. Die sich dabei ergebenden Tempera - turen t_u definieren den Tau - bezw. bei Werten unter 0° den Reifpunkt. Die Zahlenwerte sind in Spalte 40 notiert, ebenso in Spalte 41 die absolute Temperatur T_u.

Vom Taupunkt $t_{u,i}$ gehen wir nun längs der Linie q_i solange aufwärts, bis die durch den Punkt t_i gehende Trockendiabate geschnitten wird. Der erhaltene Schnitt- punkt läßt dann den zum Punkte i gehörigen Sättigungs - druck p_s und die zugehörige Sättigungstemperatur t_s ab- lesen.

Ohne Zeichnung der Taupunkttemperatur erhalten wir denselben Punkt auf dem zweiten Wege, indem wir auf der zur Temperatur t_i gehörigen Trockendiabate solange auf - wärts gehen, bis im braunen Kurvensystem 6. die dem t_i entsprechende Kurve q_i, die natürlich interpoliert wer- den muß, angetroffen wird.

Wir notieren in Spalte 42 die Sättigungsdrucke p_s und in Spalte 43, bezw. 44 die Sättigungstemperatur t_s, bezw. ihre absoluten Werte T_s. Die Punkte p_s, t_s werden

zur

XXIII. Sättigungsdruck-Sättigungstemperatur
$(p_s - t_s)$ - Kurve

verbunden.

Aus den Punkten der Kurve XXIII werden nun im braunen Kurvensystem 8. mit eventueller Interpolation die Werte der speudopotentiellen Temperatur t_p abgelesen und in die Spalte 45 eingetragen. Unter Benutzung der Skala für die gewöhnliche Temperatur t läßt sich dann auch sofort die Kurve XXIV

XXIV. Druck - pseudopotentielle Temperatur
$(p - t_p)$

aufzeichnen. Bemerkt sei noch, daß die t_s gegenüber den t_u stets, wie ja aus der Konstruktion ersichtlich ist, etwas kleiner ausfallen. Dies ist physikalisch darin begründet, daß die Luftmasse gleichzeitig auf einen tieferen Druck gebracht wird, also eine Ausdehnung erfährt.

Betrachtet man die drei Kurven XXII, I und XX, bezw. XXI, also die Druck-Taupunkt, die Druck - Temperatur und die Druck - Äquivalenttemperatur - Kurve als Gesamtheit, so symbolisieren sie durch Temperaturangaben den Wärmeinhalt einer Luftmasse gleichen Drucks: bei Sättigung (Taupunkt : f = 100%), bei gegebener relativer Luftfeuchte f und bei absoluter Trockenheit (f=0%). Nähert sich also der wirkliche Zustand in der Atmosphäre einem der beiden Extremzustände, so fällt je eine der beiden Außenkurven mit der Kurve I, (p - t) zusammen. Bei Wolkenluft vereinigen sich Taupunkts- und Originalkurve, während die Äquivalentkurve so weit nach rechts wie nur möglich rückt. Bei nahezu absoluter Trokkenheit rücken Original - und Äquivalenttemperaturkurve fast ganz zusammen, während die Taupunktskurve in extreme Lage nach links ausweicht.

5. Potentielle Temperaturen und Entropie.

Bei allen diesen Betrachtungen über abgeleitete Temperaturen ist der Endzweck nicht darin zu suchen, daß nun Thermometergrade verglichen werden können. Das allein Wertvolle an diesen Zahlen ist die Tatsache, daß sie Aufschluß geben sollen über die in der Atmosphäre vorhandenen Energievorräte und die Möglichkeit ihrer Änderung. Über die Richtung solcher Energieänderungen entscheidet die durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik definierte, bis auf eine additive Konstante bestimmbare Entropie. Sie ist für die Vorgänge in der Atmosphäre definiert als Funktion der potentiellen Temperatur einer Luftmasse, nämlich derjenigen Temperatur, welche bei adiabatischer Überführung der Luftmasse zum Drucke 1000 mbar erhalten wird.

Wo immer wir Temperaturen erhalten haben, können wir sie stets auf potentielle Werte umrechnen. Dies geschieht bekanntlich nach der Formel

$$P\,(T) = T \,.\, (1000/p)^{0.2884}$$

wo T die Temperatur in absolutem Maß und P (T) die entstehende potentielle Temperatur ist, die dann ebenfalls in absolutem Maß gemessen erscheint. Durch Subtraktion von 273.2 erhalten wir daraus die potentielle Temperatur in gewöhnlichem Maß P (t).

Stüve hat der obigen Formel in Tabelle 32. p.279 die elegante Form

$$P\,(T) = T + T \,.\, j\,(p)$$

gegeben, wo der Faktor

$$j = j\,(p) = (1000/p)^{0.2884} - 1$$

allein vom Luftdruck p abhängig ist. Die der Tabelle 32 entnommenen Werte j_i für alle p_i sind in Spalte 46a, die Zwischenwerte $\bar{j}_i$ in 46b notiert.

Mit Hilfe der Spalte 46 sind nun alle vorkommenden Temperaturen in absolutem Maße umgerechnet auf potentielle Temperaturen (absolutes Maß) und dann durch Subtraktion von 273.2 auf das gewöhnliche Maß P (t) zurückge -

führt.

Einfacher als diese Rechnung ist jedoch die Konstruktion im Adiabatenblatt. Man geht auf der zum Punkte t_i, p_i gehörigen Trockenadiabate nach unten bis zur Drucklinie 1000 mbar und liest auf ihr im Maßstab der gewöhnlichen Temperatur t sofort die potentielle Temperatur P (t_i) ab. Projiziert man diesen Punkt nun senkrecht in die Druckhorizontale i zurück, so hat man sofort die entsprechende Kurve p - P (t) vorliegen. Auf dieser so einfachen Konstruktion beruht der Wert des Stüve'schen Gedankens, die Trockenadiabaten als gerade Linien auszubilden. Man wird also zeichnen:

XXV. die Druck - potentielle Temperatur (p - P (t)) - Kurve,

XXVI. die Druck - potent.Taupunkttemperatur (p - P (t_u))- Kurve,

XXVII. die Druck-äquivalentpotentielle Temper. in Bezug auf Wasser (p - P $(t_{ä,w})$)-Kurve

XXVIII. die Druck - Äquipotentielle Temper. in Bezug auf Eis (p - P $(t_{ä,e})$)-Kurve,

XXIX. die Sättigungsdruck - potent. Sättigungstemperatur (ps - P (t_s)) - Kurve.

Fügt man außerdem noch

XXX. die Sättigungsdruck - potentielle Temperatur (p_s - P (t)) - Kurve

bei, die mit XXV die potentielle Temperatur gemeinsam hat, so lassen sich diese beiden Kurven durch Senkrechte in den entsprechenden Punkten verbinden, welche unmittelbar die zu durchmessenden Druckunterschiede bis zur Sättigung im Aufsteigen erkennen lassen. Die Zahlenwerte der Kurve XXV bis XXIX findet man in den dreifachen Spalten 47 bis 56, welche im Verzeichnis näher erläutert sind.

Hervorgehoben sei nochmals die Ähnlichkeit zwischen den Kurven der speudopotentiellen (XXIV) und der

äquivalentpotentiellen Temperatur (XXVII) bezw.(XXVIII), deren Begründung bereits früher gegeben wurde. Die Abweichungen sind in der Hauptsache auf die rechnerische bezw. zeichnerische Ungenauigkeit zu schieben.

Aus den Spalten 48, 50, 52, 54 und 56,welche jeweils die potentielle Temperaturen im gewöhnlichen Maße enthalten, lassen sich noch mit Hilfe der Tabelle 40, p. 290 die zugehörigen Entropiewerte F (t) interpolieren. Dies ist in den Spalten 57 bis 62 geschehen. Obwohl die Kurven der potentiellen Temperaturen selbst schon eine Übersicht über den Verlauf der Entropie F geben, da F wesentlich der natürliche Logarithmus der absoluten potentiellen Temperatur ist, beide Funktionen also gleichsinnig verlaufen, kann man mit Hilfe einer Skala, die bei den Temperatursenkrechten - 20°, -10° usw. bis +40° die Entropiewerte 10,40, 10,60, 10,80, 11,00, 11,20, 11,40 und 11,60 festsetzt, die Kurven XXIV bis XXIX umzeichnen auf Entropiekurven.

Man hat also:

XXXI. die Druck - pseudopotentielle Entropie
$(p - F(t_p))$ - Kurve,

XXXII. die Druck - gewöhnliche Entropie
$(p - F(t))$ - Kurve,

XXXIII. die Druck - Taupunkttropie
$(p - F(t_u))$ - Kurve,

XXXIV. die Druck - Äquivalententropie (Wasser)
$(p - F(t_{ä,w}))$-Kurve,

XXXV. die Druck - Äquivalententropie (Eis)
$(p - F(t_{ä,e}))$- Kurve,

XXXVI. die Druck - Sättigungsentropie
$(p - F(t_s))$ - Kurve.

Damit ist die gestellte Aufgabe 3., Ableitung gewisser Größen aus p, t und f genügend erschöpfend behandelt.

Zur bequemeren Übersicht folgt ein Verzeichnis der errechneten Größen nach Spalten, sowie ein Kurvenver -

zeichnis. Die Kurven selbst sind auf einem Beiblatt wiedergegeben, das keinerlei Unterdruck enthält. Man möge sich dieses Blatt nach den eingezeichneten Randmarken auf ein leeres Adiabatenformular auflegen und danach die Kurven studieren. Zur weiteren Erleichterung ist noch eine Übersicht der notwendigen Skalen beigefügt.

6. Rascheste Gewinnung der Kurven.

Schon eingangs wurde betont, daß die Menge aller errechenbaren Daten auch nur eines Aufstieges kaum im Laufe eines Vormittags zu bewältigen sei. Umsomehr muß aber darauf gesehen werden, wenigstens die zeichnerische Darstellung des Aufstieges so weit als möglich zu fördern. Wir geben daher im Folgenden noch in Stichworten eine kurze Anleitung über die Reihenfolge der notwendigen Manipulationen wie sie sich an der Flugwetterwarte München zum Teil schon praktisch eingeführt haben, um in möglichst kurzer Zeit möglichst viel aus einem Aufstieg herauszuholen. Die Reihenfolge in der Entstehung der Kurven wird dabei wesentlich geändert. Es kommen zunächst die Kurven der abgeleiteten Temperaturen, anschließend die Kurven der potentiellen Werte und der Entropie zur Darstellung. Danach folgt der Aufbau der Luftmassen und endlich der Aufbau der Wasserdampfatmosphäre.

Abgeleitete Temperaturen, potentielle Werte, Entropie: - Nach Zeichnung der Kurve I (Abbildung 125)Ablesung von q_M und Notierung. Zeichnung der Kurve II (Abbildung 126). Rechnerische Bestimmung von $q = f \cdot q_M/100$, daraus Berechnung der Äquivalenttemperaturen $t_{ä,w}$ bezw. $t_{ä,e}$. Zeichnung der Kurven XX und XXI. Zeichnung der Kurve XXII mit Hilfe der q - Werte. Anschließend Konstruktion der Kurve XXIII und Entnahme der pseudopotentiellen Temperaturen t_p. Nach Entwurf der Kurve XXIV Konstruktion der Kurven potentieller Temperaturen XXV bis XXX. Umzeichnung der Kurven XXIV bis XXX in XXXI bis

XXXVI auf Entropiewerte mit Hilfe von Tabelle 4o, p-290.

Luftmassenaufbau: - Konstruktion von Kurve III, aus der mittels der Deckblätter I und II die Werte der Luftdichte und der spezifischen Volumina unter Mitnahme der Größe $v_{m,i}$ abgelesen werden. Konstruktion der Kurven V und VI nach diesen Werten. Berechnung der spezifischen Luftmassen n, dn, sowie der Luftmassenzuwächse dN, ebenso der dp. Berechnung der dh nach Gleichung 2 und deren Summation. Dann nach Gleichung 1 oder mittels Faktor 10a aus dh und h Gewinnung der dz und z. Konstruktion der Kurve IV, IVh und IVz.

Wasserdampfatmosphäre: - Zeichnung der Kurven VIII und IX aus den abgelesenen q_M und den errechneten q. Konstruktion der Temperaturhorizontalen i' nach Temperaturskala t_{II}, Entwurf der Kurven VIIIa und IXa nach Deckblatt III oder Tabelle E, Anhang. Projektion von VIIIa und IXa auf die p_i - Linie ergibt die Kurven VIIIb und IXb, die mit VIII und IX identisch sind (Kontrolle). Konstruktion von Kurve X und Bestimmung der relativen Eisfeuchte mittels Deckblatt III oder nach Tabelle G. Bestimmung der relativen Eisfeuchte bei Wassersättigung und der relativen Wasserfeuchte bei Eissättigung nach Tabelle H, Anhang oder Deckblatt III. Zeichnung der Kurven XI, XII, XIII. Errechnung der maximalen und wirklichen absoluten Feuchte nach den Beziehungen 3. und 4. mit Hilfe der notierten Werte der r und q; Aufzeichnung der Kurven XIV und XV.

Wassergehalt: - Errechnung des höchstmöglichen (f_w = 100%) und des wirklichen verfügbaren Niederschlags in mm nach Gleichung 6a und 7a, Summierung der Stufenwerte, Umrechnung auf prozentuale Verteilung mit der Höhe nach dem gesamten Wassergehalt, Bestimmung des Verhältnisses der beiden Wassergehalte bezw. Niederschlagsmengen in den einzelnen Stufen. Entwurf der Kurven XVI bis XIX.

7. Schlußbemerkungen.

Bezüglich des Begriffes der Sättigungstemperatur sei noch hinzugefügt, daß nach Konstruktion Sättigungstemperatur und gewöhnliche Temperatur auf derselben Trockenadiabate liegen. Sie müssen also die gleichen potentiellen Werte aufweisen; d. h. es müssen P (T) in Spalte 47 und P (T_s) in Spalte 55, bezw. P (t) in Spalte 48 und P (t_s) in Spalte 56 identisch sein. Ebenso müssen die Entropiewerte F (t) und F (t_s) in den Spalten 58 und 62 wörtlich übereinstimmen. Das sie dies nicht ganz genau tun, rührt davon her, daß absichtlich zuerst die Sättigungstemperatur in gewöhnlichem Maße t_s nach der Konstruktion bestimmt wurde und dann erst die potentiellen Werte folgten. Auch im Beiblatt wurden die Kurven XXIX und XXX, die an sich identisch sein müssen, gesondert gezeichnet, ebenso die zugehörigen Entropiekurven XXXII der gewöhnlichen Entropie und XXXVI der Sättigungsentropie. Man hat darin ein Maß für die Ablesegenauigkeit im Beiblatt, bezw. eine Kontrolle auf Rechenfehler.

Die Arbeit ist insofern unvollendet geblieben als auf die Wiedergabe der noch zu berechnenden Gradienten - was aus den Nebenspalten b leicht geschehen kann -und auf die Anlage je eines Formulars für die Hauptpotentiale und die Haupthöhen (H - bezw. Z - Formular) verzichtet wurde. Dies konnte aber umso eher geschehen, als es sich hier um eine bloß mechanische Rechen- bezw. Ableseарbeit handelt.

Dagegen sei noch mit einigen Worten auf das Adiabatenformular eingegangen. Wie in der Arbeit ausgeführt, läßt sich eine Vielzahl von Kurven rein zeichnerisch gewinnen. Dabei geht es jedoch nicht ohne eine gewisse Anstrengung für die Augen ab, weil eben die Fülle der Kurven und Zahlen verwirrend wirken muß. Dem könnte abgeholfen werden durch eine Vergrößerung des Blattes. Wählte man etwa als Maßstab 1° C = 10 mm Länge, so wäre schon

viel gewonnen, wenngleich selbstverständlich die Genauigkeit als solche nicht erhöht wird. Diese hängt ja letzten Endes von der Präzision der registrierenden Meteorographen ab und kann nur allein von diesem Angriffspunkt aus verbessert werden, nicht durch bloße Vergrößerung der Skalen.

Ferner dürfte es sich als notwendig erweisen, die Temperaturskala, die nur bis 40° reicht, nach rechts hin bis etwa +60 oder 70° zu erweitern, um auch im Sommer potentielle Temperaturwerte rein zeichnerisch gewinnen zu können. Um das Blatt dann aber nicht zu unhandlich werden zu lassen, könnte man den Dampfdruckteil des Blattes links von der -50° - Linie abtrennen, und in einem Sonderblatt, etwa zusammen mit dem Deckblatt I oder II unterbringen. Verzichtet man auf die Vereinigung mit den Deckblättern und schafft ein Deckblatt IV, so hätte dies den Vorteil, daß die jetzt sehr enge Skala für den Dampfdruck und die spezifische Feuchte auf einen bequemen und für das Auge unschädlichen Maßstab erweitert werden könnte.

Die Verwendung dieser Groß-Formulare wäre dann in erster Linie für die deutschen Wetterflugstellen gedacht, die neben der rein zeichnerischen Gewinnung der Druckdynamischen Höhe-Kurve noch eine ihnen zusagende Auswahl von Kurven täglich zeichnen und ihre Änderung von Tag zu Tag studieren würden. Dieser Zweck würde besonders bequem erreicht, wenn für das neue Groß-Formular ein halb durchsichtiges Papier gewählt würde - im Gegensatz zu den Deckblättern I bis III und eventuell IV, die auf möglichst starkes und dauerhaftes Papier zu drucken sind.

Auch die Führung des H - bezw. Z - Formulars würde durch das neue Groß-Format wesentlich erleichtert werden. Die deutschen meteorologischen Institute und Flugwetterwarten könnten sich nach Wunsch das große oder das jetzige kleine Format für den täglichen Gebrauch zu-

legen.

Für das große Format spricht noch die Tatsache, daß dann von mehreren Aufstiegsorten eine größere Auswahl von Kurven, etwa der abgeleiteten Temperaturen und der Entropien, die für denselben Tag gelten, auf einem Blatt vereinigt werden kann. Werden die Kurven eines Ortes immer in derselben Farbe gezeichnet, so ist keine Verwirrung zu befürchten.

Die vorstehenden Ausführungen erfüllen ihren Zweck, wenn sie aufgefaßt werden als Beitrag zu der Frage, wie die Arbeit der deutschen Höhenaufstiegsstellen im Polarjahr besonders fruchtbar gemacht werden kann.

Beilagen zum Beiblatt.

B E I L A G E N zum B E I B L A T T .

I. Verzeichnis der neu einzufügenden Skalen.

A. Horizontal

	5 mbar	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	± 0°	10°	20°	30°	40°
a)	6000	5500	5000	4500	4000	3500	3000	2500	2000	1500	1000
b)	5000	4500	4000	3500	3000	2500	2000	1500	1000	500	0
c)	-	-	-	-	6000	5000	4000	3000	2000	1000	0
d)	-	0%	50%	100%	150%	-	-	-	-	-	-
e)	-	0 mm	10 mm	20 mm	30 mm	-	-	-	-	-	-
f)	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	-
g)	-	-	10.00	10.20	10.40	10.60	10.80	11.00	11.20	11.40	11.60

Es gelten die bei den obigen Temperatursenkrechten, bezw. Dampfdrucklinien horizontal anzutragenden Werte:

a) für die dynamische Höhe h und die geometrische Höhe z in Kurve IV h und IV z:
b) wie unter a).
c) für die dynamischen Höhen in Kurve IV.
d) für die relativen Feuchten f = f_w, f_e, $f_{e,w}$ und $f_{w,E}$ in den Kurven II, X, XI, XII u. XIII, ferner für die spezifische Luftmasse n in % in Kurve VII und für die maximal möglichen und wirklich verfügbaren Niederschläge u_M und u in % in den Kurven XVII und XIX.
e) für die maximal mögliche und die wirklich verfügbaren Niederschläge U_M und U in mm der Kurven XVI und XVIII.
f) für die Dichte r in kg/cbm in Kurve V u. für das spezifische Volumen v in cbm/kg in Kurve VI.
g) für die Entropie-Werte im System cgs/Beschleunigung . 10^6 der Kurven XXXI bis XXXVI.

