

- 58966- (Zusatz)



Richtlinien für die Ausbildung im Wetterdienst

Heft 1

Beobachtungen auf Flugplätzen

Wiesbaden 1939
der Luftgaumeteorologe XII

Gedruckt auf der Wetterwarte Rhein-Main

△
107
Abteil.

DWD Offenbach / Bibliothek



B23043254

Reichsamt für Wetterdienst
(Luftwaffe)
Agrarmeteorologische Forschungsstelle
Palawy (Gen.-Bauernamt)



Richtlinien für die Ausbildung im Wetterdienst

Heft 1

Beobachtungen auf Flugplätzen

Wiesbaden 1939
der Luftgaumeteorologie XII



Vorbemerkungen.

Die vorgelegten Richtlinien, Heft 1 "Beobachtungen auf Flugplätzen" sind massgebend für die Grundausbildung im Beobachtungsdienst der Angehörigen des Reichswetterdienstes im Bereiche des Luftgaukommandos XII.

Sinngemäss sind aus diesen Richtlinien für die Ausbildung die Vorschriften für den Dienstbetrieb zu entnehmen bis zum Erscheinen einer endgültigen Dienstanweisung. Die vorgeschriebenen Richtlinien finden ihre notwendige Ergänzung durch die folgenden Anweisungen:

- 1.) Wetterschlüssel für Hauptmeldestellen. Herausgegeben vom Reichsluftfahrtministerium, Berlin 1939, Ausgabe I B: angezogen mit der Abkürzung: "W.f.H.I B".
- 2.) Wetterschlüssel für Hilfsmeldestellen, Berlin 1939 Ausgabe I A: angezogen mit der Abkürzung: "W.f.H.I. A".
- 3.) Internationaler Atlas der Wolken und Himmelansichten. Auszug zum Gebrauch für den Beobachter aus der vollständigen Ausgabe Paris 1930.

Wiesbaden, den 25.8.1939.

Der Luftgaumeteorologe XII.

Vorbemerkungen

Inhaltsverzeichnis

I. Arbeitsbereich	1
II. Allgemeine Anweisungen	
A. Aufzeichnung von Beobachtungen	3
Allgemeines	
b) Synoptische Termin-Beobachtungen	
c) Ständiger Beobachtungsdienst	
d) Sonderbeobachtungen	
B. Abgabe von Wettermeldungen	5
III. Beobachtungen und Instrumente	
A. Die Orientierung	6
a) Hilfsmittel zur Orientierung	
aa) Orientierung nach dem Kompass	
bb) Orientierung nach der Karte	
cc) Orientierung nach der Sonne	
dd) Orientierung nach dem Polarstern	
b) Festlegung der Orientierungspailmarken	7
B. Das Wetter	8
a) Wetter (Witterungszustand)	
b) Witterungsverlauf	
c) Erdbodenzustand (Platzzustand)	
C. Gefahrenbeobachtungen	8
D. Die Sicht	
E. Die Bewölkung	10
a) Die Wolkenarten	
b) Die räumliche Anordnung der Wolken	
c) Bestimmung der untersten Wolkengrenze	14
aa) Schätzung	
bb) Messung	
d) Die Wolkenmenge	
e) Zugrichtung und Geschwindigkeit der Wolken	16
Instrumente: aa) Einfachstes Gerät	
bb) Wolkenspiegel	

F. Der Wind	18
a) Allgemeines	
b) Der Bodenwind	
aa) Windrichtung	
bb) Windstärke (Windgeschwindigkeit)	
cc) Die Böigkeit	
c) Der Höhenwind	24
aa) Der Theodolit	
bb) Der Pilotballon	
cc) Die Verfolgung des Pilotballons	
dd) Auswertung nach dem Münchener Verfahren	31
aaa) Auftragen der Flugbahn	
bbb) Ermittlung der Windrichtungen	
ccc) Ausmessung der Windgeschwindigkeit	
ddd) Sonderfälle	
ee) Auswertung nach dem Moltschanoff - Verfahren	33
aaa) Auftragen der Flugbahn	
bbb) Ermittlung der Windrichtungen	
ccc) Ausmessen der Windgeschwindigkeit	
ddd) Sonderfälle	
G. Der Luftdruck	35
a) Das Quecksilberbarometer	
aa) Beschreibung	
bb) Ablesung	
cc) Korrekturen	37
aaa) Temperaturkorrektur	
bbb) Schwerekorrektur	
ccc) Reduktion auf Platzhöhe (qfe)	
ddd) Reduktion auf Normal-Niveau (NN) (qff)	
eee) Masseinheiten	
b) Arbeitsgang für die Bestimmung des auf NN reduzierten Luftdrucks (qii)	
c) Das Aneroidbarometer	39
aa) Das Aneroidbarometer als Zeigeraneroid (qfe-Aneroid)	
bb) Das Aneroidbarometer als Barograph	41
aaa) Aufstellen des Barographen	
bbb) Kontrolle	
ccc) Tendenz	
H. Temperatur und Feuchte	42
a) Die Thermometerhütte	
b) Die Temperatur	
aa) Die Stationsthermometer	
bb) Die Extremthermometer	
aaa) Das Maximumthermometer	
bbb) Das Minimumthermometer	
cc) Kontrolle der Thermometer	
dd) Fehlerquellen bei Thermometern und Psychrometern, Erkennung und Behebung	44
c) Die Feuchte	46
aa) Das Psychrometer	
bb) Die Ausführung der Feuchtigkeitsmessung	
cc) Der Aspirator	
dd) Das Haarhygrometer	49
e) Registrierinstrumente der Temperatur und Feuchtigkeit	
aa) Der Thermograph	50
bb) Der Hygograph	50
I. Der Niederschlag	51
a) Niederschlagsmessung	
b) Erläuterung zu den Formen des Niederschlags	55
c) Der Regenschreiber	56
K. Der Sonnenscheinautograph	57

Anhang

A. Allgemeines über Registrierinstrumente	59
1. Das Hebelwerk	
2. Die Schreibfeder	
3. Die Trommel	
4. Der Schreibstreifen	
5. Die Zeitmarken	
6. Arbeitsgang beim Streifenwechsel	
B. Versand von Instrumenten	64
a) Der Theodolit	
b) Das Quecksilberbarometer	
c) Das Quecksilber-Aneroid	
d) Die Registrierinstrumente (Barograph, Thermograph, Hygrograph und Hygrometer)	
C. Vorschriften über die Behandlung von Wasserstoffgasflaschen für Pilotballone	66
a) Gefahrenquellen	
b) Vorsichtsmassregeln	
c) Druckminderventil	
d) Die einzelnen Handgriffe	
Tabellen	
Umrechnungstafel für Windgeschwindigkeiten	70
Windstärke	71
Aufstiegsgeschwindigkeit von Pilotballonen	72
Bildanhang mit Verzeichnis	73

I. Arbeitsbereich.

An fast allen Dienststellen des Reichswetterdienstes müssen, in der Regel von technischen Kräften, Wetterbeobachtungen angestellt werden. Sie dienen in erster Linie der Flugsicherung und Flugberatung; an bestimmten Dienststellen werden auch Beobachtungen für die europäischen synoptischen Wettermeldungen und zu den klimatologischen Terminen durchgeführt.

Die für den Flugverkehr wichtigsten Wetterelemente sind: die Sicht, die Bewölkung (Höhe der untersten Wolkengrenze, Art, Raumerfüllung, Menge, Zugrichtung), der Wind (Richtung, Stärke, Bögigkeit) am Boden und in der Höhe, der Luftdruck am Beobachtungsort (qfe), der allgemeine Witterungszustand (vor allem das Verhalten der Hydrometeore Regen, Schnee, Hagel) und der Witterungsverlauf; bei besonderen Wetterlagen Temperatur und Feuchte.

Bei den synoptischen Wetterbeobachtungen kommen dazu: der Luftdruck in Meereshöhe (qff), Höchst- und Tiefstwerte der Temperatur, die Menge des gefallenen Niederschlages, der Zustand des Erdbodens, die Schneehöhe; bei den klimatologischen Beobachtungen ausserdem Sonnenscheindauer und Strahlung.

Die auf Grund dieser Beobachtungen abgegebenen Wettermeldungen lassen den Wetterzustand am Beobachtungsort erkennen und machen im Zusammenhang mit gleichzeitigen Meldungen anderer Beobachtungsorte eine Beurteilung der allgemeinen Wetterlage und des Flugwetters möglich.

X Regelmässige Wettermeldungen sind abzusetzen: a) zu den europäischen und mitteleuropäischen synoptischen Terminen (02, 05, 08, 11, 14, 17, 19, 21, 23 Uhr), b) für die synoptischen Flugwettermeldungen nach den gültigen Bestimmungen, c) auf Anforderung für besondere Zwecke.

Nicht regelmässige Wettermeldungen müssen abgegeben werden: a) Auf Anforderung: an Luftfahrzeuge im Fluge, besonders vor der Landung am Beobachtungsort, an Wetterwarten für Beratungen und Auskünfte, b) ohne Anforderung: Bei Auftreten von Wettergefahren für Flugzeuge, Flugplätze und für die Öffentlichkeit, so bei Einbruch von Nebel, bei Sturm, Gewitter, Starkregen (Gefahrenmeldungen).

Besonders an grösseren Wetterwarten sind Wettermeldungen von anderen Wetterwarten und von nicht mit Fachkräften besetzten Beobachtungsstellen einzuholen, die auf ihre Richtigkeit und Vollständigkeit geprüft werden müssen.

Die Beobachtungstätigkeit an den Dienststellen des Reichswetterdienstes ist umfangreich und vielgestaltig. Ihre richtige und gewissenhafte Durchführung setzt ein grosses Mass von Kenntnissen, Übung und Erfahrung voraus und erfordert Pünktlichkeit, Genauigkeit, Umsicht, Entschlußkraft und rasches, gewandtes Arbeiten.