B. Vertikal

300	mbar	-40°	700	mbar	$\pm 00^{\circ}$
400	"	-30°	800	"	10°
500	"	-20°	900	"	20°
600	"	-10°	1000	"	30°

Die vorstehenden in der Senkrechten anzutragenden Werte gelten für die Temperatur-Skala t_{II} in den Kurven VIIIa, IXa, X.

II. Verzeichnis der zu entwerfenden Kurven.

Nr.	Elemente:			Abkürzungen:
I.	Druck	-	Temperatur	p - t
II.	"	-	relative Feuchte	p - f ($=f_w$)
III.	"	-	virtuelle Temperatur	p - t'
IV.	"	-	dynamische Höhe (kl.Maßstab)	p - h
IV h.	"	-	dynamische Höhe (gr.Maßstab)	p - h
IV z.	"	-	geometrische Höhe (gr.Maßstab)	p - z
V.	"	-	Luftdichte	p - r
VI.	"	-	spez. Volumen der Luft	p - v
VII.	"	-	spez. Luftmasse in %	p - n
VIII.	"	-	max. spez. Feuchte	p - q_M
VIII a.	Temp.	-	max. Dampfdruck über Wasser	t - e_W

Nr.		Elemente:	Abkürzungen:
VIII b.	Druck	- max. Dampfdruck über Wasser	$p - e_W$
IX.	"	- wirkl. spez. Feuchte	$p - q$
IX a.	Temp.	- wirkl. Dampfdruck über Wasser	$t - e$
IX b.	Druck	- wirkl. Dampfdruck über Wasser	$p - e$
X.	Temp.	- relative Wasserfeuchte	$t - f_w$
XI.	Druck	- relative Eisfeuchte	$p - f_e$
XII.	Druck	- relative Wasserfeuchte bei Eissättigung	$p - f_{w,E}$
XIII.	"	- relative Eisfeuchte bei Wassersättigung	$p - f_{e,W}$
XIV.	"	- max. absolute Feuchte	$p - r_W$
XV.	"	- wirkl. absolute Feuchte	$p - r_w$
XVI.	"	- max. mögl. Niederschlag in mm	$p - U_M$
XVII.	"	- max.mögl.Niederschlag in % des gesamten max.Wassergehalts	$p - u_M$
XVIII.	"	- verfügbarer Niederschlag in mm	$p - U$
XIX.	"	- verfügbarer Niederschlag in % des verfügbaren Wassergehalts	$p - u$
XX.	"	- Äquivalenttemperatur (Wasser)	$p - t_{ä,w}$
XXI.	"	- Äquivalenttemperatur (Eis)	$p - t_{ä,e}$
XXII.	"	- Taupunkttemperatur	$p - t_u$
XXIII.	Sättigungsdruck	- Sättigungstemperatur	$p_s - t_s$

Nr.			Elemente:	Abkürzungen:
XXIV.	Druck	-	pseudopotentielle Temperatur	$p - t_p$
XXV.	"	-	potentielle Temperatur	$p - P(t)$
XXVI.	"	-	potent. Taupunkttemperatur	$p - P(t_u)$
XXVII.	"	-	äquivalentpotentielle Temperatur (Wasser)	$p - P(t_{ä,w})$
XXIX.	Sättigungsdruck	-	potentielle Sättigungstemperatur	$p_s - P(t_s)$
XXX.	"	-	potentielle Temperatur	$p_s - P(t)$
XXXI.	Druck	-	pseudopotentielle Entropie	$p - F(t_p)$
XXXII.	"	-	gewöhnliche Entropie	$p - F(t)$
XXXIII.	"	-	Taupunktsentropie	$p - F(t_u)$
XXXIV.	"	-	Äquivalenttropie (Wasser)	$p - F(t_{ä,w})$
XXXV.	"	-	Äquivalententropie (Eis)	$p - F(t_{ä,e})$
XXXVI.	"	-	Sättigungsentropie	$p - F(t_s)$

III. Verzeichnis
der Spalten im Formular der markanten Punkte.

Hauptspalte:	Element	Bezeichnung:	Nebenspalten: a	b	c	d	e
1.	Luftdruck	p	p_i	dp_i	$\bar{p}$	-	-
2.	Relative Feuchte (Wasser	f	f	df	$\bar{f}$	-	-
3.	Temperatur	t	t_i	dt_i	$\bar{t}_i$	-	-
4.	Absolute Temperatur	T	T_i	dT_i	$\bar{T}_i$	-	-
5.	Virtuelle Temperatur	t'	t'_i	dt'_i	$\bar{t}'_i$	-	-
6.	Absolute virtuelle Temperatur	T'	T'_i	dT'_i	$\bar{T}'_i$	-	-
7.	Abstände von der 1000-Fläche	H	H_i	dH_i	-	-	-
8.	Temperatur-Korrektion	y	y_i	-	-	-	-
9.	Dynamische Höhe	h	h_i	dh_i	$\bar{h}_i$	$dh_{m,i}$	$dh_i - dh_{m,i}$
10.	Geometrische Höhe	z	z_i	dz_i	$\bar{z}_i$	$dz_{m,i}$	$dz_i - dz_{m,i}$
11.	Luftdichte bei virt. Temperatur	r	r_i	dr_i	$\bar{r}_i$	-	-
12.	Spezif. Volumen der Luft	v	v_i	dv_i	$\bar{v}_i$	$v_{m,i}$	-
13.	Prozentuale Luftmasse	n	n_i	dn_i	$\bar{n}_i$	-	-
14.	Lufmasse in kg	N	N_i	dN_i	$\bar{N}_i$	-	-
15.	Maximale spezif. Feuchte	q_M	$q_{M,i}$	$dq_{M,i}$	$\bar{q}_{M,i}$	-	-

Hauptspalte:	Element	Bezeichnung:	Nebenspalten: a	b	c	d	e
16.	Wirkliche spezif. Feuchte	q	q_i	dq_i	$\bar{q}_i$	-	-
17.	Maximal. Dampfdruck über Wasser	e_M	$e_{m,i}$	$de_{M,i}$	$\bar{e}_{M,i}$	$e_{M,1}$	abgelesen
18.	Wirklicher " " "	e	e_i	de_i	$\bar{e}_i$	e_i	abgelesen
19.	Maximaler " " Eis	e	$e_{E,i}$	$de_{E,i}$	$\bar{e}_{E,i}$	-	-
20.	Relative Feuchte in Bezug auf Eis	f_e	$f_{e,i}$	$f_{e,i}-f_{w,i}$	-		
21.	Relative Wasserfeuchte bei Eissättig.	$f_{w,E}$	$f_{w,E;i}$	$f_{w,E;i}-f_{w,i}$	-		
22.	Relative Eisfeuchte b.Wassersättig.	$f_{e,W}$	$f_{e,W;i}$	$f_{e,W;i}-f_{e,i}$	-		
23.	Maximale absolute Feuchte	r_W	$r_{W,i}$	$dr_{W,i}$	$\bar{r}_{W,i}$		
24.	Wirkliche absolute Feuchte	r_w	$r_{w,i}$	$dr_{w,i}$	$\bar{r}_{w,i}$		
25.	Maximal möglicher Wassergehalt nach Gleichung 6a	W	W_i	dW_i	-		
26.	Maximal möglicher Wassergehalt nach Gleichung 7a	W	W_i	dW_i	-		
27.	Maximal möglicher Wassergehalt in mm Niederschlag	U_M	$U_{M,i}$	$dU_{M,i}$	$U_{M,i}$		
28.	Maximal möglicher Wassergehalt in % des Gesamtgehaltes	u_M	$u_{M,i}$	$du_{M,i}$	$100-u_{M,i}$		
29.	Wirklicher Wassergehalt nach Gleichung 6b	w	w_i	dw_i	-		

Hauptspalte:	Element:	Bezeichnung:	Nebenspalten: a	b	c
30.	Wirklicher Wassergehalt nach Gleichg. 7b	w	w_i	dw_i	-
31.	Wirklicher Wassergehalt un mm Niederschlag	U	U_i	dU_i	$\bar{U}_i$
32.	Wirklicher Wassergehalt in % des Gesamtgehaltes	u	u_i	du_i	$100 - u_i$
33.	Verhältnis des verfügbaren zum maxim. mögl. Niederschlag	w/W	w_i/W_i	-	-
34.	Faktor zur Berechnung der Äquivalenttemperatur	$f_w(Kt,p)$	$f_{w,i}$	$(K(t_i,p_i))$	Mittelw.
35.	Äquivalenttemperatur (Wasser)	$t_{ä,w}$	$t_{ä,w;i}$	$dt_{ä,w;i}$	$\bar{t}_{ä,w;i}$
36.	Äquivalenttemperatur (Wasser) in absolutem Maß	$T_{ä,w}$	$T_{ä,w;i}$	$dT_{ä,w;i}$	$\bar{T}_{ä,w;i}$
37.	Faktor zur Berechnung der Äquivalenttemperatur (Eis)	2,84q	$2,84q_i$	-	$2,84\bar{q}_i$
38.	Äquivalenttemperatur (Eis)	$t_{ä,e}$	$t_{ä,e;i}$	$dt_{ä,e;i}$	$\bar{t}_{ä,e;i}$
39.	Äquivalenttemperatur (Eis) in absolutem Maß	$T_{ä,e}$	$T_{ä,e;i}$	$dT_{ä,e;i}$	$\bar{T}_{ä,e;i}$
40.	Taupunkttemperatur	t_u	$t_{u,i}$	$dt_{u,i}$	$\bar{t}_{u,i}$
41.	Taupunkttemperatur in absolutem Maß	T_u	$T_{u,i}$	$dT_{u,i}$	$\bar{T}_{u,i}$
42.	Sättigungsdruck	p_s	$P_{s,i}$	$dp_{s,i}$	$\bar{p}_{s,i}$
42.	d-g, Hebung zur Sättigung	-	$p_{s,i}-p_i$	$h_{s,i}$	$h_{s,i}-h_i$ $(z_{s,i}-z_i)$

Hauptspalte:	Element:	Bezeichnung:	Nebenspalten: a	b	c
43	Sättigungstemperatur	$t_{s,i}$	$t_{s,i}$	$dt_{s,i}$	$\bar{t}_{s,i}$
44.	Sättigungstemperatur in absolutem Maße	T_s	$T_{s,i}$	$dT_{s,i}$	$\bar{T}_{s,i}$
45.	Pseudopotentielle Temperaturen	t_p	$t_{p,i}$	$dt_{p,i}$	$\bar{t}_{p,i}$
46.	Luftdruckfaktor	j	j_i	-	$\bar{j}_i$
47.	Potentielle Temperatur in absolutem Maße	P(T)	$P(T_i)$	$dP(T_i)$	$\bar{P}(T_i)$
48.	Potentielle Temperatur in gewöhnlichem Maße	P(t)	$P(t_i)$	$dP(t_i)$	$\bar{P}(t_i)$
49.	Potentielle Taupunkttemperatur in absolutem Maße	$P(T_u)$	$P(T_{u,i})$	$dP(T_{u,i})$	$P(\bar{T}_{u,i})$
50.	Potentielle Taupunkttemperatur in gewöhnlichem Maße	$P(t_u)$	$P(t_{u,i})$	$dP(t_{u,i})$	$P(\bar{t}_{u,i})$
51.	Äquivalent-potent.Temperatur(Wasser) in absolutem Maße	$P(T_{ä,w})$	$P(T_{ä,w;i})$	$dP(T_{ä,w;i})$	$P(\bar{T}_{ä,w;i})$
52.	Äquivalent-potent.Temperatur(Wasser) in gewöhnlichem Maße	$P(t_{ä,w})$	$P(t_{ä,w;i})$	$dP(t_{ä,w;i})$	$P(\bar{t}_{ä,w;i})$
53.	Äquivalent-potent.Temperatur (Eis) in absolutem Maße	$P(T_{ä,e})$	$P(T_{ä,e;i})$	$dP(T_{ä,e;i})$	$P(\bar{T}_{ä,e;i})$
54.	Äquivalent-potent.Temperatur (Eis) in gewöhnlichem Maße	$P(t_{ä,e})$	$P(t_{ä,e;i})$	$dP(t_{ä,e;i})$	$P(\bar{t}_{ä,e;i})$
55.	Potentielle Sättigungstemperatur in absolutem Maße	$P(T_s)$	$P(T_{s,i})$	$dP(T_{s,i})$	$P(\bar{T}_{s,i})$

Hauptspalte:	Element:	Bezeichnung:	Nebenspalten: a	b	c
56.	Potentielle Sättigungstemperatur in gewöhnlichem Maße	$P(ts)$	$P(t_{s,i})$	$dP(t_{s,i})$	$P(\bar{t}_{s,i})$
57.	Pseudopotentielle Entropie	$F(t_p)$	$F(t_{p,i})$	$dF(t_{p,i})$	$F(\bar{t}_{p,i})$
58.	Gewöhnliche Entropie	$F(t)$	$F(t_i)$	$dF(t_i)$	$D(\bar{t}_i)$
59.	Taupunktentropie	$F(t_u)$	$F(t_{u,i})$	$dF(t_{u,i})$	$F(\bar{t}_{u,i})$
60.	Äquivalent-Entropie (Wasser)	$F(t_{ä,w})$	$F(t_{ä,w;i})$	$dF(t_{ä,w;i})$	$F(\bar{t}_{ä,w;i})$
61.	Äquivalent-Entropie (Eis)	$F(t_{ä,e})$	$F(t_{ä,e;i})$	$dF(t_{ä,e;i})$	$F(\bar{t}_{ä,e;i})$
62.	Sättigungs-Entropie	$F(t_s)$	$F(t_{s,i})$	$dF(t_{s,i})$	$F(\bar{t}_{s,i})$

Flugzeugaufstieg München vom 27.April 32.

F l u g z e u g a u f s t i e g

München vom 27. April 1932.

IV. Formular der markanten Punkte. (M.P. - Formular)

Temperatur in ° C	Feuchte in %	Luftdruck in mbar.
+ 6,9	76	955
+ 6,2	59	918
- 6,0	68	738
- 9,8	77	682
- 17,3	77	573
- 22,0	62	512
- 28,0	60	457

Spalten: lfd.Nr.	1			2			3			4		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
12.	(400)	57	428.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.	457	43	478.5	60	-1	61	-28.8	5.5	-26.1	244.4	5.5	247.1
10.	(500)	12	506.0	(61)	-1	61	(-23.3)	1.3	-22.7	249.9	1.3	250.5
9.	512	61	542.5	62	-15	69	-22.0)	4.7	-19.7	251.2	4.7	253.5
8.	573	27	586.5	77	0	77	-17.3	2.3	-16.3	255.9	2.3	256,9
7.	(600)	82	641.0	(77)	0	77	(-15.3)	5.5	-12.6	257.9	5.5	260.6

Spalten: lfd.Nr.	1 a	1 b	1 c	2 a	2 b	2 c	3 a	3 b	3 c	4 a	4 b	4 c
6.	682	18	691.0	77	+4	75	- 9.8	1.3	- 9.2	263.4	1.3	264.0
5.	(700)	38	719.0	(73)	+5	70	(- 8.5)	1.5	- 7.3	264.7	1.5	265.9
4.	738	62	769.0	68	+3	66	- 6.0	4.4	- 3.8	267.2	4.4	269.4
3.	(800)	100	850.0	(65)	+5	63	(- 1.6)	6.6	1.7	271.6	6.6	274.9
2.	(900)	18	909.0	(60)	+1	59	(5.0)	1.2	5.6	278.2	1.2	278.8
1.	918	37	936.5	59	-17	68	6.2	0.7	6.6	279.4	0.7	279.8
0.	955	45	977.5	76	-	-	6.9	-	-	280.1	-	-
-1.	1000			-			-			-		

Spalten: lfd.Nr.	5 a	5 b	5 c	6 a	6 b	6 c	7 a	7 b	8 a
11.	-28.7	5.5	-26.0	244.5	5.5	247.2	6883	704	-67
10.	-23.2	1.3	-22.6	250.0	1.3	250.6	6179	186	-15
9.	-21.9	4.8	-19.5	251.3	4.8	253.7	5993	882	-63
8.	-17.1	2.0	-16.1	256.1	2.0	257.1	5111	361	-21
7.	-15.1	5.5	-12.4	258.1	5.5	260.8	4750	1004	-42
6.	- 9.6	1.3	- 9.0	263.6	1.3	264.2	3746	2204	- 7
5.	- 8.3	2.6	- 7.0	264.9	2.6	266.2	3542	414	-11
4.	- 5.7	4.5	- 3.5	267.5	4.5	269.7	3128	633	- 8
3.	- 1.2	6.7	2.2	272.0	6.7	275.4	2495	922	7
2.	5.5	1.3	6.2	278.7	1.3	279.4	1573	156	4
1.	6.8	0.9	7.3	280.0	0.9	280.5	1417	309	8
0.	7.7			280.9			1108		

Spalten: lfd.Nr.	9					10				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
11.	6057	637	5739	637.7	-1	6184	650	5860	650.5	-1
10.	5420	171	5335	170.1	+1	5533	175	5447	174.1	+1
9.	5249	819	4840	818.6	0	5359	836	4941	835.1	+1
8.	4430	340	4260	339.7	0	4523	347	4349	346.5	0
7.	4090	962	3609	957.8	+4	4176	982	3685	977.0	+5
6.	3128	197	3030	197.6	-1	3194	201	3094	201.6	-1
5.	2931	403	2730	403.9	-1	2993	411	2787	412.1	-1
4.	2528	625	2216	624.3	+1	2581	638	2263	636.9	+1
3.	1903	929	1439	930.0	-1	1943	949	1469	948.6	0
2.	974	160	894	158.8	+1	994	163	913	162.0	+1
1.	814	317	656	318.2	-1	831	327	670	324.6	+2
0.	497					507				
					+2 dyn m					+ 8 m

Spalten: lfd.Nr.	11			12			
	a	b	c	a	b	c	d
11.	0.651	0.046	0.674	1.536	0.102	1.485	1.483
10.	0.697	0.113	0.704	1.434	0.026	1.421	1.422
9.	0.710	0.070	0.745	1.408	0.126	1.345	1.342
8.	0.780	0.030	0.795	1.282	0.048	1.258	1.258
7.	0.810	0.091	0.856	1.234	0.125	1.172	1.168
6.	0.912	0.020	0.911	1.109	0.023	1.098	1.098
5.	0.921	0.040	0.942	1.086	0.046	1.063	1.063
4.	0.961	0.064	0.993	1.040	0.065	1.008	1.007
3.	1.025	0.100	1.075	0.975	0.088	0.931	0.930
2.	1.125	0.017	1.134	0.877	0.012	0.881	0.882
1.	1.142	0.043	1.164	0.875	0.032	0.859	0.860
0.	1.185			0.843			

Spalten: lfd.Nr.	13			14			
	a	b	c	a	b	c	a + c
11.	47.85	4.51	52.15	4661.86	438.64	5080.10	9741.96
10.	52.36	1.26	47.64	5100.50	122.41	4641.46	9741.96
9.	53.61	6.39	46.39	5222.91	622.26	4519.04	9741.96
8.	60.00	2.83	40.00	5845.17	275.43	3896.78	9741.96
7.	62.83	8.59	37.17	6120.60	836.48	3621.36	9741.96
6.	71.41	1.88	28.58	6957.08	183.62	2784.87	9741.96
5.	73.30	3.98	26.70	7140.70	387.64	2601.26	9741.96
4.	77.28	6.49	22.72	7528.34	632.46	2213.62	9741.96
3.	83.77	10.47	16.23	8160.80	1020.10	1581.16	9741.96
2.	94.24	1.88	5.76	9180.90	183.62	561.06	9741.96
1.	96.13	3.87	3.87	9364.52	377.44	377.44	9741.96
0.	100.00		0.00	9741.96		0.00	9741.96