Die wesentlichste Grundlage aller Wetterbeobachtungen aber ist eine niemals aussetzende auf den Wetterverlauf gerichtete Aufmerksamkeit, der kein Wettervorgang entgeht.

Der gesamte beratende Wetterdienst beruht auf Wettermeldungen und damit auf Wetterbeobachtungen. Eine falsche, unvollständige, verspätete oder unterlassene Wettermeldung kann daher vor allem bei der Flugberatung die Zerstörung von Menschenleben und Material zur Folge haben. Die Beobachtungstätigkeit ist somit einer der wichtigsten Zweige des Wetterdienstes; auf den damit betrauten Kräften ruht eine schwere Verantwortung.

II. Allgemeine Anweisungen.

A. Aufzeichnung von Beobachtungen.

a) Allgemeines.

Die Aufzeichnung von Beobachtungen hat möglichst vollständig zu sein. Es ist also nicht angängig, etwa bei Nebel nur das Nebenzeichen ohne irgendeine Stärkeangabe zu setzen und dergl. mehr. Zum mindesten müssen alle in den Vordrucken vorgesehenen Eintragungsstellen ausgefüllt werden. Die Vordrucke sind ein **M i n d e s t m a s s** für die Aufzeichnungen. Auf die im Vordruck nicht vorgesehenen Wettererscheinungen ist ein besonderes Augenmerk zu richten; sie sind daher gleichfalls sorgfältig niederzuschreiben. Jede Aufzeichnung muss eindeutig sein und eine genaue Zeitangabe enthalten.

Das Beobachtungstagebuch hat Urkundeneigenschaft und ist dementsprechend sorgfältig zu führen und zu behandeln. Nachträgliche Korrekturen sind aus diesem Grunde als solche ausdrücklich zu kennzeichnen.

Beobachtungen sind nur mit Bleistift einzutragen, da das Buch während der Anstellung von Beobachtungen nie vollkommen vor Witterungseinflüssen geschützt werden kann.

Beobachtungen, auch die an der Hütte gemachten, aus dem Gedächtnis nachzutragen, ist unter keinen Umständen zulässig.

b) Synoptische Termin-Beobachtungen.

Tagebuch: Die für eine synoptische Terminmeldung nötigen Beobachtungen werden im Tagebuch (Reichsamt für Wetterdienst RfW F b 1 und 2) niedergeschrieben. Hierbei wird zuerst der auf der linken Seite vorgesehene Raum ausgefüllt, wobei alle einzelnen Teilbeobachtungen vollständig einzutragen sind:

- 1.) Luftdruck: Temperatur am Barometer, abgelesener Quecksilberstand, Korrekturen, Reduktion auf Meereshöhe oder sonst vorgeschriebene Höhe, Umrechnung von mm Quecksilbersäule in mbar.
- 2.) Temperatur: Abgelesener Wert, Korrektur (für trockenes und feuchtes Thermometer).
- 3.) Feuchte: Dampfdruck e (mm Q.s.), relative Feuchte nach der Psychrometertafel und Hygrometerwert.
- 4.) Wolkenangaben.
- 5.) Sicht
- 6.) Wetter

Diese Beobachtungen sind mit der gleichen Sorgfalt, mit der sie gemacht werden, deutlich leserlich (!!) niederzuschreiben.

Der Beobachter muss sich darüber im klaren sein, dass seine Aufzeichnungen, ganz abgesehen von späteren wissenschaftlichen Bearbeitungen, oftmals die Grundlage für gerichtliche Entscheidungen abgeben (z.B. bei Verkehrsunfällen: Nebelbeobachtungen, Aufzeichnungen über Sicht, Glatteis usf.). Die eingetragenen Beobachtungen werden nach dem jeweils gültigen Wetterschlüssel verschlüsselt (siehe W.f.H.I B).

c) Ständiger Beobachtungsdienst.

Der Zweck einer Wetterdienststelle ist nicht mit der Abgabe gelegentlicher oder regelmässiger Wettermeldungen erschöpft. Das Wetter muss vielmehr in seinem Gesamtverlauf fortwährend beobachtet werden. Die entsprechenden Eintragungen finden gleichfalls auf der vorgeschriebenen Stelle des Beobachtungstagebuches Platz. Sie müssen ein vollständiges Bild des Wetterablaufes geben. Hierher gehören z.B. Angaben über Einsatz, Stärkeänderung und Beendigung von Regen, Schneefall, Nebel, sowie solche über Wolkenformen, Wind, optische Erscheinungen, Strassenbeschaffenheit usf. Die Eintragungen kann kurz gehalten sein, doch muss sie alles Wesentliche enthalten (Zeit, Richtung usw.).

Beispiele:

- 1.) 09.30: rascher Aufzug von Ac-Bänken aus NNW.
10.00: 9/10 bedeckt.
- 2.) 20.32: im SW bis 21.15.
- 3.) 04.20: Bodennebel im NE 2m hoch.
04.45: Sichtminderung, nach NE 2km, nach S 4km.
04.55: Sicht 700m, Baumgruppe im NW nicht mehr sichtbar (langsame Einnebelung).
05.05: Schlechteste Sicht 600m (Randbeleuchtung im NW).
05.15: Zenith erkennbar. Rasche Sichtbesserung.
05.30: Sicht 2500m, dunstig, wolkenlos.
- 4.) 08.30: , 09.10 bis 09.45.

d) Sonderbeobachtungen.

Für besondere Wettererscheinungen werden eigene Formblätter angelegt:

- | | |
|--|-----------------|
| 1.) Nebel | 2.) Schneedecke |
| 3.) Gewitter | 4.) Sturm |
| 5.) Strassen- bzw. Erdbodenbeschaffenheit (Sammlung von Berichten bei besonderen Anlässen wie Glatteis, Überschwemmung). | |

Diese Blätter sind eine Ergänzung des Beobachtungstagebuchs, also ebenfalls Urkunden und müssen daher sorgfältig ausgefüllt sowie ordentlich aufbewahrt werden. Im Beobachtungstagebuch ist jeweils auf die Anlage eines solchen Formblattes hinzuweisen. Die betreffende Wettererscheinung kann dann im Tagebuch stark gekürzt vermerkt werden. z.B.

04.30 bis 06.15; vergl. Nebelbogen Nr. 26.

B. Abgabe von Wettermeldungen.

Für planmässige Meldungen sind pünktlich zum festgesetzten Zeitpunkt die notwendigen Beobachtungen anzustellen. Gegebenenfalls tritt zur planmässigen Meldungsform ein Zusatz (vergl. W.f.H. I B).

Von der Möglichkeit, die planmässigen Wettermeldungen durch Zusätze zu ergänzen, ist stets Gebrauch zu machen, wenn eine solche Ergänzung notwendig erscheint. Für die Abgabe von Gefahren- und Sondermeldungen wird auf die Bestimmungen im W.f.H. I B (Gefahren- und Sondermeldungen) verwiesen. Es darf aber nie versäumt werden, dass bei einer Wetterbesserung diese den gleichen Stellen mitgeteilt wird, die vorher eine Gefahrenmeldung erhalten hatten.

Alle Einzelheiten regelt der W.f.H. I B.

III A. Die Orientierung.

a) Hilfsmittel zur Orientierung.

aa) Orientierung nach dem Kompass. (s. Bild 1)

Man setzt den Kompass auf irgend eine erhöhte feste Fläche (Tisch, Stativ) (Eisenteile aus der Nähe entfernen) und dreht ihn so lange, bis die zum Nordpol weisende Spitze auf 0° (360° Teilg. vorausgesetzt) zeigt. Nun lässt man sich die sogenannte Missweisung angeben und dreht den ganzen Kompass vorsichtig im Uhrzeigersinn, bis die Nadelspitze um die angegebene Gradzahl der Missweisung vom 0-Punkt abweicht. (Die nach N weisende Spitze liegt jetzt links vom Teilungsnullpunkt). Beim gewöhnlichen (Marsch-) Kompass ist der Missweisungspunkt, über dem die nach N weisende Spitze der Magnetnadel zu liegen kommt, bereits markiert, was aber wegen der jährlichen und örtlichen Änderung der Missweisung etwas ungenau, für die meisten Zwecke aber hinreichend ist. Blickt man bei dem so eingestellten Kompass durch die Visiereinrichtung (Kimme und Korn), bei den primitiveren entlang der entsprechenden Kante, so blickt man genau nach Norden, wobei man einen in dieser Richtung liegenden Punkt als Nordpunkt für den augenblicklich eingenommenen Standpunkt (Aufstellungsort des Windfahnenmastes oder dergl. mehr) fixiert; falls nicht gerade ein solcher in der Umgegend vorhanden, muss man sich einen in möglichst weitem Abstand befindlich markanten Punkt, an dem man im Bedarfsfall einen Pfahl oder dergl. anbringt, verschaffen.

bb) Die Orientierung nach der Karte.

Man heftet die Karte, am besten ein Messtischblatt, auf einen Tisch oder ein Reißbrett, sucht den eigenen Standort möglichst genau auf, zieht durch ihn mit einem spitzen Bleistift die Parallele zur benachbarten Nord-Südlinie und fixiert ihn dann, indem man ihn am besten mit einer Nähnadel (möglichst genau senkrecht) bezeichnet, sucht sich einen entfernten markanten Punkt, Berg, Turm, Fabrikschornstein, einzelstehender Baum) und markiert diesen entsprechenden Punkt auf der Karte mit einer 2. Stecknadel. Jetzt dreht man den Tisch oder das Reißbrett vorsichtig so lange, bis die drei Punkte, 1. Nadel, 2. Nadel und markanter Punkt im Gelände, in eine Linie fallen. Nun setzt man eine 3. Nadel auf die eben gezogene gerade Linie auf (in günstiger Entfernung, etwa 30 cm). Fixiert man jetzt von der ersten zur dritten Nadel, so blickt man genau in die Nordrichtung, die man wie oben markiert.

cc) Orientierung nach der Sonne.