Spalten: lfd.Nr.	15			16			17			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	d
11.	0.76	0.40	0.96	0.46	0.25	0.59	0.56	0.37	0.75	0.6
10.	1.16	0.11	1.22	0.71	0.08	0.75	0.93	0.11	0.99	0.9
9.	1.27	0.44	1.49	0.79	0.53	1.06	1.04	0.53	1.31	1.0
8.	1.71	0.22	1.82	1.32	0.17	1.41	1.57	0.29	1.72	1.6
7.	1.93	0.72	2.29	1.49	0.55	1.77	1.86	1.04	2.38	1.9
6.	2.65	0.22	2.76	2.04	0.06	2.07	2.90	0.32	3.06	2.9
5.	2.87	0.43	3.09	2.10	0.14	2.17	3.22	0.68	3.56	3.2
4.	3.30	0.94	3.77	2.24	0.52	2.50	3.90	1.53	4.67	3.9
3.	4.24	1.82	5.15	2.76	0.87	3.20	5.43	3.29	7.08	5.4
2.	6.06	0.40	6.26	3.63	0.18	3.72	8.72	0.76	9.10	8.7
1.	6.46	0.06	6.49	3.81	1.14	4.38	9.48	0.47	9.72	9.5
0.	6.52			4.95			9.95			10.0

Spalten: lfd.Nr.	18			19			20		21		22	
	a	b	c	a	b	c	a	b	a	b	a	b
11.	0.34	0.23	0.46	0.42	0.32	0.58	79	19	76	16	131	52
10.	0.57	0.07	0.61	0.74	0.11	0.80	76	15	80	19	125	49
9.	0.64	0.57	0.93	0.85	0.48	1.09	75	13	81	19	123	47
8.	1.21	0.22	1.32	1.33	0.28	1.47	91	14	85	8	118	27
7.	1.43	0.80	1.83	1.61	1.03	2.13	89	12	86	9	116	27
6.	2.23	0.12	2.29	2.64	0.33	2.81	84	7	91	14	110	26
5.	2.35	0.30	2.50	2.97	0.71	3.33	79	6	92	19	109	30
4.	2.65	0.88	3.09	3.68	1.67	4.52	72	4	94	26	106	34
3.	3.53	1.70	4.38	5.35	(3.37)	(7.03)	66	1	99	34	102	36
2.	5.23	0.36	5.41	(8.72)	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	5.59	1.97	6.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.	7.56			-			-	-	-	-	-	-

Spalten: lfd.Nr.	23			24			25		26	
	a	b	c	a	b	c	a	b	a	b
			(0. 33)			(0.20)	18226	1259	-	
11.	0.50	0.31	0.66	0.30	0.19	0.40	16976	429	16856	421
10.	0.81	0.09	0.86	0.49	0.06	0.52	16538	151	16435	149
9.	0.90	0.43	1.12	0.55	0.48	0.79	16388	936	16286	927
8.	1.33	0.24	1.45	1.03	0.17	1.12	15451	503	15358	501
7.	1.57	0.82	1.98	1.20	0.64	1.52	14948	1944	14857	1915
6.	2.39	0.25	2.52	1.84	0.09	1.89	13004	507	12942	507
5.	2.64	1.53	2.91	1.93	1.22	2.04	12497	1196	12435	1198
4.	3.17	1.17	3.76	2.15	0.67	2.49	11301	2399	11237	2384
3.	4.34	2.45	5.57	2.82	1.26	3.45	8902	5286	8853	5253
2.	6.79	0.57	7.08	4.08	0.26	4.21	3616	1154	3599	1149
1.	7.36	0.34	7.53	4.34	1.52	5.10	2462	2462	2450	2450
0.	7.70			5.86			0		0	

Spalten: lfd.Nr.	27			28			29		30	
	a	b	c	a	b	c	a	b	a	b
	18.2	1.3	17.6	100.0	6.9	0.0	12091	763	-	-
11.	17.0	0.4	16.7	93.1	2.4	6.9	11328	260	11282	2259
10.	16.5	0.2	16.4	90.7	0.8	9.3	11068	91	11023	92
9.	16.4	0.9	15.9	89.9	5.1	10.1	10977	660	10931	660
8.	15.5	0.5	15.3	84.8	2.8	15.2	10316	389	10272	389
7.	14.9	1.9	14.0	82.0	10.7	18.0	9928	1493	9884	1481
6.	13.0	0.5	12.8	71.3	2.7	28.7	8435	380	8403	380
5.	12.5	1.2	11.9	68.6	6.6	31.4	8055	838	8023	841
4.	11.3	2.4	10.1	62.0	13.2	38.0	7217	1589	7182	1581
3.	8.9	5.3	6.3	48.8	29.0	51.2	5628	3274	5601	3264
2.	3.6	1.2	3.0	19.8	6.3	80.2	2354	686	2336	683
1.	2.5	2.5	1.3	13.5	13.5	86.5	1668	1668	1653	1653
0.	0.0			0.0		100.0		0	0	

Spalten: lfd.Nr.		31			32		33	34			35	
	a	b	c	a	b	c	a	a	c	a	b	c
	12.1	0.8	11.7	100.0	6.3	0.0	66.3					
11.	11.3	0.3	11.2	93.7	2.1	6.3	66.8	1.17	1.52	-27.6	6.1	-24.6
10.	11.0	0.0	11.0	91.5	0.8	8.5	66.9	1.79	1.89	-21.5	1.5	-20.8
9.	11.0	0.7	10.7	90.8	5.5	9.2	67.1	1.99	2.64	-20.0	6.0	-17.1
8.	10.3	0.4	10.1	85.3	3.2	14.7	66.8	3.33	3.55	-14.0	2.4	-12.8
7.	9.9	1.5	9.2	82.1	12.3	17.9	66.5	3.75	4.47	-11.6	6.9	- 8.1
6.	8.4	0.4	8.2	69.8	3.1	30.2	64.9	5.11	5.19	- 4.7	1.4	- 4.0
5.	8.0	0.8	7.6	66.6	6.9	33.4	64.5	5.24	5.41	- 3.3	2.9	- 1.9
4.	7.2	1.6	6.4	59.7	13.2	40.3	63.8	5.59	6.25	- 0.4	5.6	+ 2.5
3.	5.6	3.3	4.1	46.5	27.0	53.5	63.1	6.84	8.11	+ 5.2	8.8	9.8
2.	2.4	0.7	2.1	19.5	5.7	80.6	65.1	8.95	9.09	14.0	1.6	14.7
1.	1.7	1.7	0.9	13.8	13.8	86.2	67.7	9.39	10.85	15.6	3.5	17.5
0.	0.0			0.0		100.0	-	12.38		19.1		

Spalten: lfd.Nr.	36			37		38			39		
	a	b	c	a	b	a	b	c	a	b	c
11.	245.6	6.1	248.6	1.31	1.68	-27.5	6.2	-24.4	245.7	6.2	248.8
10.	251.7	1.5	252.6	2.02	2.13	-21.3	1.5	-20.6	251.9	1.5	252.6
9.	253.2	6.0	256.1	2.24	3.01	-19.8	6.3	-16.7	253.4	6.3	256.5
8.	259.2	2.4	260.1	3.75	4.00	-13.5	2.4	-12.3	259.7	2.4	260.9
7.	261.6	6.9	265.1	4.23	5.03	-11.1	7.1	- 7.6	262.1	7.1	265.6
6.	268.5	1.4	269.2	5.79	5.88	- 4.0	1.5	- 3.3	269.2	1.5	269.9
5.	269.9	2.9	271.3	5.96	6.16	- 2.5	2.9	- 1.0	270.7	2.9	272.2
4.	272.8	5.6	275.7	6.36	7.10	+ 0.4	5.9	+ 3.3	273.6	5.9	276.5
3.	278.4	8.8	283.0	7.84	-	+ 6.3	-	-	279.5	-	-
2.	287.2	1.6	287.9	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	288.8	3.5	290.7	-	-	-	-	-	-	-	-
0.	292.3			-		-			-		

Spalten: lfd.Nr.	40			41			42			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	d
11.	-34.0	5.4	-31.3	239.2	5.4	241.9	419	40	439.0	38
10.	-28.6	1.3	-27.9	244.6	1.3	245.3	459	1	459.5	59
9.	-27.3	7.0	-23.8	245.9	7.0	249.4	460	83	501.5	52
8.	-20.3	1.0	-19.3	252.9	1.9	253.9	543	26	556.0	30
7.	-18.3	5.3	-15.8	254.8	5.3	257.4	569	78	608.0	31
6.	-13.1	0.6	-12.8	260.1	0.6	260.4	647	11	652.5	35
5.	-12.5	1.5	-11.8	260.7	1.5	261.4	658	24	670.0	42
4.	-11.0	3.7	- 9.2	262.2	3.7	264.0	682	50	707.0	56
3.	- 7.3	5.2	- 4.7	265.9	5.2	268.5	732	78	771.0	68
2.	- 2.1	0.9	- 1.7	271.1	0.9	271.5	810	11	815.5	90
1.	- 1.2	4.2	+ 0.9	272.0	4.2	274.1	821	79	860.5	97
0.	+ 3.0			276.2			900			55

Spalten: lfd.Nr.		42			43			44	
	e	f	g	a	b	c	a	b	c
11.	7150	1093	1115	-35.0	5.7	-32.2	238.2	5.7	241.0
10.	6540	1120	1143	-29.3	1.2	-28.7	243.9	1.2	244.5
9.	6370	1121	1144	-28.1	7.1	-24.6	245.1	7.1	248.6
8.	5310	880	898	-21.0	2.1	-20.0	252.2	2.1	253.2
7.	4960	870	888	-10.9	5.1	-16.4	254.3	5.1	256.8
6.	4200	1072	1094	-13.8	0.4	-13.6	259.4	0.4	259.6
5.	3900	969	989	-13.4	1.4	-12.7	259.8	1.4	260.5
4.	3625	1097	1119	-12.0	3.7	-10.2	261.2	3.7	263.0
3.	3070	1167	1191	- 8.3	4.7	- 6.0	264.9	4.7	267.2
2.	1800	826	843	- 3.6	1.2	- 3.0	269.8	1.2	270.2
1.	1690	876	894	- 2.4	4.6	- 0.1	270.8	4.6	273.1
0.	970	473	483	+ 2.2			275.4		

Spalten: lfd.Nr.	45			46		47			48		
	a	b	c	a	c	a	b	c	a	b	c
11.	35.2	0.6	34.9	0.253	0.237	306.2	1.1	305.7	33.0	1.1	32.5
10.	34.6	0.4	34.4	0.221	0.217	305.1	0.4	304.9	31.9	0.4	31.7
9.	34.2	2.2	33.1	0.213	0.193	304.7	4.3	302.6	31.5	4.3	29.4
8.	32.0	1.2	31.4	0.174	0.166	300.4	1.5	299.7	27.2	1.5	26.5
7.	30.8	2.8	29.4	0.159	0.137	298.9	4.7	296.6	25.7	4.7	23.4
6.	28.0	1.2	27.4	0.117	0.113	294.2	0.9	293.8	21.0	0.9	20.6
5.	26.8	0.9	26.4	0.108	0.099	293.3	1.5	292.6	20.1	1.5	19.4
4.	25.9	0.7	25.6	0.092	0.078	291.8	2.3	290.7	18.6	2.3	17.5
3.	25.2	1.1	24.7	0.066	0.048	289.5	2.7	288.7	16.3	2.7	15.0
2.	24.1	0.0	24.1	0.031	0.028	286.8	0.4	286.6	13.6	0.4	13.4
1.	24.1	-0.2	24.2	0.025	0.019	286.4	2.4	285.2	13.2	2.4	12.0
0.	24.3			0.014		284.0			10.8		

Spalten: lfd.Nr.	49			50			51			52		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
11.	299.7	1.0	299.2	26.5	1.0	26.0	307.7	0.4	307.5	34.5	0.4	34.3
10.	298.7	0.4	298.5	25.5	0.4	25.3	307.3	0.2	307.2	34.1	0.2	34.0
9.	298.3	1.4	297.6	25.1	1.4	24.4	307.1	2.8	205.7	33.9	2.8	32.5
8.	296.9	1.6	296.1	23.7	1.6	22.9	304.3	1.1	303.8	31.1	1.1	30.6
7.	295.3	4.8	292.9	22.1	4.8	19.7	303.2	3.3	301.6	30.0	3.3	28.4
6.	290.5	1.6	289.7	17.3	1.6	16.5	299.9	0.9	299.5	26.7	0.9	26.3
5.	288.9	2.6	287.6	15.7	2.6	14.4	299.0	1.2	298.4	25.8	1.2	25.2
4.	286.3	2.9	284.9	13.1	2.9	11.7	297.8	1.0	297.3	24.6	1.0	24.2
3.	283.4	3.9	281.5	10.2	3.9	8.3	296.8	0.7	296.5	23.6	0.7	23.3
2.	279.5	0.7	279.2	6.3	0.7	6.0	296.1	0.1	296.1	22.9	0.1	22.9
1.	278.8	1.3	279.5	5.6	1.3	6.3	296.0	0.3	296.2	22.8	0.3	23.0
0.	280.1			6.9			296.3			23.1		

Spalten: lfd.Nr.	53			54			55			56		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
11.	307.9	0.3	307.8	34.7	0.3	34.6	306.3	0.9	305.9	33.1	0.9	32.7
10.	307.6	0.2	307.5	34.4	0.2	34.3	305.4	-1.2	306.0	32.2	-1.2	32.8
9.	307.4	2.5	306.2	34.2	2.5	33.0	306.6	6.0	303.6	33.4	6.0	30.4
8.	304.9	1.1	304.4	31.7	1.1	31.2	300.6	1.3	300.0	27.4	1.3	26.8
7.	303.8	3.1	302.3	30.6	3.1	29.1	299.3	5.1	296.8	26.1	5.1	23.6
6.	300.7	0.7	300.4	27.5	0.7	27.1	294.2	1.1	293.7	21.0	1.1	20.5
5.	300.0	1.2	299.4	26.7	1.2	26.2	293.1	1.3	292.5	19.9	1.3	19.3
4.	198.8	0.9	298.4	25.6	0.9	25.2	291.8	2.0	290.8	18.6	2.0	17.6
3.	197.9	-	-	24.7	-	-	289.8	3.3	288.2	16.6	3.3	15.0
2.	-	-	-	-	-	-	286.5	-0.3	286.7	13.3	-0.3	13.5
1.	-	-	-	-	-	-	286.8	2.9	285.4	13.6	2.9	12.2
0.	-			-			283.9			10.7		

Spalten: lfd.Nr.	57			58			59		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
11.	11.193	0.019	11.184	11.123	0.035	11.106	10.909	0.032	10.893
10.	11.174	0.013	11.168	11.088	0.013	11.082	10.877	0.014	10.870
9.	11.161	0.070	11.126	11.075	0.142	11.004	10.863	0.046	10.840
8.	11.091	0.039	11.072	10.933	0.050	10.908	10.817	0.054	10.790
7.	11.052	0.093	11.006	10.883	0.157	10.805	10.763	0.163	10.682
6.	10.959	0.040	10.939	10.726	0.030	10.711	10.600	0.055	10.573
5.	10.919	0.029	10.905	10.696	0.053	10.670	10.545	0.091	10.403
4.	10.890	0.023	10.879	10.643	0.077	10.605	10.454	0.102	10.403
3.	10.867	0.037	10.849	10.566	0.095	10.519	10.352	0.137	10.284
2.	10.830	0.000	10.830	10.471	0.014	10.464	10.215	0.025	10.213
1.	10.830	-0.007	10.834	10.457	0.084	10.415	10.190	-0.046	10.213
0.	10.837			10.373			10.236		

Spalten: lfd.Nr.	60			61			62		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
11.	11.171	0.013	11.164	11.177	0.009	11.172	11.126	0.029	11.112
10.	11.158	0.006	11.155	11.168	0.007	11.165	11.097	0.061	11.067
9.	11.152	0.091	11.107	11.161	0.080	11.121	11.036	0.097	10.988
8.	11.061	0.036	11.043	11.081	0.036	11.063	10.939	0.043	10.918
7.	11.025	0.109	10.971	11.045	0.102	10.994	10.896	0.170	10.811
6.	10.916	0.030	10.901	10.943	0.027	10.930	10.726	0.039	10.707
5.	10.886	0.039	10.867	10.916	0.036	10.898	10.687	0.043	10.666
4.	10.847	0.033	10.831	10.880	0.030	10.865	10.644	0.068	10.610
3.	10.814	0.023	10.803	10.850	-	-	10.576	0.115	10.519
2.	10.791	0.004	10.789	-	-	-	10.461	-0.010	10.466
1.	10.787	-0.010	10.792	-	-	-	10.471	0.101	10.420
0.	10.797			-			10.370		

INHALTSVERZEICHNIS

I. Tabellen

A. Die Schwere.

1. Koordinaten der deutschen Höhenaufstiegsstellen
2. Die Schwerebeschleunigung. (Ergänzung zu Linke: Tabelle 9, p.258 nach Formel (1) und (2) p.770).
3. Umrechnungsfaktoren von 1 mm Hg auf 1 mbar, wenn nicht auf Normalschwere reduziert wurde.

B. Dichte der Luft.

Werte der virtuellen Temperatur, wenn Luftdruck und Dichte gegeben sind (zur Konstruktion des Deckblattes I)

C. Spezifisches Volumen der Luft.

Werte der virtuellen Temperatur, wenn Luftdruck und spezifisches Volumen gegeben sind. (Zur Konstruktion des Deckblattes II).

D - F. Maximal-Dampfdruck.

1. Tabelle des maximalen Dampfdruckes in mbar, nach ganzen Graden der Temperatur fortschreitend:
   a) e_W über einer ebenen Wasserfläche
   b) e_E über einer ebenen Eisfläche.
2. Kurze Tafel des Dampfdruckes in mbar bei gegebener Temperatur t und relativer Feuchte in Bezug auf Wasser $f_w = f\%$.
3. Tabelle des maximalen Dampfdruckes in mbar, nach Zehntel-Graden der Temperatur fortschreitend:
   a) e_W über einer ebenen Wasserfläche
   b) e_E über einer ebenen Eisfläche.

G - H. Relative Feuchte.

1. Tabelle der relativen Eisfeuchte f_e bei gegebe -

ner Wasserfeuchte $f_w = f\%$.

2. Tabelle der relativen Eisfeuchte bei Wassersättigung $f_{e,W}$ und der relativen Wasserfeuchte bei Eissättigung $f_{w,E}$ bei gegebener Temperatur t.

II. D e c k b l ä t t e r

1. Deckblatt I zur unmittelbaren Bestimmung der Luftdichte aus dem Adiabatenblatt.
2. Deckblatt II zur unmittelbaren Bestimmung der spezifischen Volumina aus dem Adiabatenblatt.
3. Deckblatt III zur unmittelbaren Bestimmung
   a) des maximalen Dampfdruckes
      e_W über einer ebenen Wasserfläche
      e_E über einer ebenen Eisfläche:
   b) des wirklichen Dampfdruckes über einer ebenen Wasserfläche,
   c) der relativen Eisfeuchte.