Man erfragt (ggf. Berechnung durch Meteorologen), zu welcher Mitteleuropäischen Uhrzeit für den betr. Tag und Ort die Sonne genau im Süden steht, stellt seine Uhr (Nauener Zeitzeichen) und beobachtet genau um diese Zeit den Stand der Sonne. Markierung durch zwei

Stäbe, deren einen man zum genauen Zeitpunkt auf die Schattenlinie des anderen stellt. Der erste der beiden Stäbe ist möglichst hoch zu wählen, kann auch durch eine Hausecke oder dergl. dargestellt werden. Blickt man in der Verbindungslinie der beiden Stäbe, so hat man genau die Süd- bzw. bei Wechsel die Nordrichtung.

Noch besser ist die Einstellung des vorher justierten Theodoliten zum genauen Zeitpunkt auf die Sonne (Fadenkreuz in Sonnenmitte). Damit liegt die Fernrohrachse genau in der Nord-Süd-Richtung. Verstellt man jetzt den Höhenkreis (nicht am Horizontalkreis schrauben), so kann man nunmehr den Süd-Punkt im Gelände festlegen, anschliessend durch Drehen des Horizontalkreises um 180° (bei manchen Instrumenten nach Umklappen des Fernrohres) den Nord-Punkt. Hierbei muss mit Dunkelgläsern abgeblendet werden, da sonst die Augen äusserst gefährdet sind!

dd) Orientierung nach dem Polarstern.

Ähnlich wie bei cc) erfolgt die Orientierung nach dem Polarstern. Man findet ihn am besten, wenn man sich die beiden äussersten Sterne des Grossen Bären (Grossen Himmelwagens) miteinander verbunden und diese Verbindungslinie etwa 5 mal verlängert denkt. Der Polarstern ändert seine Stellung nicht. Er steht jederzeit fast genau in der Süd-Nordrichtung. Man kann hier 2 längere Stäbe benutzen, die beiden setzt man so ein, dass sie gleichzeitig den Polarstern verdecken. Die Pfähle stehen dann in genauer Nord-Südrichtung oder man nimmt den Theodoliten und verfährt genau wie bei cc).

b) Festlegung der Orientierungs-Peilmarken.

5

Hat man einmal die NS-Richtung festgelegt, so kann man mittels des Theodoliten die Lage aller markanten Punkte festlegen. Einfacher ist es aber, sie, soweit auf der Karte (möglichst Messtischblatt) vorhanden, ihrer Richtung vom Beobachtungsort nach auf der Karte zu bestimmen. Man legt durch den Beobachtungsstandpunkt eine Nord-Südlinie (d. i. die Parallele zur benachbarten Meridianlinie) und verbindet dann alle bemerkenswerten sichtbaren Punkte auf der Karte mit dem Beobachtungsort und misst mit einem gewöhnlichen Winkelmesser den Winkel zwischen NS-Linie und gezeichneter Verbindungsgerade.

Die Ostrichtung entspricht 90° , S-Richtung 180° , W-Richtung 270° , N-Richtung 0° oder 360° .

Notwendig ist, einen in grösserer Nähe (300-600 m) befindlichen dem Richtungswinkel nach genau bekannten Bezugspunkt (Ecke einer Flugzeughalle,) festzulegen, um bei Messungen mit dem Theodoliten auch bei verminderter Sicht das Instrument messbereit zu machen.

Es wird unterschieden zwischen a): Dem zur Zeit der Beobachtung herrschenden Wetter (Witterungszustand) und b): Dem Witterungsverlauf seit der letzten Beobachtung oder seit einer bestimmten Stunde, was jeweils vorgeschrieben wird (siehe W.f.H. I B).

a) Wetter (Witterungszustand).

Die notwendigen Einzelheiten der Beobachtung ergeben sich nach dem jeweils gültigen Schlüssel, der sorgfältig durchzulesen und zu beachten ist. Ist der Beobachter im Zweifel, welche Schlüsselzahl er zu wählen hat, so fordert er Auskunft und gibt vorläufig Klartext.

b) Witterungsverlauf.

Der Verlauf der Witterung ist dauernd zu verfolgen und in das Beobachtungstagebuch einzutragen. Da die gewissenhafte Verfolgung des Witterungsverlaufes angestrebte Beobachtertätigkeit verlangt, hat grundsätzlich der Beobachter, vor allem bei schwierigen Wetterlagen (Gefahren!), keine weitere Arbeit zu übernehmen. Dies entbindet jedoch die übrigen Angestellten einer Wetterdienststelle nicht von der Verpflichtung, den Beobachter auf Gefahrenmomente, die ihnen besonders aufgefallen sind, aufmerksam zu machen. Besonders auffallende Erscheinungen, wie z.B. plötzliche Nebelbildung, Aufziehen von tiefen Wolken, Böen und Gewittern, sind in das Beobachtungsbuch zu den entsprechenden Zeiten einzutragen und sofort zu melden (siehe W.f.H. I B).

c) Erdbodenzustand (Platzzustand).

Der Zustand des Flugplatzes wird ebenfalls angegeben, soweit er durch Wettereinflüsse bestimmt ist: trocken, feucht (durch Tau oder Regen), überschwemmt (nach langem Regen oder nach Böenregen oder Platzregen oder wolkenbruchartigem Regen) mit schmelzendem Schnee bedeckt (Angabe, ob darunter gefroren oder nicht). Diese Angaben werden nach dem jeweils gültigen Schlüssel verschlüsselt (siehe W.f.H. I B). Die Höhe einer Schneedecke muss mit einem Zentimeterstabe an verschiedenen Stellen des Flugplatzes gemessen werden, wobei man sich überzeugen muss, ob tiefere Schneewehen vorhanden sind. Deren Tiefe, Lage und Ausdehnung ist auszumessen und als Gefahrenmeldung abzugeben, wenn die Wehen nicht sofort durch Abschaukeln beseitigt werden können. - Ferner verfolgt und notiert man von Tag zu Tag den Zustand der Schneedecke: Pulverschnee oder verharscht und Neuschnee nach Zeit des Schneefalls und Höhe der Schneedecke (Neuschneedecke).

C. Gefahrenbeobachtungen.

Die Beobachtungen von Gefahrenmomenten sind mit ganz besonderer Gewissenhaftigkeit anzustellen. In vielen Fällen genügt dabei eine Schätzung der meteorologischen Elemente nicht mehr; sie muss, soweit es sich irgendwie ermöglichen lässt, durch genaue Messungen ergänzt werden. Dies gilt vor

allen für die Bestimmung der tiefsten Wolken sowohl bei Tag als auch besonders bei Nacht (siehe Abschnitt E: Bewölkung). Für sämtliche Schätzungen sind alle nur möglichen Anhaltspunkte heranzuziehen, um die Angaben einer exakten Messung nahe zu bringen. Diese Anhaltspunkte ergeben sich im einzelnen aus der Lage des Beobachtungsortes und seiner Umgebung. Auch muss sich die Beobachtung nach allen Himmelsrichtungen erstrecken, da hieraus oft die Richtung des Weiterwanderns der Gefahr und die Zuggeschwindigkeit erkannt werden können, so bei Gewittern oder Hagelschlägen, deren Zugrichtung unbedingt zu ermitteln ist. Um aber eine Gefahr rechtzeitig erkennen zu können, muss der Witterungsverlauf fortgesetzt beobachtet werden (siehe Abschnitt B: Wetter).

X Die Beobachtungen sind genauestens ins Beobachtungsbuch einzutragen mit Angabe der Uhrzeit, zu der sie gemacht wurden. Sowohl die Zeit des Beginns und des Endes einer Gefahr muss dort vermerkt werden. Vielfach werden für Aufzeichnungen von Gefahren und deren Dauer gesonderte Bogen geführt, z.B. Nebelbogen, Gewitterbogen usw. (siehe II A) Die Zeit, zu der eine Gefahrenmeldung abzugeben ist, sowie die Abfassung dieser Meldung legt der Schlüssel fest (siehe W.f.H. I B). Es sei noch besonders darauf verwiesen, dass nach beendeter Gefahr eine Besserungsmeldung zu geben ist (W.f.H. I B). Die auf Grund des Schlüssels abgegebenen Meldungen dienen zur Warnung anderer Flugplätze. Aber auch die zuständigen Stellen des eigenen Platzes (Flugleitung, Peiler, Luftaufsicht) sind zu warnen. Gerade für sie kommt es darauf an, rechtzeitig benachrichtigt zu werden, um für den Eintritt der gemeldeten Gefahr Vorkehrungen für die Sicherheit von Maschinen in der Luft oder solchen am Boden zu treffen: Maschinen im Bereich des Peilbezirkes warnen, ggf. an den Heimathafen zurückbeordern, Flugzeuge vom Start zurückhalten, im Freien stehende Flugzeuge verankern. Aus diesen Gründen sind die oben erwähnten Stellen rechtzeitig schon vor Eintritt der Gefahr zu warnen. Bestehen direkte telefonische Verbindungen zu anderen Beobachtungsstellen, so sind auch diese sofort zu warnen (Sturmwarnung!).

D. Die Sicht.

8

Die Angabe über die Sicht bildet die Grundlage einer jeden Flugwetterberatung. Die Sicht wird bestimmt aus der Sichtbarkeit fester, im Gelände deutlich hervorstechender Sichtmarken, wie Schornsteine, Baumgruppen, Kirchtürme, Häuser und Bergkuppen. Auf einer Karte (für die nähere Umgebung Messtischblatt 1 : 25 000 für die weitere Umgebung Einheitskarte 1 : 100 000) werden die Sichtmarken deutlich eingezeichnet und ihre Entfernung vom Beobachtungspunkt ausgemessen. Bei der Festlegung der Sichtmarken hat man darauf zu achten, dass die Entfernung der einzelnen Sichtmarken untereinander in sinngemässer Weise gestaffelt ist. Um bei Nebel dessen Dichte genauer angeben zu können, werden auch in geringen Entfernungen von 50 - 200 m Sichtmarken festgelegt, deren Abstand unmittelbar auszumessen ist (mit Bandmass). Dann werden auf den Karten um den Beobachtungspunkt Kreise geschlagen, deren Halbmesser den Sichtziffern des Wetterschlüssels entsprechen: 50 m, 200 m, 500 m, 1 km, 2 km, 4 km, 10 km, 20 km und 50 km. Die diesen

Entfernungen entsprechenden "Sichtziffern" (die nur bei verschlüsselten Beobachtungen anzuwenden sind) ergeben sich aus den besonderen Anweisungen, wie sie im Schlüssel des Flugwetterdienstes enthalten sind (W.f.H. I B).

Gewöhnlich ist die Sicht nach den einzelnen Himmelsrichtungen verschieden. Daher genügt nicht eine Beobachtung der Sicht etwa nur nach Osten. Um Schätzungen nach den verschiedenen Himmelsrichtungen zu erleichtern, legt man zweckmässig Sichtmarken gleicher Entfernung (etwa 5 km, 10 km und so fort) auch in verschiedenen Richtungen fest (siehe Bild 2). Es ist stets die schlechteste Sicht anzugeben. Liegt die Beobachtungsstation auf einer Höhe, so sollen auch die Sichtmarken möglichst in gleicher Höhe liegen. Beobachtungen nach der Niederung zu, sind in solchen Fällen stets zusätzlich anzustellen. Das Gleiche gilt für Stationen in der Nähe von Bergen. Dabei ist sorgfältig zu unterscheiden, ob der Berg wegen des in der Platzumgebung herrschenden Dunstes oder Nebels nicht gesehen werden kann, oder ob sein Gipfel in Wolken eingehüllt ist, unter denen die Sichtverhältnisse gut sein können. Nachts dienen helle Lächer von Bahnhöfen, Lichtreklamen, Gasthäusern auf Bergen oder die Scheinwerfer der Nachtflugstrecken, deren Entfernungen ebenfalls festzulegen sind, als Sichtmarken.

Die Verschlüsselung der angestellten Beobachtungen erfolgt nach dem jeweils gültigen Schlüssel (W.f.H. I B). Auch über Gefahrenmeldungen bei schlechter Sicht oder Sichtsondermeldungen sowie über Besserungsmeldungen ist dort nachzulesen. Vielerorts werden Abmachungen getroffen, über ständige zusätzliche klare Textmeldungen. Hierüber entscheidet die zuständige Meldezentrale.

Bei allen Sichtbeobachtungen ist es wichtig, fortlaufend die Änderung der Sicht zu verfolgen. Es genügt nicht, nur zu den jeweils vorgeschriebenen Terminen Beobachtungen anzustellen, da in der Zwischenzeit unter Umständen eine wesentliche Verschlechterung eintreten kann, welche die Abgabe einer Gefahrenmeldung (W.f.H. I B) notwendig macht.

9

E. Die Bewölkung.

Die Wolkenbeobachtungen umfassen:

- a) die Wolkenarten,
- b) die räumliche Anordnung der Wolken,
- c) die Wolkenuntergrenze,
- d) die Wolkenmenge,
- e) die Zugrichtung und die Geschwindigkeit der Wolken.

Um Wolkenbeobachtungen anzustellen, ist man gezwungen, sich auf einen möglichst freien Platz zu begeben, da der Horizont nicht durch höher gelegene Hindernisse (nahe Bäume, Häusergruppen) verdeckt sein darf. Von einem Turm aus sind daher die Bedingungen für eine genaue, umfassende Wolkenbeobachtung am günstigsten. Im bergigen Gelände dagegen wirkt immer die Einengung des Horizontes durch Erhebungen störend.

Bei Wolkenbeobachtungen im prallen Sonnenschein soll eine Schutzbrille getragen werden, die zudem die Wolkenformen besser erkennen lässt. Die gewöhnlich gelbgrünen Schneebrillen sind durchaus geeignet; besser sind graue Gläser, etwa die Zeiss-Umbralgläser mit genau festgelegtem Verdunklungsgrad.

Photographische Abbildungen der einzelnen Wolkenformen gibt der Internationale Atlas der Wolken- und Himmelsansichten, Auszug zum Gebrauch für den Beobachter aus der vollständigen Ausgabe.

aa) Cirrus (Ci).

Vereinzelte zarte Wolken von faserigem Gewebe, in Form von Federn, weiss. Die Cirren erscheinen in den verschiedensten Formen, bald als vereinzelte Büschel, bald als Fäden, die sich strichförmig am blauen Himmel hinziehen oder sich federförmig verzweigen oder umbiegen und in Büscheln endigen.

bb) Cirrostratus (Cs).

Feiner weisslicher Schleier, der sich bald vollständig ausbreitet und dem Himmel ein weissliches Aussehen gibt. Er zeigt bald mehr oder minder deutlich die Struktur eines verworrenen Filzes. Der Schleier gibt häufig Anlass zur Bildung von weisslichen oder schwach farbigen Ringen um Sonne und Mond, sowie von Lichtsäulen und Nebensonnen. Er lässt die Sonne noch stark durchscheinen, sodass das ungeschützte Auge kaum in die schwach verschleierte Sonne zu schauen vermag. Ebenso ist der Ring oft nur bei abgeblendeter Sonne zu erkennen.

cc) Cirrocumulus (Cc), Schäfchenwolken.

Sehr kleine, flockenförmige Wolken, zusammengeballt in Massen, meistens angeordnet in Gruppen oder Reihen, weiss, schattenlos.

dd) Altocumulus (Ac), grobe Schäfchenwolken.

Dickere Ballen, wie grosse Wattetupfen, weiss oder blassgrau, mit schattigen Teilan, in Gruppen oder Reihen angeordnet und oft so zusammengedrängt, dass ihre meist scharfen Ränder sich berühren. Die einzelnen Ballen sind im allgemeinen in der Mitte der Gruppe dicker und massiger und nähern sich dort dem Aussehen des Stratocumulus. Ihre Dicke wechselt jedoch sehr, und ist manchmal so gering, dass die Wolke die Form blattdünnere bläulich durchschimmernder Teller von ziemlich grosser Ausdehnung und ohne schattigen Teile hat. Am Rande der Gruppe bilden sich gewöhnlich feinere Flocken, die sich im Aussehen dem Cirrocumulus nähern. Oftmals erscheinen sie nach einer oder zwei Richtungen hin reihenförmig angeordnet.

ee) Altostratus (As).

Dichter Schleier von grauer oder blaugrauer Farbe, der bald von einer kompakten, blaugrauen Masse faseriger Struktur gebildet wird, bald geringe Mächtigkeit besitzt und einem dichten Cirrostratus gleicht. Von diesem unterscheidet er sich aber vor allem dadurch, dass in ihm keine Sonnen- oder Mondringe auftreten, sondern nur Höfe, die häufig noch besonders klein sind. Die Sonne und der Mond erscheinen dann nur in trübem Licht, wie durch mattes Glas, sodass das ungeschützte Auge lange Zeit den Sonnenfleck betrachten kann. Diese Wolkenform zeigt alle Übergänge zum Cirrostratus.

ff) Stratocumulus (Sc).

Dickere und grössere Ballen als beim Altocumulus, oder dunkle Wolkenwülste, die häufig den ganzen Himmel bedecken. Im allgemeinen hat der Stratocumulus das Aussehen einer grauen Masse, die bei geschlossener Decke von abwechselnd hellerer und dunklerer Farbe ist und zuweilen an den helleren Stellen das Blau des Himmels durchscheinen lässt, auch vielfach in Wülste oder in unregelmässige Stücke zerteilt ist. Die Ränder dieser Felder werden oft von kleineren Ballen gebildet und nehmen bisweilen die Form von groben Schäfchenwolken an, sodass sie dem Altocumulus ähneln. Der Stratocumulus unterscheidet sich vom Nimbus durch das ballen- oder walzenförmige Aussehen und auch dadurch, dass kein Niederschlag fällt.

gg) Nimbus (Ns), Regenwolken.

Eine dichte Schicht dunkler, formloser Wolken mit zerfetzten Rändern, aus der im allgemeinen auch Regen oder Schnee fällt. In den Lücken, die diese Wolken zeigen können, bemerkt man fast immer über ihnen eine Schicht Cirrostratus oder Altostratus. Der Nimbus ist oft in mehreren Schichten angeordnet; unter dem dichten Nimbusgewölk sieht man dann sehr niedrige, kleine Fetzen dahineilen, die als Fractonimbus (Fns) bezeichnet werden.

hh) Cumulus (Cu), Haufenwolken.

Grösse sehr verschieden. Die kleinen sind eine Begleiterscheinung schöner Sommertage wo sie sich in den späten Vormittagsstunden entwickeln, dann scheinbar unbeweglich schweben und sich gegen Abend wieder vollkommen auflösen (Schönwettercumulus).

Die grösseren haben die Form einer Kuppel mit herausquellenden traubenförmigen Ansätzen, während die Grundflächen eben sind. Die von der Sonne beschienenen Seitenflächen erscheinen blendend weiss, die Grundfläche dunkel. Befindet sich die Wolke dagegen vor der Sonne, so erscheint sie dunkel mit heller Umrandung. Man beobachtet zuweilen auch Cumuluswolken, die durch Wind zerrissen sind und deren Teile dann fortwährende Veränderungen erleiden. Sie sind im Gegensatz zu den übrigen Cumuli nicht scharf begrenzt. Man bezeichnet sie mit dem Namen Fraktocumulus (Fcu).

ii) Cumulonimbus (Cb), Gewitterwolken, Platzregenwolken, Böenwolken.