A. DIE SCHWERE

A. DIE SCHWERE

1. Koordinaten der deutschen Höhenaufstiegsstellen.

Ort	Breite		Länge		z	h	g_{3000}	10 a = 100:g_{3000}
Königsberg	54°	43,5'	20°	33,8'	29 m	29 dyn m	9.80556	10.198
Hamburg	53°	38,0	10	7,4	19	19	9.80462	10.199
Berlin	52	29	13	26	56	55	9.80362	10.200
Lindenberg	52	12,6	14	7	106	104	9.80338	10.201
Darmstadt	49	52	8	39	150	147	9.80131	10.203
München	48	15	11	33	507	497	9.79987	10.204
Friedrichshafen	47	39	9	29	400	392	9.79933	10.205

2. Die Schwerebeschleunigung (Ergänzung zu Linke, Tabelle 9 p. 258 nach Formel (1) und (2) p. 77c Statik).

Breite: Höhe z	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°
	Die Schwerebeschleunigung g = 9.00000 m/sec,^{2} +							
0	80800	80890	80980	81069	81158	81246	81333	81420
100	80769	80859	80949	81038	81127	81215	81302	81389
200	80738	80828	80918	81007	81096	81184	81271	81358
300	80807	80796	80887	80976	81065	81153	81240	81327
400	80677	80767	80856	80946	81034	81122	81210	81296
500	80646	80736	80826	80915	81003	81092	81178	81265
1000	80491	80581	80671	80760	80849	80937	81024	81111
2000	80183	80273	80363	80452	80541	80629	80716	80802
3000	79874	79964	80054	80143	80232	80320	80407	80494

Breite:	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°
Höhe z								
4000	79566	79656	79745	79835	79923	80011	80099	80185
5000	79257	79347	79437	79526	79615	79703	79790	79877
6000	78948	79038	79128	79217	79306	79394	79481	79568

3. Umrechnungsfaktoren von 1 mm Hg auf 1 mbar, wenn nicht auf Normalschwere reduziert wurde.

Breite:	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°
Höhe z			Es entspricht 1 mm Hg = 1.3300 mbar +					
0	35	36	37	39	40	41	42	43
100	35	36	37	38	39	41	42	43
200	34	35	37	38	39	40	41	43
300	34	35	36	37	39	40	41	42
400	33	35	36	37	38	40	41	42
500	33	34	35	37	38	39	40	41
1000	31	32	33	34	36	37	38	39
2000	27	28	29	30	31	33	34	35
3000	22	24	25	26	27	28	30	31
4000	18	19	21	22	23	24	25	27
5000	14	15	16	18	19	20	21	22
6000	10	11	12	13	15	16	17	18

B. DICHTE DER LUFT

Werte der virtuellen Temperatur, wenn Luftdruck und Dichte gegeben sind.
(Zur Konstruktion des Deckblattes I).

p = 400 mbar

r = r	t'
0.63	-52.10
0.62	-48.44
0.61	-44.75
0.60	-40.95
0.59	-37.01
0.58	-32.94
0.57	-28.72
0.56	-24.36
0.55	-19.83
0.54	-15.14
0.53	-10.27
0.52	- 5.21
0.51	+ 0.04
0.50	+ 5.51
0.49	+11.19
0.48	+17.12
0.47	+23.30
0.46	+29.74
0.45	+36.47
0.44	+43.51

p = 450 mbar

r	t'
0.71	-52.39
0.70	-49.24
0.69	-45.99
0.68	-42.65
0.67	-39.21
0.66	-35.66
0.65	-32.01
0.64	-28.24
0.63	-24.35
0.62	-20.34
0.61	-16.19
0.60	-11.91
0.59	- 7.48
0.58	- 2.90
0.57	+ 1.84
0.56	+ 6.75
0.55	+11.84
0.54	+17.12
0.53	+22.60
0.52	+29.29
0.51	+34.20
0.50	+40.35

p = 500 mbar

r	t'
0.79	-52.70
0.78	-49.88
0.77	-46.98
0.76	-44.00
0.75	-40.94
0.74	-37.81
0.73	-34.58
0.72	-31.26
0.71	-27.86
0.70	-24.35
0.69	-20.75
0.68	-17.04
0.67	-13.21
0.66	- 9.27
0.65	- 5.21
0.64	- 1.03
0.63	- 3.30
0.62	+ 7.75
0.61	+12.36
0.60	+17.12
0.59	+22.04
0.58	+27.13
0.57	+32.40
0.56	+37.86
0.55	+43.51

p = 550 mbar

r	t'
0.87	-52.96
0.86	-50.40
0.85	-47.78
0.84	-45.09
0.83	-42.34
0.82	-39.53
0.81	-36.64
0.80	-33.69
0.79	-30.65
0.78	-27.54
0.77	-24.35
0.76	-21.08
0.75	-17.72
0.74	-14.27
0.73	-10.72
0.72	- 7.07
0.71	- 3.32
0.70	+ 0.53
0.69	+ 4.50
0.68	+ 8.58
0.67	+12.79
0.66	+17.12
0.65	+21.59
0.63	+30.94
0.62	+35.85
0.61	+40.92

p = 600 mbar

r	t'
0.94	-50.83
0.93	-48.44
0.92	-45.99
0.91	-43.50
0.90	-40.94
0.89	-38.33
0.88	-35.67
0.87	-32.94
0.86	-30.14
0.85	-27.28
0.84	-24.35
0.83	-21.36
0.82	-18.28
0.81	-15.14
0.80	-11.91
0.79	- 8.60
0.78	- 5.21
0.77	- 1.73
0.76	+ 1.84
0.75	+ 5.51
0.74	+ 9.27
0.73	+13.14

0.72	+17.12
0.71	+21.21
0.70	+25.41
0.69	+29.74
0.68	+34.20
0.67	+38.79
0.66	+43.51

p = 650 mbar

r	t'
1.02	-51.19
1.01	-48.99
1.00	-46.76
0.99	-44.46
0.98	-42.13
0.97	-39.75
0.96	-37.32
0.95	-34.83
0.94	-32.30
0.93	-29.71
0.92	-27.06
0.91	-24.35
0.90	-21.59
0.89	-18.76
0.88	-15.87
0.87	-12.91
0.86	- 9.89
0.85	- 6.79
0.84	- 3.62
0.83	- 0.37
0.82	+ 2.96
0.81	+ 6.37
0.80	+ 9.86
0.79	+13.44
0.78	+17.12
0.77	+20.89
0.76	+24.76
0.75	+28.73
0.74	+32.81
0.73	+37.00
0.72	+41.31

p = 700 mbar

r	t'
1.10	-51.50
1.09	-49.47
1.08	-47.40
1.07	-45.29
1.06	-43.13
1.05	-40.94
1.04	-38.71
1.03	-36.43
1.02	-34.11
1.01	-31.75

p = 700 mbar

r	t'
1.00	-29.33
0.99	-26.87
0.98	-24.35
0.97	-21.79
0.96	-19.17
0.95	-16.51
0.94	-13.76
0.93	-10.98
0.92	- 8.13
0.91	- 5.21
0.90	- 2.23
0.89	+ 0.81
0.88	+ 3.92
0.87	+ 7.11
0.86	+10.37
0.85	+13.70
0.84	+17.12
0.83	+20.62
0.82	+24.20
0.81	+27.87
0.80	+31.64
0.79	+35.49
0.78	+39.45
0.77	+43.51

p = 750 mbar

r	t'
1.18	-51.77
1.17	-49.88
1.16	-47.95
1.15	-45.99
1.14	-44.00
1.13	-41.87
1.12	-39.91
1.11	-37.81
1.10	-35.57
1.09	-33.47
1.08	-31.37
1.07	-29.01
1.06	-26.70
1.05	-24.35
1.04	-21.96
1.03	-19.52
1.02	-17.06
1.01	-14.50
1.00	-11.91
0.99	- 9.27
0.98	- 6.58
0.97	- 3.83
0.96	- 1.03
0.95	+ 1.84
0.94	+ 4.77
0.93	+ 7.75
0.92	+10.81
0.91	+13.93
0.90	+17.12
0.89	+20.38
0.88	+23.72
0.87	+27.13
0.86	+30.62
0.85	+34.20
0.84	+37.86
0.83	+41.60

p = 800 mbar

r	t'
1.26	-52.00
1.25	-50.23
1.24	-48.44
1.23	-46.61
1.22	-44.75
1.21	-42.86
1.20	-40.94
1.19	-38.99
1.18	-37.01
1.17	-34.99
1.16	-32.93
1.15	-30.85
1.14	-28.72
1.13	-26.56
1.12	-24.35
1.11	-22.11
1.10	-19.83
1.09	-17.51
1.08	-15.14
1.07	-12.73
1.06	-10.27
1.05	- 7.76
1.04	- 5.21
1.03	- 2.61
1.02	+ 0.64

1.01	+ 2.75
1.00	+ 5.51
0.99	+ 8.32
0.98	+11.20
0.97	+14.13
0.96	+17.12
0.95	+20.18
0.94	+23.30
0.93	+26.49
0.92	+29.74
0.91	+33.74

p = 850 mbar

r	t'
1.34	-52.21
1.33	-50.55
1.32	-48.86
1.31	-47.15
1.30	-45.41
1.29	-43.65
1.28	-41.85
1.27	-40.03
1.26	-38.18
1.25	-36.30
1.24	-34.39
1.23	-32.45
1.22	-30.47
1.21	-28.49
1.20	-26.43
1.19	-24.35
1.18	-22.25
1.17	-20.10
1.16	-17.92
1.15	-15.70
1.14	-13.44
1.13	-11.14
1.12	- 8.80
1.11	- 6.42
1.10	- 3.93
1.09	- 1.53
1.08	+ 0.99
1.07	+ 3.55
1.06	+ 6.16
1.05	+ 8.82
1.04	+11.54
1.03	+14.30
1.02	+17.12
1.01	+19.99
1.00	+22.93
0.99	+25.92
0.98	+28.97
0.97	+32.08
0.96	+35.26
0.95	+38.51
0.94	+41.83

p = 900 mbar

r	t'
1.42	-52.39
1.41	-50.83
1.40	-49.24
1.39	-47.63
1.38	-45.99
1.37	-44.33
1.36	-42.65
1.35	-40.94
1.34	-39.21
1.33	-37.45
1.32	-35.67
1.31	-33.85
1.30	-32.01
1.29	-30.14
1.28	-28.24
1.27	-26.31
1.26	-24.35
1.25	-22.36
1.24	-20.34
1.23	-18.28
1.22	-16.20
1.21	-14.07
1.20	-11.91
1.19	- 9.72
1.18	- 7.48
1.17	- 5.21
1.16	- 2.90
1.15	- 0.55
1.14	+ 1.84
1.13	+ 4.27
1.12	+ 6.75
1.11	+ 9.27
1.10	+11.84
1.09	+14.16
1.08	+17.12
1.07	+19.83
1.06	+22.60
1.05	+25.41
1.04	+28.29
1.03	+31.21
1.02	+34.20
1.01	+37.24
1.00	+40.34

p = 950 mbar

r	t'
1.50	-52.56
1.49	-51.08
1.48	-49.58
1.47	-48.05
1.46	-46.51
1.45	-44.95
1.44	-43.36
1.43	-41.76
1.42	-40.13
1.41	-38.47
1.40	-36.80
1.39	-35.10
1.38	-33.37
1.37	-31.62
1.36	-29.84
1.35	-28.04
1.34	-26.21
1.33	-24.35
1.32	-22.47
1.31	-20.56
1.30	-18.61
1.29	-16.64
1.28	-14.63
1.27	-12.60
1.26	-10.53
1.25	- 8.43
1.24	- 6.29
1.23	- 4.12
1.22	- 1.92
1.21	+ 0.32
1.20	+ 2.60
1.19	+ 4.92
1.18	+ 7.28
1.17	+ 9.67
1.16	+12.11
1.15	+17.12
1.13	+19.69
1.12	+22.30
1.11	+24.97
1.10	+27.68
1.09	+30.44
1.08	+33.25
1.07	+36.11
1.06	+39.03
1.05	+42.00

p = 1000mbar

r	t'
1.57	-51.50
1.56	-49.88
1.55	-48.44
1.54	-46.98
1.53	-45.50
1.52	-44.00
1.51	-42.48
1.50	-40.94
1.49	-39.38
1.48	-37.81
1.47	-36.20
1.46	-34.58
1.45	-32.93
1.44	-31.27
1.43	-29.57
1.42	-27.86
1.41	-26.12
1.40	-24.35
1.39	-22.56
1.38	-20.75
1.37	-18.90
1.36	-17.03
1.35	-15.14
1.34	-13.21
1.33	-11.26
1.32	- 9.27
1.31	- 7.26
1.30	- 5.21
1.29	- 3.13
1.28	- 1.02
1.27	+ 1.12
1.26	+ 3.30
1.25	+ 5.51
1.24	+ 7.76
1.23	+10.04
1.22	+12.36
1.21	+14.72
1.20	+17.12
1.19	+19.56
1.18	+22.04
1.17	+24.56
1.16	+27.13
1.15	+29.74
1.14	+32.40
1.13	+35.10
1.12	+37.86
1.11	+40.66

p = 1050mbar

r	t'
1.65	-51.50
1.64	-50.15
1.63	-48.78
1.62	-47.40
1.61	-45.99
1.60	-44.57
1.59	-43.13
1.58	-41.68
1.57	-40.20
1.56	-38.71
1.55	-37.20
1.54	-35.67
1.53	-34.11
1.52	-32.54
1.51	-30.95
1.50	-29.33
1.49	-27.69
1.48	-26.04
1.47	-24.35
1.46	-22.65
1.45	-20.92
1.44	-19.17
1.43	-17.39
1.42	-15.59
1.41	-13.76
1.40	-11.91
1.39	-10.03
1.38	- 8.12
1.37	- 6.19
1.36	- 4.23
1.35	- 2.23
1.34	- 0.21
1.33	+ 1.84
1.32	+ 3.92
1.31	+ 6.04
1.30	+ 8.19
1.29	+10.37
1.28	+12.58
1.27	+14.83
1.26	+17.12
1.25	+19.44
1.24	+21.80
1.23	+24.20
1.22	+26.64
1.21	+29.12
1.20	+31.64
1.19	+34.20
1.18	+36.80
1.17	+39.45
1.16	+42.15

C. SPEZIFISCHES VOLUMEN DER LUFT

Werte der virtuellen Temperatur, wenn Luftdruck und spezifisches Volumen gegeben sind. (Zur Konstruktion des Deckblattes II.)

p = 400 mbar

v	t'
1.60	-50.23
1.61	-48.84
1.62	-47.45
1.63	-46.05
1.64	-44.66
1.65	-43.27
1.66	-41.87
1.67	-40.48
1.68	-39.09
1.69	-37.69
1.70	-36.30
1.71	-34.91
1.72	-33.51
1.73	-32.12
1.74	-30.73
1.75	-29.33
1.76	-27.94
1.77	-26.55
1.78	-25.15
1.79	-23.76
1.80	-22.36
1.81	-20.97
1.82	-19.58
1.83	-18.18
1.84	-16.79
1.85	-15.40
1.86	-14.00
1.87	-12.61
1.88	-11.22
1.89	- 9.82
1.90	- 8.43
1.91	- 7.04
1.92	- 5.64
1.93	- 4.25
1.94	- 2.86
1.95	- 1.46
1.96	- 0.07
1.97	+ 1.33
1.98	+ 2.72
1.99	+ 4.11
2.00	+ 5.51
2.01	+ 6.90
2.02	+ 8.29
2.03	+ 9.69
2.04	+11.08
2.05	+12.47
2.06	+13.87
2.07	+15.26
2.08	+16.65
2.09	+18.05
2.10	+19.44
2.11	+20.83
2.12	+22.23
2.13	+23.62
2.14	+25.01
2.15	+26.41
2.16	+27.80
2.17	+29.20
2.18	+30.59
2.19	+31.98
2.20	+33.38
2.21	+34.77
2.22	+36.16
2.23	+37.56
2.24	+38.95
2.25	+40.34

p = 450 mbar

v	t'
1.42	-50.58
1.43	-49.01
1.44	-47.45
1.45	-45.88
1.46	-44.31
1.47	-42.74
1.48	-41.18
1.49	-39.61
1.50	-38.04
1.51	-36.47
1.52	-34.91
1.53	-33.34
1.54	-31.77
1.55	-30.20
1.56	-28.63
1.57	-27.07
1.58	-25.50
1.59	-23.93
1.60	-22.36
1.61	-20.80
1.62	-19.23
1.63	-17.66
1.64	-16.09
1.65	-14.52
1.66	-12.96
1.67	-11.39
1.68	- 9.82
1.69	- 8.25
1.70	- 6.69
1.71	- 5.12
1.72	- 3.55
1.73	- 1.98
1.74	- 0.41
1.75	+ 1.15
1.76	+ 2.72
1.77	+ 4.29
1.78	+ 5.86
1.79	+ 7.42
1.80	+ 8.90
1.81	+10.56
1.82	+12.13
1.83	+13.69
1.84	+15.26
1.85	+16.83
1.86	+18.40
1.87	+19.27
1.88	+21.53
1.89	+23.10
1.90	+24.67
1.91	+26.24
1.92	+27.80
1.93	+29.37
1.94	+30.94
1.95	+32.51
1.96	+34.07
1.97	+35.64
1.98	+37.21
1.99	+38.78
2.00	+40.35

p = 500 mbar

v	t'
1.28	-50.23
1.29	-48.49
1.30	-46.75
1.31	-45.01
1.32	-43.27
1.33	-41.52
1.34	-39.78
1.35	-38.04
1.36	-36.30
1.37	-34.56
1.38	-32.82
1.39	-31.07
1.40	-29.33
1.41	-27.59
1.42	-25.85
1.43	-24.11
1.44	-22.36
1.45	-20.62
1.46	-18.88
1.47	-17.14
1.48	-15.40
1.49	-13.65
1.50	-11.91
1.51	-10.17
1.52	- 8.43
1.53	- 6.69
1.54	- 4.94
1.55	- 3.20
1.56	- 1.46
1.57	+ 0.28
1.58	+ 2.02
1.59	+ 3.77
1.60	+ 5.51
1.61	+ 7.25
1.62	+ 8.99
1.63	+10.73
1.64	+12.47
1.65	+14.22
1.66	+15.96
1.67	+17.70
1.68	+19.44
1.69	+21.18
1.70	+22.93
1.71	+24.67
1.72	+26.41
1.73	+28.15
1.74	+29.89
1.75	+31.64
1.76	+33.38
1.77	+35.12
1.78	+36.86
1.79	+38.60
1.80	+40.35

p = 550 mbar

v	t'
1.16	-50.93
1.17	-49.02
1.18	-47.10
1.19	-45.18
1.20	-43.27
1.21	-41.35
1.22	-39.43
1.23	-37.52
1.24	-35.60
1.25	-33.69
1.26	-31.77
1.27	-29.85
1.28	-27.94
1.29	-26.02
1.30	-24.11
1.31	-22.19
1.32	-20.27
1.33	-18.36
1.34	-16.44
1.35	-14.53
1.36	-12.61
1.37	-10.69
1.38	- 8.78
1.39	- 6.86
1.40	- 4.94
1.41	- 3.03
1.42	- 1.11
1.43	+ 0.80
1.44	+ 2.72
1.45	+ 4.64
1.46	+ 6.55
1.47	+ 8.47
1.48	+10.38
1.49	+12.30
1.50	+14.21
1.51	+16.13
1.52	+18.05
1.53	+19.96
1.54	+21.88
1.55	+23.80
1.56	+25.71
1.57	+27.63
1.58	+29.55
1.59	+31.46
1.60	+33.38
1.61	+35.29
1.62	+37.21
1.63	+39.13
1.64	+41.04

p = 600 mbar

v	t'
1.06	-51.63
1.07	-49.54
1.08	-47.45
1.09	-45.36
1.10	-43.27
1.11	-41.18
1.12	-39.09
1.13	-37.00
1.14	-34.91
1.15	-32.82
1.16	-30.73
1.17	-28.63
1.18	-26.54
1.19	-24.45
1.20	-22.36
1.21	-20.27
1.22	-18.18
1.23	-16.09
1.24	-14.00
1.25	-11.91
1.26	- 9.82
1.27	- 7.73
1.28	- 5.64
1.29	- 3.55
1.30	- 1.46
1.31	+ 0.63
1.32	+ 2.72
1.33	+ 4.81
1.34	+ 6.90
1.35	+ 8.99
1.36	+11.08
1.37	+13.17
1.38	+15.26
1.39	+17.35
1.40	+19.44
1.41	+21.53
1.42	+23.62
1.43	+25.71
1.44	+27.80
1.45	+29.89
1.46	+31.98
1.47	+34.07
1.48	+36.16