Gewaltige Wolkenmassen, die sich in Form von mächtigen Kuppeln erheben, oder zu hohen Türmen oder Ambossen emporschiessen. Der Gipfel der kompakten Cumulusform ist im allgemeinen ausfasernd zu einem Schleier oder Schirm von cirrusartigem Gewebe. Er ist unten von nimbusartigen Wolkenmassen begleitet. Aus der unteren Schicht gehen gewöhnlich lokale Regen- oder Schneeschauer, zuweilen auch Hagel- oder Graupelschauer nieder.

Die Front bei ausgedehnten Böenwolken zeigt sich dann in der Form eines grossen, stark dunklen Bogens (Böenkragen), der sich über einen Teil des gleichmässig helleren Himmels ausbreitet. Beim Vorübergang ist starke Abschwächung des Tageslichtes zu bemerken.

kk) Stratus (St), Hochnebeldecke.

Gleichförmige nebelgraue Wolkenschicht, die jedoch nicht auf

dem Erdboden aufliegt. Besonders häufig im Herbst und Winter, weniger im Frühjahr, selten im Sommer. Im Winter oft mehrere Tage anhaltend. Er bildet sich besonders frühmorgens nach klaren Nächten und reisst tagsüber vielfach zu unregelmässigen Fetzen auf, die den Namen Fractostratus (Fst) führen. Der Fractostratus zeigt im Sommer oft alle Übergänge zum Cumulus oder Fractocumulus.

Eine genaue Kenntnis der Wolkenarten und ihrer mannigfachen Übergangsformen kann nur in jahrelanger meteorologischer Beobachtungstätigkeit erworben werden. Der Beobachter lerne zuerst die hier gekennzeichneten Grundformen sicher erkennen, woran sich ein vertieftes Studium der Wolken nach dem Internationalen Wolkenatlas anschliesst.

Besonders schwierig, aber in den meisten Fällen durchaus möglich ist die Feststellung der Wolkenarten bei Nacht.

Aus obiger Beschreibung ergeben sich folgende Hauptarten der Wolkenformen:

Stratusform (Schichtwolken),
Cumulusform (Haufenwolken),
Wogenform (Übergang von Stratus zu Cumulus).

Zu den besonders markanten Schichtwolken gehören:

Ci, Cs, As, hohe und tiefe Ns, Fns, St und Fst.

Zu den Haufenwolken gehören:

Cu, Cb.

Übergangsformen von Stratus zu Cumulus sind:

Cc, Ac, Sc, Fcu,

wobei diese Wolken in einer mehr oder weniger einheitlichen Schicht angeordnet sind, deren vertikale Mächtigkeit sehr klein ist gegenüber ihrer horizontalen Erstreckung.

b) Die räumliche Anordnung der Wolken.

Es ist nicht nur wichtig festzustellen, ob es sich um Schicht- oder Haufenwolken handelt, sondern es muss auch beobachtet werden, ob die Wolken ein und derselben Schicht angehören oder nicht und wieviele verschiedene Schichten (Wolkenetagen) sichtbar sind. Das Auge vermag dies bei längerer Beobachtung gut zu unterscheiden, besonders welche Schicht höher, welche tiefer ist. Manchmal kann man eine Wolkenform, wenn sie geschlossen und fast einförmig ist, nicht mit Sicherheit in das angegebene Schema einordnen. Fast immer aber lässt sich dies durch wiederholte Betrachtung und Verfolgung der Entwicklung der Wolken dann nachträglich festlegen. Die Beobachtung der verschiedenen Wolken lehrt, dass man zwischen Eintrübungs- und Aufklärungswolken zu unterscheiden hat.

Jedes Stadium der Entwicklung einer bestimmten Wetterlage ist durch gewisse Wolkenarten ausgezeichnet. Beim Übergang vom guten zum schlechten Wetter (Eintrübung) beobachtet man normaler Weise zuerst die höheren Wolken, worauf sich immer tiefere Schichten bilden; so findet also ein langsamer Übergang von Ci zu Cs statt, oftmals treten auch Cc und Ac auf, dann folgen As und hohe Ns und schliesslich tiefe Ns-Schichten. Gleichzeitig mit dem Auftreten der tiefen Wolken findet gewöhnlich eine Sichtverschlechterung statt.

Beim Aufklaren reissen die Ns auf und gehen häufig in Fcu über, die sich oft weiter auflösen. Vielfach treten beim sogenannten Rückseitenwetter, das sich durch gutsichtige Luft

auszeichnen, grössere Cu und Cb häufig in geschlossener Böenfront (Wolkenstrich oder Böenkragen) auf, wobei dann Schauernieder- schläge fallen, die bei weiterem Aufklaren verschwinden.

Die Einteilung der Wolken nach den Höhenschichten, worin sie vorzugsweise auftreten, geschieht in folgender Weise:

1. Tiefe Wolken:

Nebel und Hochnebel, St, Fst, Ns, Fns, Cu, Fcu, Cb, Sc (unter 2 500 m).

Hierbei ist zu bemerken, dass die Cu, deren untere Grenze eben so tief liegt (1500 - 2500 m) und die daher zu den tiefen Wolken gerechnet werden müssen, oft mehrere 1000 m hinauf- reichen; die Cb erreichen nicht selten bei Gewittern und Böen die Höhe von 8 000 m.

2. Mittlere Wolken:

Ac, As, mittlere Höhe 4 000 m.

3. Hohe Wolken:

Cc (6 500 m), Cs (8000-9000 m), Ci (9000-10000 m).

c) Bestimmung der untersten Wolkengrenze.

Die Kenntnis der unteren Grenze der tiefsten Wolken ist für den Luftverkehr grundsätzlich wichtig, da sich hiernach das Urteil über die Befliegbarkeit einer Strecke mit Maschinen ohne Blindflugerlaubnis wesentlich richtet. Zudem ist für die Durch- führung eines Fluges mit Bodensicht eine "Sicherheitsgrenze" vorgeschrieben, d.h. die Wolkenuntergrenze darf eine bestimmte Höhe über Grund nicht unterschreiten.

aa) Schätzung.

Die Wolkenuntergrenze wird bei Tag meist aufgrund der Kennt- nis der Wolkenformen geschätzt. Dazu kann man sich folgender Hilfsmittel bedienen:

Befindet sich zufällig ein Flugzeug, dessen Ausmasse dem Beobachter annähernd bekannt sind, über dem Beobachtungsort oder nur in geringer Entfernung davon und kommt es bei seinem Fluge in Wolken, so kann daraus ein Schluss auf die Wolkenuntergrenze gezogen werden. Vielfach ist es dabei möglich, auch die Höhe (Untergrenze) einzelner, unter der allgemeinen Wolkenschicht befindlicher Wolkenfetzen kleineren Ausmasses anzugeben. Als weitere Anhaltspunkte können Kirchtürme, höhere Gebäude oder Schornsteine dienen, deren Höhe natürlich bekannt sein muss. Im bergigen Gelände oder im Gebirge selbst wird die Untergrenze vielfach aus der sichtbaren Verhüllung höher gelegener Berge, deren Erhebung über den Stand des Beobachters ebenfalls bekannt sein muss, geschätzt. In diesem Falle empfiehlt es sich, sinn- gemässe Klartextzusätze zur verschlüsselten Meldung zugeben: Berge in Wolken oder Fetzen an den Bergen.

bb) Messung.

Oft ist es unbedingt nötig, die Untergrenze durch exakte Messung zu bestimmen. Dies gilt besonders für tiefe Wolken bei Tag und vor allem bei Nacht, da in diesem Falle eine Schätzung der Wolkenhöhe, besonders bei tiefen, in ihrer Form wenig aus- geprägten Wolken oder einer sehr tiefen, geschlossenen Wolken- decke äusserst schwierig und unsicher ist (s. Abschnitt Gefah- renbeobachtung!).

Einer Messung der Untergrenze vom Boden aus gleichzustellen ist die Angabe, die der Beobachter unter Umständen von einem Flugzeug in der Luft erhält.

Um die Untergrenze sehr tiefer Wolken mit genügender Sicherheit angeben zu können, bedient man sich meist der Messung mittels Pilotballon. Wie aus dem Kapitel über Höhenwindmessung hervorgeht, ist die Steiggeschwindigkeit des Ballons jeweils bekannt, sodass aus der gestoppten Zeit vom Augenblick des Auflassens des Ballons bis zum Moment des Eintauchens in Wolken die Untergrenze errechnet werden kann. Verschwindet z.B. ein Ballon von der Steiggeschwindigkeit 100 m pro Minute schon nach 45 Sekunden in Wolken, dann liegt die Untergrenze derselben bei 75 m über Grund. Doch muss man sich der Schwäche auch dieser Methode bewusst sein: kleine Ballons erleiden durch die Turbulenz der bodennahen Luftschichten sowie durch etwa fallenden Staubregen eine oft nicht unwesentliche Beeinflussung ihrer Steiggeschwindigkeit. Aus Sparsamkeitsgründen soll man sich innerhalb angemessener Zeiträume mit einer einmaligen Bestimmung der Untergrenze auf diese Weise begnügen. Änderungen der Wolkenhöhe lassen sich dann meist leicht abschätzen.

Zu weit genaueren Ergebnissen führt die Messung mittels Wolkenscheinwerfern; allerdings setzt sie dämmeriges Licht oder Dunkelheit voraus. Man beleuchtet die Wolken mittels eines senkrecht nach oben strahlenden Scheinwerfers. In einem genau gemessenen Abstand vom Scheinwerfer misst man den Winkel, unter dem der auf die Wolkendecke auftreffende Lichtteller des Scheinwerfers gegen die Horizontale geneigt ist. Aus diesem Winkel und dem Abstandes des Beobachters vom Scheinwerfer wird die Höhe der Wolkenuntergrenze bestimmt. Nachdem der Höhenwinkel ermittelt ist, ergibt sich die Höhe der untersten Wolken aus der zugehörigen Tabelle oder graphischen Darstellung. (s. Bild 4).

Die Ermittlung des Höhenwinkels kann auf dreierlei Weise vorgenommen werden:

Man bedient sich des einfachen Senkelquadranten mit Visiereinrichtung. (s. Bild 3). Dabei hat man zur Sicherheit jedoch mehrere Anvisierungen zu machen (mindestens 3), aus denen man das Mittel zieht. Meist ist der Viertelkreis des Senkelquadranten direkt nach der Höhe geeicht. Dann ist allerdings das einmal so geeichte Instrument nur für die bei der Eichung berücksichtigte Entfernung verwendbar. Ist dagegen die Teilung des Viertelkreises in Graden durchgeführt (s. Bild 3), so hat man mit der abgelesenen Gradzahl in die oben erwähnte Tabelle oder graphische Darstellung der Wolkenhöhen einzugehen, um die Untergrenze in Metern zu erhalten. Dabei Gradeinteilung des Senkelquadranten die Entfernung bei der Aufstellung der Tabelle berücksichtigt wurde, kann das Instrument bei Gradteilung an jedem beliebigen Orte verwendet werden.

Genauere Werte erhält man, wenn ein ähnlicher Winkelmesser am Fensterrahmen befestigt ist. Das Instrument ist dann nur in der Vertikalebene verstellbar, die durch den Scheinwerfer und den Beobachter gegeben ist.

Ein weiteres Instrument zur genauesten Bestimmung des Höhenwinkels stellt der Spezialsextant dar. Er beruht auf dem Prinzip des Theodoliten, erleichtert aber die Ablesung wesentlich dadurch, dass das Fernrohr rechtwinklig abgeknickt ist. Zudem erscheint die Gradzahl des Höhenwinkels direkt im Fernrohr.

Für sämtliche Methoden gilt, dass die Messung der Untergrenze (d.h. des Höhenwinkels) sich über genügend lange Zeit erstrecken und immer von dem einmal festgelegten Standpunkte aus gemacht werden muss (Entfernung Beobachter - Scheinwerfer). Eine Gesamtbeobachtung soll mindestens 3 Minuten dauern, um gegebenenfalls Wolkenfetzen erfassen zu können, die vereinzelt auftreten und erst nach einiger Zeit den Lichtkegel des Scheinwerfers passieren. Wegen zu starker Erwärmung des Scheinwerfers soll die Zeit von drei Minuten nicht wesentlich überschritten werden.

Die Verschlüsselung der Wolkenhöhen erfolgt nach dem jeweils gültigen Schlüssel (W.f.H. I B).

d) Die Wolkenmenge.

Um die Wolkenmenge oder den Grad der Bewölkung anzugeben, denkt man sich das Himmelsgewölbe in 10 gleich grosse Felder eingeteilt. Der Beobachter hat nunmehr festzustellen, wieviel Zehntel des Himmels von Wolken bedeckt sind. Dazu denkt er sich die vorhandenen Wolken zusammengerückt, so dass sie keine Lücke zwischen sich lassen. Man schätzt dann die Zehntelteile des Himmels ab, die von Wolken bedeckt sind. Man muss aber beachten, dass die in der Nähe des Horizontes befindlichen Wolken hinsichtlich ihrer Menge nicht überschätzt werden; vorwiegend massgebend ist die Wolkenmenge im Zenith und in dessen Umgebung.

Es bedeutet also im Tagebuch Bewölkung 0: "wolkenlos", 1/10: "die vorhandenen Wolken bedecken insgesamt (zusammengedrückt gedacht) 1/10 des Himmelsgewölbes" usf. bis 10/10: "der Himmel ist ganz mit Wolken bedeckt, vom blauen Himmel ist nichts mehr zu sehen". Bei dem Vorhandensein auch der geringsten Bewölkung (also selbst noch unter 1/10 des Himmelsgewölbes) ist bereits der Bewölkungsgrad 1/10 (nicht 0) anzugeben. Bei Sichtbarkeit des kleinsten Stückes blauen Himmels 9/10 (nicht 10/10). Die Verschlüsselung der Wolkenmenge geschieht wieder nach dem jeweils gültigen Schlüssel. Dort ist auch über Sondermeldungen bezüglich tiefer Wolkenfetzen und deren Höhe über Grund nachzulesen (W.f.H. I B).

Als Bewölkung ist jede Trübung des Himmels anzusehen, es muss daher auch bei Nebel, der den Himmel vollkommen bedeckt, der Bewölkungsgrad 10/10 gegeben werden. Ist der Nebel dagegen schwach und durchsichtig und sind Teile des blauen Himmels zu erkennen, so ist der Bewölkungsgrad nach der Menge der über dem Nebel sichtbaren Wolken einzutragen. Sind über dem Nebel überhaupt keine Wolken vorhanden, so ist "wolkenlos" also 0 einzutragen. Am Horizont aufziehender Nebel oder Böen müssen besonders beobachtet und gemeldet werden (siehe Gefahrenbeobachtungen). Die Wolkenmenge lässt sich auch bei Nacht verhältnismässig leicht angeben aus der Sichtbarkeit der Grösse der Fläche, die mit helleuchtenden Sternen bedeckt ist.

e) Zugrichtung und Geschwindigkeit der Wolken.

Die Beobachtung des Zuges der unteren Wolken ist unmittelbar wichtig für den Luftverkehr, auch dann, wenn eine Höhenwindmessung vorliegt: Kontrolle der Zugrichtungsbeobachtung durch die Höhenwindmessung und umgekehrt.

Die Zugrichtung der mittelhohen, der "Alto- und Cirruswolken" (Ac, Cs) und der hohen (Eisnadel-) Wolken, der Cirren, ist unmittelbar wichtig für die Wettervorhersage und mittelbar wichtig für die Flugberatung im Hinblick auf die Voraussage des Streckenwetters.

Je höher die Wolken schweben und je langsamer sie ziehen, umso schwieriger ist eine genaue Beobachtung ihrer Zugrichtung anzustellen; eine Beobachtung über die Zugrichtung darf nur dann notiert und gemeldet werden, wenn diese ganz einwandfrei ermittelt werden konnte. Als Zugrichtung der Wolken wird ebenso wie beim Boden- und Höhenwind diejenige Richtung angegeben, aus der die Wolken kommen. Es dürfen nur Wolken in der Nähe des Zeniths bis etwa 45 Grad Abstand von diesem beobachtet werden; bei Wolken in der Nähe des Horizontes werden die perspektivischen Täuschungen zu gross. Wichtig bei allen Beobachtungen des Wolkenzuges ist

- 1.) Genaue Angabe der Wolkenart und der geschätzten oder gemessenen Höhe,
- 2.) Beobachtung eines leicht erkennbaren Wolkenzipfels,
- 3.) Festes Anlegen des Kopfes .

aa) Ein auf jedem Flugplatz leicht herzustellendes Gerät: aus 3 bis 4 mm starkem Drahte wird ein Reif von 1 m Durchmesser gebogen und durch 4 ebenso starke gerade Drähte über 4 Durchmesser (entsprechend den Himmelsrichtungen der Windrose N - S, W - E, NE - SW, SE - NW) und durch 4 dünnere Drähte über 4 weitere Durchmesser (entsprechend den Zwischenrichtungen NNE - SSW, ENE - WSW, ESE - WNW, SSE - NNW) ähnlich einem Regenschirm gespannt, wobei an die Stelle des Schirmstockes ein 4 bis 5 cm starker Pfahl oder irgendein Mast auf der Beobachtungsplattform tritt. Dieser Windrosenschirm muss 2 m über dem Boden genau waagrecht nach der Nord-Südrichtung orientiert liegen; er darf sich nicht verdrehen und kippen lassen.

Zur Beobachtung setzt man sich unter den Schirm auf einen Stuhl dicht an den Pfahl heran, beugt den Kopf ganz weit zurück (Schutzbrille!), bis er rückwärts am Pfahle festliegt, sucht sich einen besonders auffallenden Wolkenzipfel und verfolgt nun beim Durchblick durch den Windrosenschirm, an welchem der Drähte der Wolkenzipfel entlang zieht; die Nebenrichtungen, z.B. W z.N werden bei Wolkenzugsbeobachtungen nicht notiert. Man muss sich also entscheiden, ob man z.B. W oder WNW angeben will.

bb) Der Wolken Spiegel (Bild 5)

Er besteht aus 2 rückseitig aneinander gelegten Spiegeln, deren jeder eine Einteilung trägt, entweder nach den 360 Graden des Kreises oder den Richtungen der Windrose (mit Zwischenwindrichtungen). Der eine der beiden Spiegel ist blank (silberbelegt) und wird bei nur schwach beleuchteten Wolken verwendet, der andere ist geschwärzt; er findet bei genügend beleuchteten Wolken Anwendung.