1.49	+38.25
1.50	+40.35

p = 650 mbar

v	t'
0.98	-51.28
0.99	-49.02
1.00	-46.75
1.01	-44.49
1.02	-42.22
1.03	-39.96
1.04	-37.69
1.05	-35.43
1.06	-33.16
1.07	-30.90
1.08	-28.64
1.09	-26.37
1.10	-24.11
1.11	-21.84
1.12	-19.58
1.13	-17.31
1.14	-15.04
1.15	-12.78
1.16	-10.52
1.17	- 8.25
1.18	- 5.99
1.19	- 3.73
1.20	- 1.46
1.21	+ 0.80
1.22	+ 3.07
1.23	+ 5.33
1.24	+ 7.60
1.25	+ 9.86
1.26	+12.13
1.27	+14.39
1.28	+16.65
1.29	+18.92
1.30	+21.18
1.31	+23.45
1.32	+25.71
1.33	+27.98
1.34	+30.24
1.35	+32.51
1.36	+34.47
1.37	+37.04
1.38	+39.30
1.39	+41.56

p = 700 mbar

v	t'
0.91	-51.28
0.92	-48.84
0.93	-46.40
0.94	-43.96
0.95	-41.52
0.96	-39.09
0.97	-36.65
0.98	-34.21
0.99	-31.77
1.00	-29.33
1.01	-26.89
1.02	-24.45
1.03	-22.02
1.04	-19.58
1.05	-17.14
1.06	-14.70
1.07	-12.26
1.08	- 9.82
1.09	- 7.38
1.10	- 4.95
1.11	- 2.51
1.12	- 0.07
1.13	+ 2.37
1.14	+ 4.81
1.15	+ 7.25
1.16	+ 9.69
1.17	+12.13
1.18	+14.56
1.19	+17.00
1.20	+19.44
1.21	+21.88
1.22	+24.32
1.23	+26.76
1.24	+29.20
1.25	+31.63
1.26	+34.07
1.27	+36.51
1.28	+38.95
1.29	+41.39

p = 750 mbar

v	t'
0.85	-51.11
0.86	-48.49
0.87	-45.88
0.88	-43.27
0.89	-40.65
0.90	-38.04
0.91	-35.43
0.92	-32.82
0.93	-30.20
0.94	-27.59
0.95	-24.98
0.96	-22.36
0.97	-19.75
0.98	-17.40
0.99	-14.52
1.00	-11.91
1.01	- 9.30
1.02	- 6.69
1.03	- 4.07
1.04	- 1.46
1.05	+ 1.15
1.06	+ 3.77
1.07	+ 6.88
1.08	+ 8.99
1.09	+11.60
1.10	+14.22
1.11	+16.93
1.12	+19.44
1.13	+22.06
1.14	+24.67
1.15	+27.28
1.16	+29.89
1.17	+32.31
1.18	+35.12
1.19	+37.73
1.20	+40.35

p = 800 mbar

v	t'
0.80	-50.23
0.81	-47.45
0.82	-44.66
0.83	-41.87
0.84	-39.09
0.85	-36.30
0.86	-33.51
0.87	-30.72
0.88	-27.94
0.89	-25.15
0.90	-22.36
0.91	-19.58
0.92	-16.79
0.93	-14.00
0.94	-11.22
0.95	- 8.43
0.96	- 5.64
0.97	- 2.85

0.98	- 0.07
0.99	+ 2.72
1.00	+ 5.51
1.01	+ 8.29
1.02	+11.08
1.03	+13.87
1.04	+16.66
1.05	+19.44
1.06	+22.23
1.07	+25.02
1.08	+27.80
1.09	+30.59
1.10	+33.38
1.11	+36.60
1.12	+38.95
1.13	+41.74

p = 850 mbar

v	t'
0.75	-51.11
0.76	-48.14
0.77	-45.18
0.78	-42.22
0.79	-39.26
0.80	-36.30
0.81	-33.34
0.82	-30.38
0.83	-27.42
0.84	-24.45
0.85	-21.49
0.86	-18.53
0.87	-15.57
0.88	-12.61
0.89	- 9.65
0.90	- 6.69
0.91	- 3.73
0.92	- 0,76
0.93	+ 2.20
0.94	+ 5.16
0.95	+ 8.12
0.96	+11.08
0.97	+14.04
0.98	+17.00
0.99	+19.96
1.00	+22.93
1.01	+25.89
1.02	+28.65
1.03	+31.81
1.04	+34.77
1.05	+37.73
1.06	+40.69

p = 900 mbar

v	t'
0.71	-50.58
0.72	-47.45
0.73	-44.31
0.74	-41.18
0.75	-38.04
0.76	-34.91
0.77	-31.77
0.78	-28.63
0.79	-25.50
0.80	-22.36
0.81	-19.23
0.82	-16.09
0.83	-12.96
0.84	- 9.82
0.85	- 6.69
0.86	- 3.55
0.87	- 0.42
0.88	+ 2.72
0.89	+ 5.85
0.90	+ 8.99
0.91	+12.13
0.92	+15.26
0.93	+18.40
0.94	+21.53
0.95	+24.67
0.96	+27.80
0.97	+30.94
0.98	+34.07
0.99	+37.21
1.00	+40.34

p = 950 mbar

v	t'
0.67	-51.45
0.68	-48.14
0.69	-44.83
0.70	-41.52
0.71	-38.22
0.72	-34.91
0.73	-31.60
0.74	-28.29
0.75	-24.98
0.76	-21.67
0.77	-18.36
0.78	-15.05
0.79	-11.74
0.80	- 8.43
0.81	- 5.12
0.82	- 1.81
0.83	+ 1.50
0.84	+ 4.81
0.85	+ 8.12
0.86	+11.43
0.87	+14.74
0.88	+18.05
0.89	+21.36
0.90	+24.67
0.91	+27.98
0.92	+31.29
0.93	+34.16
0.94	+37.91
0.95	+41.21

p = 1000mbar

v	t'
0.64	-50.23
0.65	-46.75
0.66	-43.27
0.67	-39.78
0.68	-36.30
0.69	-32.82
0.70	-29.33
0.71	-25.85
0.72	-22.36
0.73	-18.88
0.74	-15.40
0.75	-11.91
0.76	- 8.43
0.77	- 4.94
0.78	- 1.46
0.79	- 2.02
0.80	- 5.51
0.81	+ 8.99
0.82	+12.47
0.83	+15.96
0.84	+19.44
0.85	+22.93
0.86	+26.41
0.87	+29.89
0.88	+33.38
0.89	+36.86
0.90	+40.35

p = 1050mbar

v	t'	v	t'	v	t'
0.61	-50.06	0.70	-17.14	0.79	+15.78
0.62	-46.40	0.71	-13.48	0.80	+19.44
0.63	-42.74	0.72	- 9.82	0.81	+23.10
0.64	-39.09	0.73	- 6.16	0.82	+26.76
0.65	-35.43	0.74	- 2.51	0.83	+30.42
0.66	-31.77	0.75	+ 1.15	0.84	+34.07
0.67	-28.11	0.76	+ 4.81	0.85	+37.73
0.68	-24.45	0.77	+ 8.47	0.86	+41.39
0.69	-20.80	0.78	+12.13		

T A B E L L E

T A B E L L E

des maximalen Dampfdruckes in mbar nach ganzen Graden der Temperatur fortschreitend. (nach Robitzsch)

a) e_W über einer ebenen Wasserfläche:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+50°	123.33	129.59	136.11	142.92	150.00	157.37	165.05	173.08	181.42	190.11
+40	73.76	77.78	81.99	86.39	91.00	95.83	100.86	106.12	111.60	117.35
+30	42.428	44.922	47.546	50.300	53.192	56.228	59.411	62.750	66.249	69.916
+20	23.378	23.864	26.433	28.088	29.833	31.679	33.606	35.642	37.795	40.053
+10	12.277	13.124	14.023	14.973	15.981	17.049	18.177	19.371	20.594	21.967
+ 0	6.105	6.567	7.058	7.579	8.134	8.723	9.350	10.016	10.726	11.478
- 0	6.105	5.675	5.271	4.893	4.540	4.209	3.901	3.613	3.342	3.092
-10	2.856	2.637	2.434	2.245	2.068	1.905	1.752	1.611	1.479	1.357
-20	1.245	1.141	1.044	0.955	0.872	0.795	0.724	0.659	0.599	0.544
-30	0.495	0.449	0.409	0.372	0.337	0.307	0.277	0.251	0.227	0.205
-40	0.185	0.167	0.151	0.136	0.123	0.111	0.100	0.089	0.080	0.072

b) e_E über einer ebenen Eisfläche:

- 0°	6.105	5.621	5.171	4.754	4.369	4.013	3.684	3.380	3.097	2.837
-10	2.596	2.374	2.170	1.982	1.809	1.651	1.504	1.369	1.245	1.132
-20	1.028	0.933	0.847	0.767	0.693	0.627	0.565	0.509	0.459	0.413
-30	0.372	0.335	0.301	0.271	0.244	0.219	0.197	0.176	0.157	0.141
-40	0.127	0.113	0.101	0.091	0.080	0.072	0.064	0.057	0.051	0.045

Größter Unterschied des maximalen Dampfdruckes zwischen Wasser und Eis

bei -12°	2.434	mbar
-	2.170	mbar
=	0.264	mbar

KURZE TAFEL

des Dampfdruckes in mbar.

bei gegebener Temperatur t und gegebener relativer Feuchte in Bezug auf Wasser $f_w = f\%$.
(Zur Konstruktion des Kurvensystems auf Deckblatt III).

f =	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
t =										
− 40°	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.02
− 35	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03
− 30	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05
− 25	0.80	0.72	0.64	0.56	0.48	0.40	0.32	0.24	0.16	0.08
− 20	1.25	1.12	1.00	0.87	0.75	0.62	0.50	0.37	0.25	0.13
− 15	1.91	1.72	1.52	1.33	1.14	0.95	0.76	0.57	0.38	0.19
− 10	2.86	2.57	2.29	2.00	1.71	1.43	1.14	0.86	0.57	0.29
− 5	4.21	3.79	3.37	2.95	2.53	2.11	1.68	1.26	0.84	0.42
± 0	6.11	5.50	4.88	4.27	3.66	3.05	2.44	1.83	1.22	0.61
+ 5	8.72	7.85	6.98	6.11	5.23	4.36	3.49	2.62	1.75	0.87
+ 10	12.28	11.05	9.82	8.59	7.37	6.14	4.91	3.68	2.46	1.23
+ 15	17.05	15.34	13.64	11.93	10.23	8.53	6.83	5.12	3.41	1.71
+ 20	23.38	21.04	18.70	16.37	14.03	11.69	9.35	7.01	4.68	2.34
+ 25	31.67	28.50	25.34	22.17	19.00	15.84	12.67	9.50	6.33	3.17
+ 30	42.43	38.19	33.94	29.70	25.46	21.21	16.97	12.73	8.49	4.24
+ 35	56.23	50.61	44.98	39.36	33.74	28.11	22.49	16.87	11.25	5.62

Tabelle

des maximalen Dampfdruckes in mbar nach Zehntel-Graden der Temperatur fortschreitend. (Nach Robitzsch)

a) e_W über einer ebenen Wasserfläche:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+29.0	40.05	40.29	40.53	40.77	41.00	41.24	41.48	41.72	41.95	42.19
+28.0	37.80	38.02	38.25	38.47	38.70	38.92	39.15	39.38	39.60	39.83
+27.0	35.65	35.86	36.08	36.29	36.51	36.72	36.94	37.15	37.37	37.58
+26.0	33.61	33.81	34.02	34.22	34.42	34.63	34.83	35.04	35.24	35.44
+25.0	31.67	31.86	32.06	32.25	32.45	32.64	32.83	33.03	33.22	33.41
+24.0	29.83	30.02	30.20	30.38	30.57	30.75	30.94	31.12	31.30	31.49
+23.0	28.09	28.26	28.44	28.61	28.79	28.96	29.14	29.31	29.48	29.66
+22.0	26.43	26.60	26.76	26.94	27.10	27.26	27.43	27.59	27.76	27.92
+21.0	24.86	25.02	25.18	25.33	25.49	25.65	25.81	25.96	26.12	26.28
+20.0	23.38	23.53	23.68	23.62	23.97	24.12	24.27	24.42	24.57	24.72
+19.0	21.97	22.11	22.25	22.39	22.53	22.67	22.81	22.95	23.10	23.24
+18.0	20.59	20.73	20.87	21.01	21.14	21.28	21.42	21.86	21.69	21.83
+17.0	19.37	19.49	19.62	19.74	19.86	19.98	20.10	20.23	20.35	20.47
+16.0	18.18	18,30	18.42	18.54	18.65	18.77	18.89	19.01	19.13	19.25
+15.0	17.05	17.16	17.27	17.39	17.50	17.61	17.73	17.84	17.95	18.06
+14.0	15.98	16.09	16.19	16.30	16.41	16.52	16.62	16.73	16.83	16.94
+13.0	14.97	15.07	15.17	15.28	15.38	15.48	1.58	15.68	15.78	15.88
+12.0	14.02	14.12	14.21	14.31	14.40	14.50	14.59	14.69	14.78	14.88
+11.0	13.12	13.21	13.30	13.39	13.48	13.57	13.66	13.75	13.84	13.93
+10.0	12.28	12.36	12.45	12.53	12.62	12.70	12.79	12.87	12.95	13.04
+ 9.0	11.48	11.56	11.64	11.72	11.80	11.88	11.96	12.04	12.12	12.20
+ 8.0	10.73	10.80	10.88	10.95	11.03	11.10	11.18	11.25	11.33	11.40

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+ 7.0	10.02	10.09	10.16	10.23	10.30	10.37	10.44	10.51	10.58	10.66
+ 6.0	9.35	9.42	9.48	9.55	9.62	9.68	9.75	9.82	9.88	9.95
+ 5.0	8.72	8.79	8.85	8.91	8.97	9.04	9.10	9.16	9.22	9.29
+ 4.0	8.13	8.19	8.25	8.31	8.37	8.43	8.49	8.55	8.61	8.66
+ 3.0	7.58	7.63	7.69	7.75	7.80	7.86	7.91	7.97	8.02	8.13
+ 2.0	7.06	7.11	7.16	7.21	7.27	7.32	7.37	7.42	7.47	7.53
+ 1.0	6.57	6.62	6.67	6.71	6.76	6.81	6.86	6.91	6.96	7.01
+ 0.0	6.11	6.15	6.20	6.24	6.29	6.34	6.38	6.43	6.47	6.52
- 0.0	6.11	6.06	6.02	5.98	5.93	5.89	5.85	5.80	5.76	5.72
- 1.0	5.68	5.63	5.59	5.55	5.51	5.47	5.43	5.39	5.35	5.31
- 2.0	5.27	5.23	5.20	5.16	5.12	5.08	5.04	5.01	4.97	4.93
- 3.0	4.89	4.86	4.82	4.79	4.75	4.72	4.68	4.65	4.61	4.58
- 4.0	4.54	4.51	4.47	4.44	4.41	4.37	4.34	4.31	4.28	4.24
- 5.0	4.21	4.18	4.15	4.12	4.09	4.06	4.02	3.99	3.96	3.93
- 6.0	3.90	3.87	3.84	3.81	3.79	3.76	3.73	3.70	3.67	3.64
- 7.0	3.61	3.59	3.56	3.53	3.50	3.48	3.45	3.42	3.40	3.37
- 8.0	3.34	3.32	3.29	3.27	3.24	3.22	3.19	3.17	3.14	3.12
- 9.0	3.09	3.07	3.04	3.02	3.00	2.97	2.95	2.93	2.90	2.88
-10.0	2.86	2.83	2.81	2.79	2.77	2.75	2.72	2.70	2.68	2.66
-11.0	2.64	2.62	2.60	2.58	2.56	2.54	2.52	2.49	2.47	2.45
-12.0	2.43	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.30	2.28	2.26
-13.0	2.24	2.23	2.21	2.19	2.17	2.16	2.14	2.12	2.10	2.09
-14.0	2.07	2.05	2.04	2.02	2.00	1.99	1.97	1.95	1.94	1.92
-15.0	1.91	1.89	1.87	1.86	1.84	1.83	1.81	1.80	1.78	1.77
-16.0	1.75	1.74	1.72	1.71	1.70	1.68	1.67	1.65	1.64	1.63

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-17.0	1.61	1.60	1.58	1.57	1.56	1.55	1.53	1.52	1.51	1.49
-18.0	1.48	1.47	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37
-19.0	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26
-20.0	1.25	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15
-21.0	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05
-22.0	1.04	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
-23.0	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.90	0.89	0.88
-24.0	0.87	0.86	0.86	0.85	0.84	0.83	0.83	0.82	0.81	0.80
-25.0	0.80	0.79	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73
-26.0	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67
-27.0	0.66	0.65	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.61
-28.0	0.60	0.59	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55
-29.0	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50
-30.0	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.46	0.45
-31.0	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.41
-32.0	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38
-33.0	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34
-34.0	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31
-35.0	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28
-36.0	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25
-37.0	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23
-38.0	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21
-39.0	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19
-40.0	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17
-41.0	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-42.0	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
-43.0	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12
-44.0	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11
-45.0	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

b) e_E über einer ebenen Eisfläche:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- 0.0	6.11	6.06	6.01	5.96	5.91	5.86	5.81	5.77	5.72	5.67
- 1.0	5.62	5.58	5.53	5.49	5.44	5.40	5.35	5.31	5.26	5.22
- 2.0	5.17	5.13	5.09	5.05	5.00	4.96	4.92	4.88	4.84	4.80
- 3.0	4.75	4.72	4.68	4.64	4.60	4.56	4.52	4.48	4.45	4.41
- 4.0	4.37	4.33	4.30	4.26	4.23	4.19	4.16	4.12	4.08	4.05
- 5.0	4.01	3.98	3.95	3.91	3.88	3.85	3.82	3.78	3.75	3.72
- 6.0	3.68	3.65	3.62	3.59	3.56	3.53	3.50	3.47	3.44	3.41
- 7.0	3.38	3.35	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.18	3.15	3.13
- 8.0	3.10	3.07	3.05	3.02	2.99	2.97	2.94	2.92	2.89	2.86
- 9.0	2.84	2.81	2.79	2.76	2.74	2.72	2.69	2.67	2.64	2.62
-10.0	2.70	2.57	2.55	2.53	2.51	2.49	2.46	2.44	2.42	2.40
-11.0	2.37	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19
-12.0	2.17	2.15	2.13	2.11	2.09	2.08	2.06	2.04	2.02	2.00
-13.0	1.98	1.96	1.95	1.93	1.91	1.90	1.88	1.86	1.84	1.83
-14.0	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.71	1.70	1.67
-15.0	1.65	1.64	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52
-16.0	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.38
-17.0	1.37	1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26
-18.0	1.25	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.15	1.14
-19.0	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-20.0	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
-21.0	0.93	0.92	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86	0.86
-22.0	0.85	0.84	0.83	0.82	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.78
-23.0	0.77	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70
-24.0	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63
-25.0	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57
-26.0	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.51
-27.0	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46
-28.0	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42	0.42
-29.0	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38
-30.0	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34
-31.0	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30
-32.0	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27
-33.0	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25
-34.0	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22
-35.0	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20
-36.0	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
-37.0	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
-38.0	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14
-39.0	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
-40.0	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11
-41.0	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10
-42.0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
-43.0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
-44.0	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
-45.0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06

Tabelle

der relativen Eisfeuchte bei gegebener Temperatur t und gegebener Wasserfeuchte f_w = f%.