Beobachtung: Der waagrecht aufgelegte Spiegel wird zunächst so orientiert, dass seine Südmarke nach Nord, seine Nordmarke dagegen nach Süd zeigt. Auf diese Weise kann die Zugrichtung der Wolken direkt abgelesen werden. Der Beobachter stützt seinen Kopf so auf die feste Unterlage (auf welcher der Wolken Spiegel ruht), dass der senkrechte Abstand seines Auges von der Spiegeloberfläche etwa 30 cm beträgt. Nun beobachtet er, bei gleichbleibender Lage des Kopfes (siehe oben!), den Weg eines besonders auffälligen Wolkenpunktes vom Mittelpunkt des Spiegels zum Spiegelrand. Dabei wählt man als Ausgangspunkt am besten den Schnittpunkt 1 des Wolkenzuges mit dem auf dem Spiegel eingetätzten engsten Kreis (Innenkreis). Als weiteren Punkt nimmt

man den Schnittpunkt 2 mit einem Aussenkreis oder mit dem Rand des Spiegels. Letzterer gibt die Zugrichtung des Wolkenpunktes und damit der Wolken. Hat man gleichzeitig die Zeit mit der Uhr abgestoppt, die der Wolkenpunkt zur Wanderung von 1 nach 2 benötigte, so kann man auch die Geschwindigkeit der Wolke berechnen. Dazu ist allerdings noch die Kenntnis der Wolkenhöhe (siehe Abschnitt c) nötig. Die Geschwindigkeit errechnet sich aus folgender Formel (Bild 6):

$$V = \frac{s \cdot H}{h \cdot t} ;$$

Darin bedeuten: V die gesuchte Geschwindigkeit in m/sec.
H die Wolkenhöhe in m
t die gestoppte Zeit in Sekunden
h den senkrechten Abstand des Auges von der Spiegeloberfläche
s den Abstand der beiden genannten Punkte 1 und 2 in m.

Beispiel: H = 1500 m; t = 15 Sekunden; s = 0.03 m; h = 0.3 m; dann ist V = 10 m/sec.

Da aber im Flugmeldewesen alle Geschwindigkeiten in km/h (Kilometer pro Stunde) angegeben werden, muss der Beobachter obige Zahl noch umrechnen und erhält in unserem Beispiel für die Geschwindigkeit des Wolkenzuges 3,6 km/h.

Auf ähnliche Weise wie hier beschrieben lassen sich Wolkenzug und Geschwindigkeit mit Hilfe des Wolkenrechnens bestimmen, der weniger in Gebrauch ist.

Hat man keines der genannten Geräte zur Verfügung, so kann man sich dadurch helfen, dass man sich unter eine vorspringende Dachkante, deren Richtung man vorher ermittelt hat, stellt, und nun senkrecht nach oben blickend beobachtet. Auch Fahnenmaste oder Antennen können als Festpunkte gewählt werden.

*probleme m/sec. 3.6 km/h
km/h. 0.278 m/s (3.6) - 1 = 2 (m/s)*

F. Der Wind

a. Allgemeines.

Die Schätzung wie die Messung des Windes erstreckt sich auf die zahlenmässige Bestimmung seiner Richtung und seiner Stärke. Da aber der Wind über längere Zeit hinweg nie mit gleicher Stärke aus der genau gleichen Richtung weht, ist es nötig, auch die Änderung dieser Grössen mit der Zeit zu verfolgen. Erreicht sie innerhalb kurzer Zeit (wenige Minuten) grössere Ausmasse, so spricht man von der Böigkeit des Windes.

Windrichtung heisst diejenige Himmelsrichtung, aus der der Wind kommt. Sie wird in verschiedener Weise angegeben. Für die Angabe der Richtung des Bodenwindes bedient man sich entweder der abgekürzten Buchstaben der Himmelsrichtungen (dabei ist für Ost E zu setzen) oder man ordnet der Windrichtung eine auf der nach 32 Skalenteilen eingeteilten Windrose entsprechende Zahl zu. Die Richtung des Höhenwindes dagegen wird nach der in 360 Graden eingeteilten Windrose angegeben.

Im Zusammenhang mit der Richtung des Windes werden häufig die Ausdrücke Luv und Lee gebraucht. Blickt man in die Richtung, woher der Wind weht, so befindet sich das Gesicht im Luv oder auf der Luvseite, und der Rücken im Lee oder auf der Leeseite des Windes.

Die Schätzung der Windstärke erfolgt nach der Beaufortskala

(Tabelle 1) die genauen Messungen dagegen geben die Windstärke meist in Metern pro Sekunde (m/sec.) an, für den Flugwetterdienst müssen die Werte in m/sec. nach km/h umgerechnet werden (Tabelle 2).

$$\text{m/sec} \cdot 4 - 10 \% = \text{km/h}$$

Beispiel: $15 \cdot 4 - 6 = 54 \text{ km/h}$.

Auch bei sehr schwachen Winden schwankt die Stärke (Geschwindigkeit) ständig um einen Mittelwert. Über eine grössere Zeitspanne hinweg (1/2 Stunde) lässt sich daher die Windgeschwindigkeit nur als Mittel der Augenblickswerte angeben.

Die Böigkeit des Windes tritt in verschiedener Stärke auf. Sie wird in m/sec gemessen. Der Wetterschlüssel (W.f.H. I B) enthält nähere Angaben darüber, bei welcher Schwankung der Windstärke innerhalb einer gewissen Zeitspanne der Wind als böig zu bezeichnen ist und wie dies dann im Schlüssel zum Ausdruck gebracht wird.

b) Der Bodenwind:

Unter Bodenwind versteht man die Luftbewegung bis zu etwa 100 m über dem Erdboden. Er wird, besonders wenn seine Stärke gering ist, wesentlich beeinflusst durch die Beschaffenheit der Erdoberfläche. Grössere Hindernisse (Bäume, Häuser) können hinsichtlich der Richtung und auch der Stärke des Bodenwindes starke Abweichungen verursachen. Daher muss der Beobachtungsort so ausgewählt werden, dass die dort ausgeführten Messungen auch möglichst frei von solchen Einflüssen sind.

aa) Windrichtung.

Bei der Bestimmung der Windrichtung aus dem Rauche von Kaminen, die über die nächste Umgebung hinausragen, ist unbedingt erforderlich, dass sich der Beobachter in unmittelbarer Nähe des Schornsteins befindet, da sonst infolge der perspektivischen Täuschung starke Fehler eintreten können. Der Beobachter hat sich, wenn irgend möglich, auf ein freies Gelände zu begeben und dort die Windrichtung festzustellen. Zur Bestimmung der Windrichtung wird empfohlen, einen Wimpel aus leichtem Stoff zu benutzen, der an einem Stock so hoch gehalten wird, dass die Richtungsbestimmung etwa 2 m über dem Erdboden ausgeführt wird. Auch hier sei nochmals ausdrücklich betont, dass unter keinen Umständen die Richtung des Wolkenzuges als Richtung des Bodenwindes genommen werden darf, da beide Windrichtungen oft stark voneinander abweichen.

Ein gutes, von Seeleuten oft gebrauchtes Verfahren zur Bestimmung der Windrichtung ergibt sich, wenn man mit unbedecktem Kopfe dem Winde den Rücken kehrt und sich solange hin und her dreht, bis man den Winddruck an beiden Ohrmuscheln gleich stark spürt, wobei dann auch ein stärkerer Wind in beiden Ohren gleich stark pfeifen wird. Dann gibt man die Gegenrichtung der Blickrichtung als Windrichtung an. Dieses Verfahren leistet besonders nachts gute Dienste.

Zu genaueren Angaben über die Windrichtung gelangt man schon mittels der einfachen Windfahne. Auch die Bestimmung der Windrichtung auf diese Weise kann noch Fehler in sich schließen. Vor allem muss sich der Beobachter vor der perspektivischen Täuschung (siehe Rauchfahne der Schornsteine!) hüten. Um (ähnlich wie beim Luftdruck) die Windrichtungen an den

einzelnen Beobachtungsorten untereinander vergleichen zu können, muss selbstverständlich bei der Aufstellung der Windfahne darauf geachtet werden, dass reine örtliche Störungen ausgeschaltet sind. Es ist daher stets der Rat der zuständigen Beobachtungszentrale einzuholen, ausserdem empfiehlt es sich, über längere Zeit hinweg die Richtungsangaben der Fahne mit der am gleichen Ort anderweitig festgestellten Windrichtung zu vergleichen. Stellen sich wesentliche Abweichungen heraus, so ist für Abhilfe zu sorgen.

Solche Abweichungen können verursacht werden:

- 1.) Durch ungünstige Wahl des Aufstellungsortes (Hausdächer in gleicher Höhe der Windfahne usf.).
- 2.) Durch schiefe, nicht genau senkrechte Stellung des Mastes.
- 3.) Durch zu starke Reibung der Achsenlager (Dämpfung).

An Flugplätzen bietet der Windsack eine gute Vergleichsmöglichkeit. Doch ist hierbei zu beachten, dass die Dämpfung des Windsackes meist geringer ist als diejenige der Fahne, sodass der Windsack meist schon kleinste Schwankungen der Windrichtung anzeigt, während die Windfahne erst nach einiger Zeit dieser Richtung folgt.

Die Windrichtung unmittelbar am Boden oder auch in ganz geringer Höhe (2 bis 3 m) wird durch das Rauchfeuer (Landfeuer) angezeigt. Nach ihm wird auch das Landkreuz ausgerichtet.

Die bisher besprochenen Bestimmungen der Windrichtung sind ausser mit den oben erwähnten instrumentellen Fehlern auch noch mit Täuschungen, denen der Beobachter unterliegt, behaftet. Um vor allem letztere weitgehend auszuschalten, lässt man die Windrichtung auf Registrierstreifen aufzeichnen. Übertragung von Aufnahmegerät (Windfahne) zum Anzeigegerät (Trommel) kann dabei mechanisch oder elektrisch erfolgen.

Mechanische Übertragung (Bild 7).