	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
- 1.0	101.0	90.9	80.8	70.7	60.6	50.5	40.4	30.3	20.2	10.1
- 2.0	101.9	91.8	81.6	71.4	61.2	51.0	40.8	30.6	20.4	10.2
- 3.0	102.9	92.7	82.4	72.1	61.8	51.5	41.2	30.9	20.6	10.3
- 4.0	103.9	93.6	83.2	72.8	62.4	52.0	41.6	31.2	20.8	10.4
- 5.0	104.9	94.5	84.0	73.5	53.0	52.5	42.0	31.5	21.0	10.5
- 6.0	105.9	95.4	84.8	74.2	63.6	53.0	42.4	31.8	21.2	10.6
- 7.0	106.9	96.3	85.6	74.9	64.2	53.5	42.8	32.1	21.4	10.9
- 8.0	107.9	97.2	86.4	75.6	64.8	54.0	43.2	32.4	21.6	10.8
- 9.0	109.0	98.1	87.2	76.3	65.4	54.5	43.6	32.7	21.8	10.9
-10.0	110.0	99.0	88.0	77.0	66.0	55.0	44.0	33.0	22.0	11.0
-11.0	111.1	100.0	88.9	77.7	66.6	55.5	44.4	33.3	22.2	11.1
-12.0	112.1	101.0	89.8	78.4	67.2	56.0	44.8	33.6	22.4	11.2
-13.0	113.2	102.0	90.7	79.2	67.8	56.5	45.2	33.9	22.6	11.3
-14.0	114.3	103.0	91.6	80.0	68.5	57.0	45.6	34.2	22.8	11.4
-15.0	115.4	104.0	92.4	80.8	69.2	57.6	46.0	34.5	23.0	11.5
-16.0	116.5	105.0	93.4	81.6	69.9	58.2	46.5	34.8	23.2	11.6
-17.0	117.6	106.0	94.3	82.4	70.6	58.8	47.0	35.1	23.4	11.7
-18.0	118.8	107.0	95.2	83.2	71.3	59.4	47.5	35.5	23.6	11.8
-19.0	119.9	108.0	96.1	84.0	72.0	60.0	48.0	35.9	23.9	11.9
-20.0	121.1	109.0	97.0	84.8	72.7	60.6	48.5	36.3	24.2	12.1
-21.0	122.3	110.0	97.9	85.6	73.4	61.1	48.9	36.6	24.4	12.2
-22.0	123.4	111.0	98.8	86.4	74.1	61.7	49.3	36.9	24.6	12.3
-23.0	124.6	112.0	99.7	87.2	74.8	62.3	49.7	37.2	24.8	12.4

	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
-24.0	125.8	113.1	100.6	88.0	75.5	62.9	50.1	37.5	25.0	12.5
-25.0	127.0	114.2	101.5	88.8	76.2	63.5	50.6	37.9	25.2	12.6
-26.0	128.2	115.3	102.5	89.6	76.9	64.1	51.1	38.3	25.4	12.7
-27.0	129.3	116.4	103.5	90.5	77.6	64.7	51.6	38.7	25.7	12.8
-28.0	130.5	117.5	104.5	91.4	78.3	65.3	52.1	39.1	26.0	12.9
-29.0	131.7	118.6	105.5	92.3	79.0	65.9	52.6	39.5	26.3	13.1
-30.0	133.0	119.7	106.5	93.2	79.8	66.5	53.1	39.9	26.6	13.3
-31.0	134.3	120.9	107.5	94.1	80.6	67.1	53.6	40.3	26.8	13.4
-32.0	135.6	122.1	108.5	95.0	81.4	67.7	54.1	40.7	27.0	13.5
-33.0	136.9	123.3	109.6	95.9	82.2	68.4	54.6	41.1	27.2	13.6
-34.0	138.3	124.5	110.7	96.8	83.0	69.1	55.1	41.5	27.5	13.7
-35.0	139.6	125.7	111.8	97.7	83.8	69.8	55.6	41.9	27.8	13.8
-36.0	140.9	126.9	112.9	98.7	84.6	70.5	56.2	42.3	28.1	13.9
-37.0	142.3	128.1	114.0	99.7	85.4	71.2	56.8	42.7	28.4	14.0
-38.0	143.7	129.4	115.1	100.7	86.3	71.9	57.4	43.1	28.7	14.2
-39.0	145.2	130.7	116.2	101.7	87.2	72.6	58.0	43.5	29.0	14.4
-40.0	146.6	132.0	117.3	102.7	88.1	73.3	58.6	44.0	29.3	14.6

Tabelle

der relativen Eisfeuchte bei Wassersättigung $f_{e,W}$
und der relativen Wasserfeuchte bei Eissättigung $f_{w,E}$
bei gegebener Temperatur t.

t	$f_{e,W}$ %	$f_{w,E}$ %	t	$f_{e,W}$ %	$f_{w,E}$ %
0.0	100.0	100.0	-20.0	121.1	82.6
- 1.0	101.0	99.0	-21.0	122.3	81.8
- 2.0	101.9	98.1	-22.0	123.4	81.0
- 3.0	102.9	97.2	-23.0	124.6	80.3
- 4.0	103.9	96.2	-24.0	125.8	79.5
- 5.0	104.9	95.3	-25.0	127.0	78.7
- 6.0	105.9	94.4	-26.0	128.2	78.0
- 7.0	106.9	93.3	-27.0	129.3	77.3
- 8.0	107.9	92.7	-28.0	130.5	76.6
- 9.0	109.0	91.7	-29.0	131.7	75.9
-10.0	110.0	90.9	-30.0	133.0	75.2
-11.0	111.1	90.0	-31.0	134.3	74.5
-12.0	112.1	89.2	-32.0	135.6	73.7
-13.0	113.2	88.3	-33.0	136.9	73.0
-14.0	114.3	87.5	-34.0	138.3	72.3
-15.0	115.4	86.7	-35.0	139.6	71.6
-16.0	116.5	85.8	-36.0	140.9	71.0
-17.0	117.6	85.0	-37.0	142.3	70.3
-18.0	118.8	84.2	-38.0	143.7	69.6
-19.0	119.9	83.4	-39.0	145.2	68.9
		- 40.0	146.6	68.2	

Nr.14 : Dr. K. K e i l

Die mittlere Zahl der Tage mit Gewittern auf verschiedenen deutschen Flugstrecken.

Nr.15 : Dr. W. W e n z e l

Bericht über die Wetterlage bei der Gordon-Bennet-Wettfahrt. 1932. Mit Abb. 129 - 134.

Einleitung und Zusammenfassung.

Die hier veröffentlichte Bearbeitung der Wetterlage bei der Gordon-Bennet-Wettfahrt 1932 ist auf Veranlassung der Abteilung Wetterdienst der Zentralstelle für Flugsicherung erfolgt und gibt eine Zusammenfassung der für die meteorologisch-navigatorische Beurteilung der einzelnen Fahrten wesentlichsten Daten. Das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Ballone und die schlechten Resultate der deutschen Teilnehmer veranlaßten zwei Fragen:

a) ob sich an Hand der Wetterkarten und Fahrtberichte eine einfache Erklärung für und eine Übersicht über die verschiedenartigen Schicksale der einzelnen Ballone gewinnen läßt.

b) ob zu Fahrtbeginn eine Prognose der später auftretenden Schwierigkeiten möglich gewesen wäre.

Zu a) ergibt die Untersuchung in Abschnitt II ein verhältnismäßig einfaches Bild. Je nachdem, ob die Ballone am Abend des Starts auf die Nordseite der die Donau nördlich begleitenden Berge, oder südwärts ins Donautal gelangten. vollzog sich ihr weiteres Geschick.Die Nordgruppe kam über eine relativ niedrige Stelle des Böhmerwaldes, über den ebenen zentralen Teil des Böhmischen Beckens und über die zwischen Riesengebirge und Glatzer Bergland gelegene Einsenkung der Sudeten ohne wesentliche Wetterschwierigkeiten hinweg. Dagegen trieb die Südgruppe östlich von Regensburg auf den Bayerischen Wald und auf den Hauptkamm des Böhmerwaldes zu, dann über die böhmisch-mährischen Höhen hinweg in die Schlechtwetterecke am Altvater hinein und hatte überall mit zahlrei -

chen orographisch ausgelösten Schnee- und Regenschauern und Vertikalböen zu kämpfen, so daß die Mehrzahl dieser Ballone dicht jenseits der Sudeten mit ihrem Ballast zu Ende waren.

Die Wetterkarten (vergl. Abschnitt III) und die Höhenwindmessungen (vergl. Abschnitt IV) ergänzen das aus den Fahrtberichten gewonnene Bild in befriedigender Weise; ob mit ihrer Hilfe eine ins Einzelne gehende Prognose möglich gewesen wäre, muß bezweifelt werden, insbesondere, da die Höhenwindmessung wegen der Bewölkung nur die untersten Schichten erfaßte. Wohl aber hätte intensivere Ausnutzung aerologischer Aufstiege mit Temperatur- und Feuchtigkeitswerten detailliertere Angaben gestattet. Leider war die Ausführung besonderer, mit Rücksicht auf den Wettbewerb auszuführender Aufstiege nicht angefordert worden. Mit ihrer Hilfe hätten - wie noch die Flugzeugaufstiege des folgenden Tages zeigen (vergl.Abschnitt V) - viele der später aufgetretenen Schwierigkeiten, die manchen Führern wohl überraschend kamen, (wie z.B. das Nichtvorhandensein einer Schwimmschicht, die Schneefälle in den Wolken, ihre Tendenz zu starker Vertikalentwicklung u.a.m.) vorausgesagt werden können. Bemerkenswert ist, daß der Siegerballon "U.S.Navy", der trotz seiner Zugehörigkeit zur ins schlechtere Wetter hineingetriebenen Südgruppe den ersten Platz belegen konnte, eine vom aerologischen Gesichtspunkte als besonders günstig zu bezeichnende Navigation betrieb. Durch langdauernden Niedrigflug in der Nacht und am Morgen entging er den labileren oberen Schichten, entging auch weitgehend den Schauern, die bei der Trockenheit der unteren Schichten nach unten zu schwächer wurden oder verdampften.

An Fahrtberichten standen für die Bearbeitung die sehr wertvollen Bordbuchabschriften der amerikanischen Siegerballone "U.S.Navy" und "Good Year VIII" zur Verfügung. Im übrigen mußte auf Zeitungsberichte und briefliche Angaben zurückgegriffen werden, die aber teilweise

recht zuverlässig und ausführlich sind.*) Sehr knapp gehalten sind die Auskünfte die über "Deutschland", "Bel - gica" und "Gdynia" zu erhalten waren. Alle nähere Anga - ben fehlen von den französischen Ballonen, von "Brandenburg" und "V.de Beauclair". Hier können nur die Angaben über Dauer der Fahrt und Ort der Landung benutzt werden, die in dem folgenden Abschnitt I zusammengestellt sind.

I. Die Ergebnisse der Wettfahrt.

Die 16 an der Konkurrenz teilnehmenden Ballone starteten in Basel am Sonntag, den 25. September 1932,in kurzen Abständen nachmittags zwischen 16 und 17 Uhr, unter ihnen die vier deutschen Ballone "Deutschland", "Brandenburg", "Barmen" und "Stadt Essen". Die Fahrt führte anfangs in Richtung NE, später in Richtung ENE etwa parallel zur Donau quer über Süddeutschland hinweg und etwa von 19 Uhr ab als die Ballone südlich Stuttgart standen, in die Dunkelheit hinein. Während der Nacht ging es über die Tschechoslovakei hinweg, am folgenden Tage weiter nach Schlesien und Polen. Nur einer der Ballone, "U.S.Navy", vermochte sich auch noch eine zweite Nacht zu halten, und damit zugleich die weiteste Weg - strecke zurückzulegen.

Die nachfolgende Tabelle **) gibt das amtliche Ergebnis der Wettfahrt:

Tabelle 1.

---

*) Quellenverzeichnis am Schluß der Arbeit.

**)Entnommen dem Internationalen Luftfahrtarchiv.

Tabelle 1

	Name des Ballons	gelandet bei	Luftlinien-entfernung von Basel = d	Dauer des Fluges = t	Quotient $v = \frac{d}{t}$
1.	U.S.Navy	Dangieliszki	1550 km	41^h 20^m	37.5 km/st
2.	Good Year VIII	Bagotoji	1336	28 45	47.2
3.	Petit Mousse	Tokary	1238	19 58	59.0
4.	Polonia	Siemien	1181	24 00	49.2
5.	14. de Avril	Sadowno	1162	24 53	46.7
6.	Gdynia	Bielany	1089	17 05	63.7
7.	L'aventure	Potworow	1045	24 25	42.7
8.	Basel	Zoudlowice	1017	21 41	46.8
9.	Stadt Essen	Zelechninek	1006	18 40	54.0
10.	Belgica	Rosprza	965	21 06	45.7
11.	V. de Beauclair	Mycielin	906	14 52	61.0
12.	Barmen	Keltsch	865	17 24	49.7
13.	Zürich	D.Rasselwitz	803	17 01	47.2
14.	Lafayette	Falkenberg	801	18 55	42.3
15.	Deutschland	Freimoldau	762	17 46	42.8
16.	Brandenburg	Greifendorf	698	12 38	55.3

Hinzugefügt ist gegenüber der ursprünglichen Ta - belle die letzte Spalte mit dem Quotienten v aus der Luftlinienentfernung zwischen Start- und Landeplatz und der Gesamtdauer der Fahrten. v kann zwar - wegen der Abweichung zwischen Luftlinie und tatsächlichem Fahrtweg - nicht als exaktes, aber doch - da während der Fahrten im großen ganzen eine bestimmte Richtung innegehalten wur - de - als angenähertes Maß für die mittlere Geschwindig - keit der einzelnen Ballone angesehen werden. Als "Schnelläufer" mit etwa 60 km/st mittlerer Geschwindigkeit fallen "Gdynia" "V. de Beauclair" und "Petit Mousse"auf. Der geringe Wert von v für "U.S.Navy" erklärt sich zum Teil daraus, daß für ihn die Abweichung zwischen Luftlinie und Fahrtweg gegen Ende der Fahrt sehr groß wird,zum Teil auch daraus, daß bei Fortsetzung der Fahrt in die zweite Nacht hinein in der Tat verminderte Windgeschwindigkeiten bestanden. Bis zu den Sudeten hin hatte er etwa die gleiche Fahrtgeschwindigkeit wie die übrigen Teilnehmer auch.

Unerwartet an dem Ergebnis der Fahrt war es, daß es zweien der kleineren Ballone - "Petit Mousse" und "Polonia" - gelang, hinter den an Material und Fahrt - technik überlegenen Amerikanern den dritten und vierten Platz zu belegen, und damit das Groß der 2000 cbm-Ballone zu schlagen. Ebenso unerwartet auch, daß die beiden netzlosen Ballone "Zürich" und "Deutschland", auf die besonderen Hoffnungen gesetzt worden waren, auf dem 13. und 15. Platz endeten.

Die Landeplätze der Ballone sind in Abbildung 129 durch Kreise dargestellt. Die von "U.S.Navy" und "Good Year VIII" liegen jenseits des Kartenrandes. Die Lage der Orte Mycielin und Bielany war leider in den zur Verfügung stehenden Atlanten nicht exakt auszumachen, so daß sie fortgelassen sind.

II.

II. Der Verlauf und die Wetterbeobachtungen während der Wettfahrt.

Um die örtliche Verteilung der während der Wettfahrt durchflogenen Schlechtwetterzonen zu überblicken, ist es notwendig, die Bahnen der Ballone zu rekonstruieren. Das kann bei der Unvollständigkeit des Materials nur unvollkommen gelingen, immerhin reichen die Berichte aus, um die wesentlichsten Züge zu erkennen. In Abbildung 129a sind einige Bahnen soweit sie als hinreichend gesichert gelten können, eingezeichnet, von einzelnen Ballonen sind nur Teilabschnitte eingetragen.

Benutzt werden konnten dabei die Standortangaben, die aber im ganzen gesehen recht spärlich sind. Bis Mitternacht wird von einer Reihe von Ballonen noch das Passieren größerer Städte oder auch der Kammhöhen des Böhmisch-Bayerischen Waldes gemeldet. Die meisten und sichersten Standortangaben enthält das Bordbuch des "Good Year VIII", zum Teil auf astronomischen und Funkpeilungen beruhend, durch den der verhältnismäßig nördliche Kurs des Ballons in der Tschechoslovakei und Schlesien festgelegt wird dem in den Abendstunden des 26. 9. ein verhältnismäßig weit nach Norden weisender Kurs auch schon in Württemberg und Bayern, nördlich der Alb, mitten zwischen Nürnberg und Ingolstadt hindurch nach der Gegend südlich Pilsen vorangegangen sein muß, zumal auch die beobachteten Witterungserscheinungen zu den orographischen Verhältnissen dieser Bahn gut passen. Da "Good Year VIII" auch sehr genaue Fahrthöhen angibt, so ist er der einzige Ballon, für den sich mit einiger Sicherheit ein Profil des Fahrtweges entwerfen läßt, wie dies in Abbildung 130 geschehen ist. "U.S.Navy" gibt leider - außer zwei Angaben zu Beginn der Fahrt - gar keine Standorte, doch sind selbst hier unter Verwendung einiger Kursangaben wesentliche Schlüsse möglich. Am Morgen und im Verlauf des nächsten Tages kommen Sichtungsmeldungen der einzelnen Ballone untereinander bei der Rekon-

struktion zu Hilfe. Erschwerend wirkt, daß nicht alle Standortangaben ohne Kritik hingenommen werden können, z. B. beruhen die Angaben in dem für "Barmen" benutzten Bericht, daß der Ballon nachts über dem Erzgebirge nördlich Pilsen und später 60 km nördlich von Prag gestanden habe, auf einem Irrtum. Da es nicht möglich ist, alle diese Einzelheiten ausführlicher auseinanderzusetzen, sei nur nochmals auf die Abbildung 129a verwiesen, in der das vorliegende Material nach bestem Wissen verarbeitet ist. In ihr sind die als gesichert anzusehenden Standortangaben (sicher etwa bis auf einen Fehler von 10 km im Umkreis) durch Kreuze an den einzelnen Fahrtwegen eingetragen. Einige weitere Einzelheiten ergeben sich auch noch bei der folgenden Diskusion der Wetterbeobachtung.

Alle Ballone suchen beim Start einer südlich Basel stehenden Regenfront möglichst schnell zu entrinnen. Abends, während sie längs der Donau bezw. in der Alb fahren, wird allgemein starkes Wetterleuchten rundum gemeldet. Dennoch hat vor 23 Uhr von den Ballonen, deren Berichte hier benutzt werden, nur ein Ballon - "Good Year VIII" - gegen 22 Uhr einen mehr als halbstündigen gewitterartigen Schauer, dessen Auftreten wahrscheinlich mit dem Überqueren der Höhen zwischen Jagst und Altmühl zusammenhängt. Während der ganzen weiteren Fahrt hat "Good Year VIII" dann keinen Niederschlag mehr. Er bildet zusammen mit "Gdynia" - vermutlich auch zusammen mit einigen französischen Ballonen - für den dies durch spätere Standortangaben - Prag und Breslau - belegt ist - diejenige Gruppe von Ballonen, die einen verhältnismäßig nördlichen Kurs eingeschlagen haben und dabei vom Wetter wesentlich begünstigt worden sind, hat doch z.B. "Gdynia" überhaupt keinen Niederschlag erhalten.

Anders diejenigen Ballone, die ins Donautal hinabgekommen waren. Sie bleiben zwar zunächst vom Regen verschont, kommen dafür aber am Bayerischen Wald und am Hauptkamm des Böhmerwaldes östlich von Regensburg in umso

schlechteres Wetter. Die Angaben über die Intensität desselben schwanken. "Basel" meldet ab Regensburg um 23 Uhr 15 Regen, später über dem Böhmerwald Nebel, ähnlich "Zürich" und "Polonia", "Barmen" meldet um Mitternacht zwar ganz in den Wolken, aber keinen Niederschlag. "Stadt Essen" spricht von einzelnen Schauern, wobei besonders interessant ist die Angabe, daß in 2000 m kräftig strömender Regen beobachtet wird, der in etwa 2500 m in Schnee übergeht, während er in den unteren Schichten verdampft, woraus sich die Verschiedenheiten in den Wetterangaben der einzelnen Ballone erklären.

Eine Sonderstellung dagegen nimmt "U.S.Navy" ein. Auch er hat südlichen Kurs, doch zeigt seine Fahrtkurve etwa von 23 Uhr ab eine deutliche Ausbiegung nach S, die Luftströmung führt den Ballon in flachem Bogen südlich um die höchsten Erhebungen des Bayerisch-Böhmischen Waldes herum. Obwohl die ausführliche Bordbuchabschrift nach der Standortangabe von 21 Uhr 10 (nördlich Augsburg)keine Standorte mehr gibt, läßt sich doch aus den mehrfachen Kursangaben die Bahn mit hinreichender Sicherheit herleiten. Die Abweichung nach S genügt, um den Ballon trotz einer Fahrthöhe von etwa 2000 m vor den Stauniederschlägen an den Bergen zu bewahren, nur einzelne Notizen über starke Böigkeit deuten auf das wenig weiter nördlich gelegene schlechtere Wetter hin.

Aber auch "U.S.Navy" kommt im weiteren Verlauf, jenseits der deutsch-tschechischen Grenze, als der Ballon des nachts und am nächsten Morgen früh verhältnismäßig niedrig über dem südlichen Böhmen steht, in Regen hinein. Doch erreicht der Niederschlag bei der geringen Fahrthöhe (von 2 bis 7 Uhr ständig um 1000 m) den Ballon nur in Form kurzdauernder Schauer, wobei sich bei eingehender Kritik der exakten Zeitangaben und Berücksichtigung der Windverhältnisse ergibt, daß es sich vermutlich um örtliche Schauer handelt, die an den Kammlinien der Hügelzüge östlich Tabor, zwischen Pilgram und Deutsch -

Brod und an der Schmarzama lokal ausgelöst wurden. Die übrigen Ballone - Barmen, Zürich, Deutschland, Belgica, Polonia, Basel - klagen über beträchtlich stärkere Schauertätigkeit, wobei bald Schnee, bald Regen gemeldet wird. Ohne wesentliche Niederschläge kommt, - außer den oben erwähnten Ballonen der Nordgruppe, - nur "Stadt Essen" über die Tschechoslovakei hinweg. Um 6 Uhr ist die Lage die folgende: (vergl. Abbildung 129b). Das Gros der Ballone, unter ihnen "U.S.Navy" und "Deutschland", steht im Bereich und am Nordrand der böhmisch-mährischen Höhen, etwa im Raum von Deutsch-Brod und Czaslau. Ostwärts voraus, als schnellster Ballon dieser südlichen Gruppe hat "Brandenburg" bereits gegen 5 Uhr das Rennen aufgegeben, und bei Greifendorf - 60 km WNW von Olmütz - niedergehen müssen. Die Zahlen der letzten Spalte in Tabelle 1, die ein ungefähres Maß für die mittlere Geschwindigkeit der Ballone während der Fahrt geben, zeigen"Brandenburg" als viertschnellsten Ballon. Offenbar ist aber die Tatsache, daß "Brandenburg" sich schon in der Dämmerung in der Wetterecke zwischen Altvatergebirge und den Mährischen Höhen befand, nur von Nachteil gewesen. Ihm als nächster folgt "Barmen", der um 5 Uhr 40 einen am Boden liegenden Ballon sichtet, mit anderen Worten in der Nähe des niedergegangenen "Brandenburg" vorübereilt. "Stadt Essen" steckt weiter nördlich davon in den Sudeten, wahrscheinlich zwischen Glatzer Bergland und dem Riesengebirge. "Good Year VIII" steht - durch zwei benachbarte Standortangaben festgelegt - an der Elbe östlich von Prag, in seiner Nähe vermutlich "14.de Avril". Allen anderen aber weit voraus, schon vor Sonnenaufgang über die Sudeten hinweggelangt, treibt "Gdynia" 6 Uhr früh bereits etwa 60 km ENE von Breslau - vermutlich ungefähr in gleicher Höhe mit ihm "Petit Mousse"und "V.de Beauclair", von denen der letztere zu baldigem Niedergehen (gegen 8 Uhr etwa an der Wartha) gezwungen ist.

"Good Year", "14.de Avril", "Petit Mousse" und

"Gdynia" kommen sämtlich an und über die Weichsel, während von den südlicher stehenden Ballonen dies nur "Polonia" und "U.S.Navy" gelingt. Alle anderen geben vorher auf. Als erster nach "Brandenburg" geht dicht hinter dem Altvatergebirge und offenbar genau über seinen Kamm hinweggetrieben "Deutschland" herab; wenig weiter muß auch "Zürich" landen und beobachtet nach der Landung vier weitere Ballone*) die am Landungsplatz vorüber nach Polen zu weiterfahren. Nicht weit entfernt landen auch "Lafayette" und "Barmen". Am unsichersten rekonstruierbar ist der Fahrtweg von "Basel", dem benutzten Bericht zufolge ist der Ballon zwischen Schneekoppe und den Glatzer Bergen, also an einer niedrigen Stelle des Sudetenkammes hindurchgeschlüpft. Dem widerspricht die schon eben erwähnte, wahrscheinlich aber irrtümliche Sichtung durch "Zürich". Der ersterwähnte Kurs bedeutet ein ziemlich starkes Ausbiegen nach N, da "Basel" bei Sonnenaufgang noch im Bereich der Hauptgruppe am Rand des böhmisch-mährischen Hügellandes stand und dort z.B. noch "U.S.Navy" sah. Man muß bei den gegenseitigen Sichtungsmeldungen allerdings bedenken, daß bei der in den Regenpausen zwischen den Schauern herrschenden guten Sicht die einander sichtenden Ballone verhältnismäßig große Entfernungen voneinander gehabt haben können.

Wie lokal verschieden auch an dem Sudetenrand das Wetter war, zeigt der Bericht von "Barmen", der nach langer Schlechtwetterfahrt um 7 Uhr etwa südlich vom Altvater stehend, die deutsche Grenze ohne Schwierigkeiten kreuzt, während dicht nördlich schwarze, drohende Bewölkung zu sehen ist. "Polonia" kreuzt bei zeitweiligem leichten Schneefall und vielfach in Wolken die Sudeten und gibt um 8 Uhr 45 als Standort Reinerz an. "Stadt Essen" hat inzwischen um 8 Uhr bei Oppeln die O-

---

*)darunter angeblich "Basel" und "V.de Beauclair" was nicht stimmen kann,ja "Basel"über das Gesenke südl. vom Riesengebirge geflogen ist und "V.de Beauclair" bereits gegen 8 Uhr weiter ostwärts gelandet ist.

der passiert. Alle diese Ballone suchen, teils freiwil - lig, teils durch die zunehmende Sonnenstrahlung gezwun - gen, jenseits der Sudeten noch einmal möglichst große Höhen auf, um den Vorteil stärkeren Höhenwindes zu haben. Aber bei allen - außer "U.S.Navy" und "Polonia" - sind die Ballastreserven schon vor der Weichsel aufgebraucht. "Polonia" gelingt es, nach mehreren infolge des Schnee - gestöbers in den Wolken vergeblich verlaufenen Versuchen, um 12 Uhr bis über 7000 m durchzustoßen, sich über den Wolken mit 65 bis 70 km/st bis über die Weichsel vortra- gen zu lassen und damit den vierten Platz zu belegen. Der Siegerballon "U.S.Navy" schafft es sogar, nachdem er - vermutlich als letzter - zwischen 9 Uhr und 10 Uhr 45 - bei Schneefall die Sudeten offenbar ebenfalls im Altva - tergebiet überwunden hat sich mit dem geretteten Ballast noch bis in den nächsten Morgen in der Luft zu halten,und so trotz geringer Geschwindigkeit die weiteste Entfernung zurückzulegen und auf den ersten Platz zu rücken.Die Län- ge des Zeitraumes 9 Uhr bis 10 Uhr 45, in der von "U. S. Navy" Schneefälle berichtet wurden, deckt sich mit der verhältnismäßig großen Breite des Sudetenwalles in diesem südlichen Teil und entspricht etwa dem Zeitraum, den der Ballon über dem Gebiet geschwebt hat, das sich über die 500 m-Grenze erhebt.

Zusammenfassend ergibt sich somit für die Fahrtli- nien der Ballone, die um 6 Uhr vor dem südlichen Teil der Sudeten standen, ein sehr plausibles Bild. Die Strömung breitet sich mit Annäherung an den Hauptkamm fächerförmig aus und weicht teilweise nördlich und südlich der höch - sten Erhebungen aus. "Basel" geht nördlich des Glatzer Berglandes, "Barmen" südlich vom Altvater vorbei."Polo - nia" quert das Glatzer Bergland, "Deutschland" "Zürich" und "U.S.Navy" das Altvatermassiv. Alle deutschen Ballo- ne, außer "Stadt Essen" sind somit in die schlechteste, wegen ihrer Stauerscheinung auch im Flugwetterdienst be- kannte Ecke zwischen südlichen Sudeten und den mährischen

Höhen hineingekommen, desgl. auch "Zürich" und "U.S.Navy". Das erhöht nur die Bedeutung der Leistung von "U.S.Navy" der nach dieser Beanspruchung noch 18 Sack Ballast von ursprünglich 47 besitzt und noch 24 Stunden in der Luft zu bleiben vermag. Z.T. mag das erklärt werden durch die vorher erwähnte geringere Beanspruchung am Bayerisch - Böhmischen Wald, zum anderen Teil auf die bewußt haus - hälterische Methode, mit der die Führung von "U.S.Navy" unter Verzicht auf Geschwindigkeit ihren Ballon stunden- lang, von 2 Uhr ab, fast ohne Ballastabgabe in niedri - gen Höhen in der Nacht und am Morgen über die Tschecho - slovakei dahintreiben läßt ohne sich in einen Kampf mit den Wolken einzulassen. Interessant ist, daß sich auch die Überquerung der Sudeten ohne Ballastopfer vollzieht, aber der starke Auftrieb über den Bergen durch oftmali - ges und langdauerndes Öffnen des Ventiles - bis zu 45 Sekunden - ausgeglichen werden muß. "Deutschland" ist es zum Verhängnis geworden, daß der Versuch zum Durchstoßen der Wolken in einem ungünstigen Moment erfolgte, als der Ballon im Bereich des Altvaters stand, wo bei der herr - schenden Instabilität die morgendliche Konvektion in ganz besonders starkem, durch die orographischen Ver - hältnisse verstärktem Maße einsetzte, so daß der Ballon von den stürmisch aufquellenden Wolken wieder erreicht wurde, im Wolkenschatten absackte und landen mußte.

III. Überblick über die Wetterlage an Hand der Wetter - karten.

Mit Absicht ist die Diskussion der Wetterlage an Hand der Fahrtberichte im vorigen Abschnitt besonders ausführlich gehalten, da dies die einzige Möglichkeit ist, in die Einzelheiten des Wettergeschehens in den Abend- und Nachtstunden Einblick zu erhalten. Zieht man demgegenüber die Wetterkarten derjenigen synoptischen Haupttermine heran, die in den behandelten Zeitraum fal- len, (Sonntags 19 Uhr und Montags 8 Uhr, vgl. Abbildung

131a und 131b), so ist man erstaunt, in den Meldungen des synoptischen Netzes kaum eine Andeutung der geschilderten Wetterschwierigkeiten zu finden. Zwar ist in der Sonntagsmorgen-Karte von 8 Uhr ein örtliches Schlechtwettergebiet über dem südlichen Frankreich von der Auvergne bis zur Schweizer Grenze reichend (Lyon Gewitter), zu erkennen, daß z.B. in der Krieterner Wetterkarte besonders deutlich hervorgehoben ist und aus einer Anhäufung lokaler Schauer bestanden zu haben scheint.Sein Näherkommen wurde den Führern der Ballone auch vorhergesagt; es hängt offensichtlich mit den gewitterartigen Schauern zusammen, die beim Start in der Gegend südlich Basel und in den Abendstunden im bayerischen Alpenland standen. In der großen Karte tritt es aber abends nicht mehr besonders hervor, und sein Auftreten ist mehr als ein Beweis für die allgemein herrschende starke Instabilität zu werten. Auf dem Wege, den die Ballone später einschlugen, von Süddeutschland bis nach Polen, herrscht überall einwandfreies Wetter, schwache, meist nordwestliche Bodenwinde und keinerlei Niederschlag. Der Kern des das Wetter beherrschenden Tiefs liegt weit nordwestwärts über der Nordsee. Das gleiche Bild auch noch am Montag früh, die 2 Uhr Nachtmeldungen sind für eine Beurteilung zu spärlich. Die Isobarenverteilung zeigt eine schwache Divergenz in Richtung ENE und läßt nach Polen zu abflauende Höhenwinde, der barometrische Gradient über Süddeutschland in mittleren Höhen Windstärken von 40 bis 50 km/st erwarten. Von einer Regenfront ist nichts zu sehen und es ist nicht so, wie es z.B. im Bericht von "Barmen" heißt, daß die Fahrt in der Regen- und Böenfront des Nordseetiefs vor sich gegangen wäre. Von einer geordneten Niederschlagsauslösung längs einer Front ist keine Rede. Die eigentliche Rückseite des Tiefs liegt am Montagmorgen nocht seit entfernt über Nordfrankreich, und die während der Fahrt beobachteten Niederschläge erfordern eine andere Deutung.

Nur eine Station des Flugwettermeldenetzes, Policka in Südostböhmen, gibt morgens um 8 Uhr nach Regen, und erst wenn man die zwischen 5 und 8 Uhr abgegebenen Flugwettermeldungen durchsieht, findet man in der Tschechoslovakei weitere Niederschlagsbeobachtungen. Leider fehlt dabei das Material aus Westböhmen fast völlig, auch kommt den Meldungen nur stichprobenhafter Charakter zu. Sie sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Hinzugefügt sind in Tabelle 2 des weiteren auch die Niederschlagsbeobachtungen aus der Nacht vom 25. zum 26. 9. aus Bayern und Schlesien, soweit sie den Wetterberichten der Bayerischen Landeswetterwarte München und der Wetterkarte der Öffentlichen Wetterdienststelle Breslau (Breslau-Krietern) zu entnehmen sind, wobei von Krietern nur die Meldungen aus dem Gebirge und dem Oberschlesischen Oderland berücksichtigt und bei Bayern einige Flugwettermeldungen hinzugefügt sind.

Tabelle 2.

Tabelle 2

A. Tschechoslovakei: Wetter am 26. 9. 1932 früh)

Zeit	Ort	Wetter	Witterungsverlauf in den letzten 3 Stunden	Gesamtbewölkung	Niedrigste Wolken
0500	Polica	Mäß. Regen	Regen	9/10	9/10 frst
0700	Pilgram	fast bedeckt	Nieseln	9/10	5/10 St in 600 m
0700	Stocky bei Deutsch-Brod	mäß. Regen	bedeckt	10/10	10/10 Cunb in 1500 m
0700	Brünn	zeitw. l.Nieseln	Nieseln	9/10	7/10 St in 600 m
0800	Polica	leicht.Nieseln	Regen	10/10	9/10 St in 600 m
0800	Budweis	bewölkt	bewölkt	7/10	7/10 St in 1000 m
0800	Tabor	fast bedeckt	bewölkt	9/10	7/10 St in 600 m

Niederschlagsmengen:

Polica	3 mm	Brünn	2/10 mm	Prossnitz Regen gefallen, Menge nicht meßbar
Prag	0 mm	Milovice	0 mm	Königgrätz 0 mm
Eger	0 mm	Olmütz	0 mm	andere Stationen keine Angaben.

B. Bayern: (Angaben über Witterungsverlauf vom 25. zum 26. 9. und über Niederschlagsmengen von 0700 bis 0700)

Ort	Witterungsverlauf	Niederschlagsmenge (24 Std.)
Würzburg	nachmittags Regen	2 mm
Bayreuth	abends Gewitter und Regen	5 mm
Nürnberg	abends Gewitter	5 mm
Ansbach	nachm. und abends Gewitter und Regen	7 mm
Nördlingen	früh Tau	Regen gefallen, Menge nicht meßbar
München	abends Gewitter, Regenschauer	1 mm
Obersdorf	gestern Regen	8 mm
Partenkirchen	nachm. und abends Gewitter, Regen	10 mm
Mittenwald	nachm. und nachts Regen	3 mm
Bad Tölz	nachm. Gewitter mit starkem Regen	30 mm
Tegernsee	nachm. Gewitter mit Regen und Hagel	28 mm
Bad Reichenhall	abends Gewitter mit starkem Regen	17 mm
Berchtesgaden	abends Gewitter mit Regen und Hagel	17 mm
Hoh. Peisenberg	nachm. und abends Gewitter	4 mm

zu B: Niederschlagsmengen von 1900 bis 0700
Hof 2 mm Coburg 2 mm

(laut Flugwettermeldungen):
Regensburg 5 mm
Regensburg um 0800 im Witterungsverlauf Regen.

C. Schlesien: (Angaben über Wetter um 0700 früh und Witterungsverlauf und Niederschlagsmenge vom 25. zum 26. 9. von 0700 bis 0700)

Ort	Wetter	Witterungsverlauf	Niederschlagsmenge
Gebirge:			
Bad Flinsberg	3/4 bedeckt	Regen 0030-0100	0.3 mm
Oberschreiberhau	bedeckt nach Regen	Regen nachts	0.4 mm
Reifträgerbaude	Nebel	-	-
Hirschberg	3/4 bedeckt	-	0.3 mm
Schneekoppe	Nebel	-	1.0 mm
Salzbrunn	halbbedeckt	-	-
Waldenburg	3/4 bedeckt	-	-
Friedland	halbbedeckt	-	-
Görbersdorf	bedeckt	Regen früh	0.2 mm
Altheide	3/4 bedeckt	-	-
Bad Reinerz	bedeckt	Regen nachts	Menge nicht meßbar
Bad Kudowa	bedeckt nach Regen	Regen 0300-0400	1.0 mm
Oberschlesisches Oderland:			
Proskau	leichter Regen	Regen 0700	Menge nicht meßbar
Neustadt O.S.	mäßiger Regen	Regen 0625-0700	0.4 mm

Wie man sieht, stimmen die Meldungen der Tabelle 2 in befriedigender Weise mit den Vorstellungen überein, die man sich auch nach den Fahrtberichten von der Wetterlage zu machen hat. In Bayern ausgedehnte Schauer-und Gewittertätigkeit, insbesondere in den Alpen und Voralpen haben sich die Gewitter festgesetzt und dort Regenmengen bis zu 30 mm herniedergebracht. Aber auch im Frankenland (Ansbach, Nürnberg, Coburg, Bayreuth) sind bemerkenswerte herniedergegangen, von ihnen hat "Good Year VIII" im Gebiet zwischen Ansbach und Nördlingen noch die südlichen Ausläufer verspürt. Daß die weiter südwärts quer über das mittlere Bayern hinwegziehenden Ballone erst am Bayerisch-Böhmischen Wald in die Stauniederschläge östlich von Regensburg (5 mm) kommen, will so fast als ein Zufall erscheinen. Aber ganz offensichtlich sind ja alle diese Niederschläge orographisch ausgelöste Instabilitätsschauer und für die längs der Donau wehenden WSW-Winde bot sich erst hier das erste auslösende Hindernis. In der Tschechoslovakei wird das Wetter zunächst etwas besser - Budweis und Tabor scheinen auch nachts nicht viel schlechter gewesen zu sein als um 8 Uhr - oder zumindest drangen die hier noch vorhandenen Schauer nicht in die tieferen Luftschichten ein. Während nun auf dem nördlichen Kurs die Wetterbesserung auch weiterhin anhält (Prag, Königgrätz, Niederschlagsmenge 0) tritt im Süden über den böhmisch-mährischen Höhen bald wieder neue Verschlechterung ein. Pilgram und Deutsch-Brod verzeichnen Regen und Polica,etwa 20 km vom Landeplatz des "Brandenburg" entfernt, hat mindestens um 5 und 8 Uhr, offensichtlich aber schon längere Zeit vorher und auch in der Zwischenzeit,gleichmäßigen, leichten bis mittelstarken Regen oder Staubregen gehabt und mit 3 mm die größte der in diesem Bezirk gemeldeten Regenmengen. Über den Altvater hinweg steht dieses Schlechtwettergebiet mit den ins oberschlesische Odergebiet vorgeschobenen Stationen Proskau und Neustadt

O.S. in Verbindung, die noch um 7 Uhr Regen melden, während die weiter nach N zu, im Glatzer Bergland und im Riesengebirge gemeldeten Niederschläge durchweg schon nachts gefallen sind und die das Gebirge früh morgens passierenden Ballone nicht mehr behelligt haben.

Es sei noch erwähnt, daß sich die Schauertätigkeit auch in den übrigen deutschen Mittelgebirgen und auch im Norddeutschen Flachlande zeigte. Besonders in Niederschlesien, wo vielfach Regenmengen von 2-3 mm gemeldet wurden, während es sich sonst, soweit überhaupt Regen beobachtet wurde nur um Zehntel handelt.

IV. Die Höhenwindmessungen.

Das Material an Höhenwindmessungen für die Tage der Wettfahrt ist außerordentlich reichhaltig. Seitens der Zentralstelle für Flugsicherung war für eine Reihe von Dienststellen angeordnet worden, daß auch am Sonntag und in der Nacht vom Sonntag zum Montag Pilotierungen ausgeführt werden sollten, und so lagen für Sonntag vormittag 8, für die Nacht 6, für den Montag vormittag in der Zeit zwischen 6 und 13 Uhr in Deutschland und Österreich über 30 Höhenwindmessungen vor, von denen indessen in Tabelle 3 nur der kleinste Teil - soweit er für den tatsächlichen Fahrtverlauf von Interesse ist - zusammengestellt wurde. Leider war in München, dessen Windverhältnisse in der Nacht von besonderem Interesse gewesen wäre, eine Messung nachts wegen des Regens nicht möglich und auch die übrigen Nachtpiloten kommen nicht auf größere Höhen. Über 5000 m kam während der ganzen Dauer der Fahrt nur ein einziger Pilotballon, der Stettiner vom 26. 9. von 11 Uhr, der aus diesem Grunde in die Tabelle mitaufgenommen worden ist. Eingefügt sind ferner noch die Windbeobachtungen einiger Bergstationen. In Abbildung 132a und 132b sind die Windbeobachtungen von Montag morgen in 1000 und 2000 m zusammengestellt, für größere Höhen wird das Material zu spärlich und die

wenigen Beobachtungen liegen auch zu weit von dem Fahrtweg entfernt. In Abbildung 133 ist der Versuch zu einer profilmäßigen Darstellung gemacht, die naturgemäß bei der lückenhaften Verteilung der Messungen nur unvollkommen sein kann. Die eingezeichneten Höhenwinde sind so ausgewählt, daß entsprechend der zeitlichen Fortbewegung der Ballone, die Messungen von links nach rechts zeitlich aufeinander folgen.

Neue Gesichtspunkte liefert das Höhenwindmaterial nicht. Zu einer Erklärung der außerordentlich verschiedenen Geschwindigkeit der auf der Nordroute fahrenden Ballone "Good Year VIII" und "Gdynia" reicht es nicht aus, es sei denn, daß man die starke Zunahme zwischen 1500 und 3000 m in der Höhenwindmessung von Dresden (von 9 auf 19 msk), die aber z.B. in Breslau bei weitem nicht so stark ist, zur Erklärung heranziehen will. Interessant ist, daß der Höhenwind von Fürth von 24 Uhr, verglichen mit dem gleichzeitigen von Stuttgart die Windabnahme bestätigt, die auch noch in der Tschechoslovakei in den unteren Schichten von den Ballonen beobachtet wurde.

Tabelle 3

Tabelle 3

Höhenwinde (Angaben in km/st)

Zeit	Ort	Boden	200	500	700	1000	1500	2000	2500	3000
25.9.										
1000	Frankfurt(Main)	SW15	SWzW15	WSW18	(800) W50	WzS50	SWzW58	WSW65		
1000	Stuttgart	SW15			SWzW22	WSW25	WSW25 (1479)	WzW61		WzS65
1900	Feldberg (Schw.) *)								(2604) W30	
1900	Säntis *)									(2962) SSW30
1900	Zugspitze *)									
2400	Stuttgart	WSW36			SW40	SW50 (1100)	SW72			
2400	Fürth	still		SSW15	SW18	WSW25	WSW36			
26.9.										
0500	Fürth	S4	(300)	SSW18	SW32 (600)	WSW43	SW50 (1700)	SW54 (1900)		
0600	Wien	still	WzN11	WzN29	WNW15	WNW18	NWzN4	SSW4		(2700)
0600	München	SSE11			S15	WzS18 (1100)	WzN29	WzS43 (2100)	SWzW36	SW36

Zeit	Ort	Boden	200	500	700	1000	1500	2000	2500	3000
0700	Dresden	EzS4	SzE11	SW29	WSW36	WSW32	WSW32	WSW50	SWzW65	SWzW68 (4000)
0700	Breslau	SW7	SW15	WzS25		W36	SWzW32 (1618)	SW43	SW43	SW54
0800	Schneekoppe *)									
0800	Reifträgerbaude *)						SW40 (1362) W30			
1100	Königsberg	SSW11	SSW11	SSW18		SW25	SWzW40	WSW47		WSW47
1100	Stettin	SW7 (3500) SWzW43	SW22 (4000) SWzW50	SWzW32 (4500) SWzW58	(5000) SWzW58	SWzW29 (5500) SWzW58	WzS29 (6000) SW65	W36 (7000) SW68	WzS40 (8000) SWzW50	WSW43 (8600) SWzW50
1200	Breslau	SW7 (3500) WSW61	SWzS11 (4000) SWzW61	SWzW15		SW25	SSW40	SWzW47	SWzW54	WSW65

---

*) Höhenwinde der Bergstationen aus Beaufort in km/st umgerechnet und abgerundet.

V. Diskussion der Wetterlage an Hand des aerologischen Materials.

Es handelt sich nun darum, die in vorhergegangenen Abschnitten mehrfach aufgestellte Behauptung, daß es sich bei den während der Wettfahrt beobachteten Niederschlägen um orographisch ausgelöste Instabilitätsschauer gehandelt habe, durch das aerologische Material zu belegen. Leider sind die zahlreichen, hoch hinaufreichenden Temperaturmessungen, die an Bord des "Good Year VIII" ausgeführt wurden, wegen zu großer Strahlungsfehler nicht benutzbar. Zu verwenden sind somit nur die deutschen aerologischen Aufstiege vom 26. 9. früh, die also stattfanden, als die Ballone etwa über den Sudeten bezw. in Schlesien standen. Sie können auch für die Verhältnisse in der vorhergegangenen Nacht als repräsentativ angesehen werden, da sich seit dem Abend vorher, ja sogar schon seit den letztvorhergegangenen Aufstiegen vom Sonnabendmorgen keine wesentliche Luftmassenveränderung vollzogen hat. Abbildung 134b gibt einen Vergleich der verwendeten Aufstiege von München, Friedrichshafen, Darmstadt, Königsberg und Lindenberg untereinander (mit Feuchtigkeit). Man sieht sofort, daß sie in zwei charakteristische Gruppen zerfallen, Lindenberg und Königsberg einerseits, München, Friedrichshafen und Darmstadt andererseits, die sich erst oberhalb 2000 m aneinander angleichen, wobei noch innerhalb der süddeutschen Gruppe eine besonders gute, selten zu beobachtende Übereinstimmung herrscht, kennzeichnend für die außergewöhnliche Einheitlichkeit des über Süddeutschland gelegenen Luftkörpers.

Luftmassen von einem vertikalen Aufbau, der dem der Aufstiege München, Friedrichshafen und Darmstadt entspricht, sind es also in denen die Ballone die Fahrt über Süddeutschland und die Tschechoslovakei zurückgelegt haben. Man sieht sofort, warum keine Schwimmlage aufgefunden werden konnte. Die Aufstiege weisen keiner -

lei Inversion auf. Die schwachen um 1700 m gelegenen Isothermieen können als wirksame Sperrzonen für Verti - kalbewegungen keine wesentliche Rolle spielen. Erst am Morgen des 26., beim Hinaustreten der Strömung in das Flachland in Schlesien und Polen mögen mehr die Temperaturverhältnisse, mit der oberhalb 1600 m ansetzenden, stärkeren Inversion, maßgebend gewesen sein, die in Lindenberg und Königsberg beobachtet wurden. Gleichgültig aber welche der beiden Typen vertikaler Schichtung am Morgen und im Laufe des 26. 9. im Fahrtbereich der Bal - lone geherrscht haben mögen, in beiden Fällen sieht man, daß eine Auslösung von Schauern durch thermische Konvektion vom Boden her wegen der geringen Feuchtigkeiten in den unteren Schichten nicht möglich war, selbstverständlich erst recht nicht in der Nacht. Dementsprechend auch die am 26. in Polen und Schlesien gemachten Wetterbeob - achtungen. Da aber die Beobachtungen auch keinen Anhalt dafür geben, daß die in der Nacht angetroffenen Schauer durch einen Einbruch oder auch nur ein allmähliches Einfließen kalter Luft in der Höhe bewirkt worden wären, so bleiben als schauerauslösende Ursachen nur die Verti - kalbewegungen übrig, die durch die Geländegestaltung erzwungen sind.

Um die Einzelheiten dieser Schauerauslösung zu übersehen, muß man noch die Feuchtigkeitsverteilung genauer diskutieren. Für sie ist charakteristisch, in allen Aufstiegen in großen Zügen übereinstimmend, die in den unteren Schichten verhältnismäßig geringe Feuchtig - keit und die Zunahme derselben auf Werte dicht bei 100% in Höhen zwischen 3000 und 4000 m. Nur Darmstadt und der hier nicht mitaufgeführte Aufstieg Hamburg, die dem Nordseetief am nächsten liegen, weisen nach oben gleichmäßig bis auf 50% abnehmende Feuchtigkeit auf.Auf Grund der niedrigen Feuchtigkeitsbeträge der unteren Schich - ten kann es nun, in keinem der Aufstiege, durch Hebung dieser unteren Schichten zur Schauerbildung kommen.

Denkt man sich z.B. im Aufstieg von München die Bodenluft (953 mbar, 15,7°, 79%) trockenadiabatisch bis zum Kondensationsniveau gehoben, daß in 800 m Seehöhe bei 910 mbar und 11,2° liegen würde, und dann unter stetiger Kondensation längs der Feuchtadiabate weiterbewegt, so läge bis zu einer Seehöhe von rund 3000 m die Temperatur der aufwärts bewegten Luft ständig unter der des Aufstieges. Erst von hier ab wäre selbständiges Weitersteigen möglich. Ähnliches gilt für jedes andere Luftquantum, das den unteren trockneren Schichten entstammt. Die Hebung der unteren Schichten kann zwar zur Einnebelung der Gebirgskämme führen, aber nicht zum selbständigen Weiterwachsen der gebildeten Wolken. Hebungen von einer Größenordnung, wie sie nötig wären, um die bodennahen Schichten zur selbständigen Vertikalbewegung und Schauerbildung zu veranlassen, kommen nicht in Frage. Anders in dem Niveau, in dem 100% oder nahezu 100% erreicht sind, wie es in München und Friedrichshafen in 3000 m der Fall ist. Die Temperaturverteilung in dieser Höhe ist, wie man den Aufstiegen entnimmt, praktisch feuchtadiabatisch, d. h., eine geringe Hebung genügt, um die gesättigte feuchte Luft zu kondensierendem Weitersteigen auf ihrer Kondensationsadiabate zu veranlassen. Daß aber beim Überschreiten von Höhenzügen, die Kammhöhen von rund 1000 m besitzen, auch noch auf das 3000 m-Niveau derartig schwache Hebungen übertragen werden,darf wohl ohne Beweis zugegeben werden. Der Anstoß zur Schauerbildung erfolgt somit durch orographische Hebung von unten her, der Quellpunkt der Schauerbildung liegt in den gesättigten feuchten Schichten um 3000 m, die Wolkenbildung kann dem feuchtlabilen Temperaturgang der oberen Schichten entsprechend mindestens bis zur Gipfelhöhe der Aufstiege, vermutlich aber noch viel höher hinauf ohne Hindernis fortschreiten.

In allen Aufstiegen liegt die 0°-Grenze ebenfalls etwa bei 3000 m. In den oberhalb dieser Grenze sich ent-

wickelnden Schauerwolken wird es bei der nicht übermäßig starken Vertikalbewegung, wie sie die geschilderte orographische Auslösung bei dem nicht allzu steilen Gradienten der oberen Schichten bedingt, kaum zur Hagel-oder Graupelbildung kommen. Daß aber, zumindest in den höheren Partien Schneefall einsetzt, der dann wie einzelne Beobachter angeben, unter die 0°-Grenze noch bis 2500 m herabfällt und sich hier in Regen verwandelt, kann an Hand der Aufstiegsdaten ohne weiteres verstanden werden. Ebenso auch, daß dieser Regen wegen der Trockenheit der unteren Schichten vielfach nicht zum Boden durchfällt, sondern schon vorher verdampft. Alles dieses hätte, wenn am Tage des Startes aerologische Aufstiege vorgelegen hätten, den Aufstiegen entnommen und als sehr wahrscheinlich prognostiziert werden können. Leider haben aber aerologische Daten vom Sonntag für die Voraussage beim Start nicht vorgelegen, da keine Aufstiege angefordert waren.

Bei der geringen Änderung des vertikalen Aufbaues der Atmosphäre seit dem Vortage, wäre vielleicht schon eine Berücksichtigung der Aufstiege vom Sonnabend aufschlußreich gewesen.

Wie sich die geschilderten aerologischen Verhältnisse im einzelnen auf die Geschicke der Ballone ausgewirkt haben, speziell z.B. für "Deutschland", ist bereits im 2. Abschnitt, insbesondere am Schluß desselben, geschildert worden, so daß es genügen mag, hier noch einmal darauf zu verweisen.

Quellenverzeichnis.

Mit Ballon "Stadt Essen" in der Gordon-Bennet-Wettfahrt, Gen.Anz. der Stadt Wuppertal Nr. 231 vom 1.10.1932.
Ballon "Barmen" im Gordon-Bennet-Rennen. Berg.Märk.Zeitung, Wuppertal 30. 9. 32.
Die Gordon-Bennet-Wettfahrt des Ballons "Zürich" Neue Züricher Zeitung 29. 9. 32.

Meine Luftreise nach Polen ("Stadt Essen") Münstertaler Anzeiger 2. 10. 32.

Die Gordon-Bennet-Fahrt des Ballons "Basel", Baseler Nachrichten 26. 9. 32.

Ein Gespräch mit Demuyter über den Gordon-Bennet-Wettflug, Bad. Nachrichten 279, 3. 10. 32.

Amtlicher Bericht über die Fahrt des Freiballons "Deutschland" beim Gordon-Bennet-Rennen, außerdem weitere briefliche Mitteilungen über "Deutschland", "Gdynia" und sehr ausführlich über "Polonia". Das gesamte Material wurde mir in zuvorkommendster Weise von Herrn Major a.D. Hildebrandt zur Verfügung gestellt.

Zusatz:

Der Landeplatz des Ballons "Gdynia", Bielany, ist ein an der Weichsel gelegener Vorort von Warschau;
der des Ballons "V. de Beauclair", Mycielin, liegt 21km nördlich von Kalisch (Polen).

Nr.16: Dr. E. B o l e y

Bericht über einen Fall von advektivem Einbruch von Strahlungsnebel und Auftreten von Vereisung in Westdeutschland. Mit Abb. 135 und 136.

Am 29. 11.32 morgens um 8 Uhr zog sich ein breiter Hochdruckrücken von den Azoren bis nach Polen, während im Süden über Nordafrika und dem Mittelmeer eine Depression lag, und sich im hohen Norden über Island und in dem von dort aus nach NE führenden Tiefdruckweg ebenfalls zwei Depressionen befanden. Die aerologischen Messungen von diesem Tage zeigen eine schwache Strahlungsinversion von geringer vertikaler Mächtigkeit;darüber ist die Luftmasse nicht ganz einheitlich, da in Hamburg weitere Schichten in etwa 2500 m und 4800 m vorhanden sind, die nicht durch Absinken entstanden sein können, wie die Betrachtung der äquivalentpotentiellen Temperaturen zeigt. Über dem Sauerland,dem Taunus, der Rheinebene und der Eifel liegt dicker Bodennebel, dessen Begrenzung aus den Abbildungen 135 und 136 zu er-

sehen ist. Die nördliche Nebelgrenze führt aus der Gegend von Aachen über Düsseldorf nach Brilon. Während nachts allgemein Windstille geherrscht hatte, setzte im Laufe des Vormittags leichter SE- bis SW-Wind ein, dessen Auftreten nach den wenigen vorhandenen Höhenwindmessungen vorherzusehen war.

Die ganze Lage ist, wie schon Hankow bei der Behandlung der Sichtverhältnisse von West- und Nordwestdeutschland (Erf.Ber.d.Deutschen Flugwetterdienstes VII, 10) dargelegt hat, typisch für die Lage der Flugplätze Köln und Essen. Bei Strahlungsnebel ist das tief und feucht gelegene Köln meist "zu" und das höher und trockener gelegene Essen "offen", während Mischungsnebel, der durch Stau in Essen verstärkt ist, das Gegenteil bewirkt.

Der aufkommende Südwind trieb nun die Nebelmassen vor sich her, wobei diese gegen 9 Uhr Düsseldorf, 10 Uhr Krefeld und gegen 11 Uhr Essen erreichten, so daß auch der Start der Morgenmaschine von Essen nach Düsseldorf um 10 Uhr nicht mehr möglich war. Die Lage des Nebelgebietes um 11 Uhr zeigt die Abbildung 135 bezw. 136.

Die starke Intensität des Nebels in Düsseldorf erklärt sich durch das Herankommen der Luftmassen aus der Gegend Benrath-Neuß. Hier ist -- bedingt durch sumpfiges Gelände und Industrie -- der schlechteste Punkt auf der Strecke Köln - Düsseldorf: Der Fall, daß Köln und Düsseldorf Landemöglichkeit bieten, während hier die Wolken noch aufliegen, und somit bei Vereisungsgefahr ein Durchkommen unmöglich ist, gehört garnicht zu den besonderen Ausnahmefällen. In Krefeld zog der Industriedreck aus der Gegend von Uerdingen heran.

Die Darstellung dieses Falles erschien lohnend und lehrreich, weil sie eindeutig zeigt, wie ein Strahlungsnebel fortgetragen und so ein ausgesprochener Nebeleinbruch hervorgerufen werden kann. Bei Betrachtung der Morgenkarte hätte man zu dem übereilten Schluß kommen können: "Hochdruckwetter mit Strahlungsnebel, der sich gegen

Mittag auflöst, übrige Gebiete einwandfreies Flugwetter". Dagegen mußte man bei genauem Studium der Wetterkarte auf Grund der Höhenwinde, der Mächtigkeit des Nebelgebietes und der Tatsache, daß die Divergenzlinie ziemlich weit südlich lag, zu der Ansicht kommen, daß z.B. in Essen gegen 11 Uhr ein "Einbruch von Strahlungsnebel" erfolgen konnte. Dieser Einbruch war in Essen -- wie noch ergänzend bemerkt werden kann -- so stark, daß die Sicht vorübergehend bis auf etwa 100 m zurückging.

Mit dem Nebel war gleichzeitig starke Vereisung verbunden, wie aus dem folgenden Bericht hervorgeht. Dieser Bericht ist ein schönes Beispiel dafür, wie vorsichtig man bei Nebelstarts von Maschinen im Winter sein muß, da hier in kurzer Zeit sogar die Entlüftung der beiden Benzintanks vereiste !

Bericht über Vereisung während des Rollens am 29.11.32 in Krefeld durch Herrn Flugzeugführer V. Neubrand.

Um 9 Uhr 45 herrschte auf dem Flugplatz noch heiteres Wetter, mit einer Sicht von 15 bis 20 km, am Boden lag Reif. Als ich um 10 Uhr 10 mit der Maschine D 1847 (Messerschmidt 18 D) zum Start rollte, war in der Zwischenzeit Nebel aufgekommen, die Sicht betrug 300 m. Sonne zeitweise matt durchscheinend. Während des Rollens verschlechterte sich die Sicht durch dicke, dunkle aus Südost herankommende Nebelschwaden auf etwa 30 bis 50 m. Nachdem der Rollkreis nicht mehr zu finden war, entschloß ich mich wieder zur Halle zu rollen. Ich rollte äußerst langsam bei einer Tourenzahl von 500 bis 600 etwa 10 Minuten zu Halle, den Platzrand entlang, um den Weg zu finden. Bei der Unterstellung der Maschine in der Halle stellten wir fest, daß das Fahrgestell, die Motorverkleidung und die Fläche auf eine Länge von 4 bis 5 m, sowie der Propeller etwa 2 mm dick vereist waren. Außerdem bildete sich an der Entlüftung der beiden Benzintanks Eis (wodurch schließlich auch die Benzinzufuhr zum Ver-

gaser hätte unterbrochen werden können). Nach etwa 10-15 Minuten Dauer löste sich in der ungeheizten Halle das Eis auf.

Eine Temperaturmessung von Krefeld liegt leider nicht vor, doch geht aus den Messungen von Köln, Essen und Aachen hervor, dass es sich hier um unterkühlten Nebel gehandelt haben muss, bei dem die Eisbildung durch die mechanische Erschütterung beim Auftreffen auf den Flugzeugkörper erfolgte. Wäre die Maschine gestartet, so wäre die Eisbildung, entsprechend dem durch die höhere Tourenzahl herangeführten grösseren Luftquantum, noch schneller und kräftiger erfolgt.