Die Stange, auf welcher die Windfahne sitzt, ist mit einem Zylinder gekoppelt und dreht diesen mit der Windrichtung. Auf dem Zylinder sind zwei Nuten (1 und 2 des schematischen Bildes 7) eingekerbt, in denen je ein Führungsstift für einen vertikalen beweglichen Schlitten läuft. Der Schlitten trägt den Schreibfedermechanismus. Die Nute 1 ist auf der stark ausgezeichneten Hälfte gleichmässig tief eingekerbt. Der Führungsstift ist demnach längst dieses Teilstückes tief eingesenkt. Nur solange der Führungsstift 1 sich längst dieses Teilstückes der Nute bewegt, schreibt die mit dem Schlitten verbundene Schreibfeder auf der Registrier-trommel. Letztere wird durch ein Uhrwerk gleichförmig rotierend an der Feder vorbeigeführt. Wird jedoch der Zylinder durch die Windfahne so gedreht, dass der Führungsstift 1 in der gestrichelt gezeichneten Nutenhälfte läuft, so wird die Schreibfeder 1 vom Schreibstreifen abgehoben, da dieses Teilstück gegenüber dem stark ausgezeichneten weniger tief eingekerbt ist. Da aber die tief eingekerbten Nutenstücke von Nute 1 und 2 gegeneinander um 180 Grad versetzt sind, gelangt in diesem Augenblicke der Stift 2 in den tiefeingekerbten Teil der Nute 2 (punktierte Linie) und die Feder 2 schreibt die Windrichtung auf der Trommel. Während die Feder 1 also abgehoben ist, schreibt die Feder 2 und umgekehrt. Wählt man nun auf dem Registrierstreifen die Anordnung der Windrichtungen so, dass die Feder 1 die Windbewegung von Süd über West nach Nord (oder auch von Nord über West nach Süd) aufzeichnet, und die Feder 2 diejenige von Süd über Ost nach Nord

(oder von Nord über Ost nach Süd), dann ist eine fortlaufende Registrierung der Windrichtung erreicht. Dieses Prinzip ist bei allen modernen Windrichtungsschreibern verwendet (Fuess oder Steffens-Hedde).

Bild 7 b zeigt die Wirkungsweise der beiden Federn. Feder 1 bringt die Windrichtung längs des Weges 1 zur Aufzeichnung, Feder 2 diejenige längs des Weges 2. Dreht der Wind nun etwa von West über Nord nach Ost, so wird das Teilstück West bis Nord von Feder 1 geschrieben, das Teilstück Nord bis Ost dagegen von Feder 2. Entsprechendes gilt, wenn der Wind von West über Süd nach Ost dreht. Es muss daher bei der Einteilung des Registrierstreifens sowohl die Windrichtung Nord als auch Süd zweimal auftreten. Aus Bild 7 erhellt dies ohne weiteres. Bild 8 stellt die Aufzeichnung einer Winddrehung von Süd-West-Nord-Ost-Süd nach West dar.

Elektrische Übertragung.

Mit der Windfahne bewegt sich ein am Übertragungsgestänge befestigter Schleifkontakt über ein System von meist 8 Ringsektoren hinweg. Mit diesen ist an der Wand des Dienstraumes angebrachtes, nach den 4 Haupt- und den 4 Nebenwindrichtungen angeordnetes Lampensystem verbunden. Jedesmal, wenn der Schleifkontakt über einen Sektor hinweg streift, schliesst sich der Kontakt und die dem Sektor entsprechende Lampe flammt auf. Um auch noch die Zwischenwindrichtungen (NNE, ENE, usf.) angeben zu können, ist der Abstand der einzelnen Sektoren so gewählt, dass bei etwa NNE die beiden nächst benachbarten Lämpchen aufflammen. Ist also beispielsweise die Windrichtung NNE, so brennt das Nordlämpchen und das Nordost-Lämpchen gleichzeitig. (Bild 9)

Will man die Windrichtung aufzeichnen lassen, so stattet man das Schreibgerät mit der gleichen Zahl von Elektromagneten aus, wie Ringsektoren vorhanden sind. Der Anker eines jeden Magneten wird dann mit einem Schreibhebel verbunden, der bei Stromschluss einen Ausschlag vollzieht, sodass die Feder einen Strich auf dem Schreibstreifen zeichnet. Auch hier werden die Zwischenrichtungen (NNE, ENE, usf.) durch die Bewegung der beiden nächst benachbarten Schreibhebeln angegeben.

bb) Die Windstärke (-geschwindigkeit)

Ebenso wie bei der Bestimmung der Windrichtung ist es notwendig, sich auch hier vom störenden Einfluss der Umgebung (Bäume, Häuser) freizuhalten. Die Beobachtungen müssen daher ebenfalls im freien möglichst ebenen Gelände ausgeführt werden; für die Aufstellung von Instrumenten ist ebenfalls ein störungsfreier Platz zu suchen. Dabei ist noch zu unterscheiden zwischen der Bestimmung von Augenblickswerten und von Mittelwerten der Windgeschwindigkeit. Für beide Bestimmungen wurden entsprechende Instrumente gebaut, deren Prinzip im folgenden behandelt wird.

Die Schätzung der Windstärke erfolgt nach der Beaufort-Skala (Tabelle 1), deren Werte für den Flugberatungsdienst in km/h umgerechnet werden müssen. Dazu dient meist eine Tabelle, welche die entsprechenden Werte direkt ergibt.

Oft ist mit der Windfahne eine "Stärketafel" verbunden, an Hand deren die Windgeschwindigkeit bestimmt wird. Sie stellt eine in ihren Ausmassen genau festgelegte Metallplatte dar, die um eine horizontale Achse drehbar ist und durch die Windfahne um eine

vertikale Achse dem Winde stets senkrecht entgegengestellt wird. Durch den Winddruck, der ein Mass für die Windgeschwindigkeit abgibt, wird die Platte um die Horizontalachse gedreht und somit um einen bestimmten Winkelbetrag gehoben. Die diesem Betrag entsprechende Windgeschwindigkeit wird an einer Reihe von Marken (Stifte) abgelesen. Bei dieser Ablesung muss sich der Beobachter vor der perspektivischen Täuschung hüten, welche die Werte ebenso verfälscht wie bei der Windrichtungsbestimmung. Die Angaben nach der Stärketafel sind Augenblickswerte der Windgeschwindigkeit.

Zur Messung der Windgeschwindigkeit dient jetzt meist das Schalenkreuzanemometer. Es besteht aus einem System von halbkugeligen Leichtmetalschalen (in der Regel drei oder vier), das um eine vertikale Achse rotiert. Da der Wind auf die konkave Seite der Schalen einen grösseren Druck ausübt als auf die konvexe, erfolgt die Drehung des ganzen Systems (hervorgerufen durch den Winddruck) stets im gleichen Sinne und unabhängig von der Windrichtung. Die Zahl der Umdrehungen gibt ein Mass für die Windgeschwindigkeit. Bild 10 gibt die Verhältnisse in schematischer Darstellung. Das Schalenkreuz ist dem Mast der Windfahne aufgesetzt. Da die vertikale Achse zur Verminderung der Reibung aber in einem Ölbad läuft, darf der Mast der Windfahne in diesem Falle nicht umgelegt werden, um ein Ausschütten des Öles zu verhindern. Auch darf zur Füllung der Öllager nur leichtflüssiges Öl verwendet werden, da bei hohen Kältegraden sonst die Empfindlichkeit des Anemometers stark herabgesetzt wird. Alle paar Monate muss ein Ölwechsel vorgenommen werden.

Auf diesem Prinzip, die Windgeschwindigkeit aus der Umdrehungszahl des Schalenkreuzes zu bestimmen, beruhen die meisten Windgeschwindigkeitsmessungen. Man kann damit entweder die augenblickliche Windgeschwindigkeit messen oder auch einen Mittelwert zur Aufzeichnung bringen lassen.

Das Anemotachometer z. B. gibt Augenblickswerte. Es ist meist als Handinstrument gebaut und muss genau senkrecht gehalten werden. Zur Messung soll es sich in einer Höhe von 2 m über dem Erdboden befinden. Aus der Ablenkung, die ein mit der Achse des Schalenkreuzes verbundener konzentrischer Ring durch die Fliehkraft (hervorgerufen durch die Umdrehungen des Schalenkreuzes) und zwei Spannfedern als Gegenkräfte erfährt, bestimmt man die Windgeschwindigkeit.

Meist wird dagegen die momentane Windgeschwindigkeit auf elektrischem Wege gemessen: Durch die Umdrehungen des Schalenkreuzes wird elektrische Energie erzeugt, die an einem Zeigerinstrument abgelesen werden kann. Gibt hier die erzeugte Spannung das Mass für die Windgeschwindigkeit, so kann man auch durch die Umdrehungszahl des Schalenkreuzes den Widerstand einer Leitung sich verändern lassen und die Stromstärke als Mass der Windgeschwindigkeit benützen. Die Zeigerinstrumente sind in beiden Fällen direkt in m/sec geeicht.

Um zu einer fortlaufenden Aufzeichnung der Windgeschwindigkeit zu gelangen, benützt man entweder eine mechanische Übertragung der Umdrehungen des Schalenkreuzes auf einen Schreibhebel oder die elektrische Übertragung.

Mechanische Übertragung (Bild 11)

Das Gestänge des Schalenkreuzes (Achse) dreht im einfachsten Falle einen Zylinder, in dem auf einer Nute ein Zapfen geleitet, der die Schreibvorrichtung bewegt. Meist wird durch eine

Zahnradübersetzung eine Verminderung der Umdrehungszahl des Zylinders erreicht. Die eine Hälfte der Nute steigt, die andere fällt. Auf diese Weise ist ein Steigen und Fallen des Zapfens bedingt, und die von der Schreibfeder aufgezeichnete Kurve erhält Sägezahnform. Bild 11 gibt schematisch den Übertragungsmechanismus an.

Elektrische Übertragung.

Nach einer bestimmten Umdrehungszahl des Schalenkreuzes wird ein Kontakt geschlossen und der Schreibhebel in Bewegung gesetzt, sodass die Schreibfeder eine Marke aufzeichnet. Aus dem Abstand dieser Marken kann dann die mittlere Windgeschwindigkeit bestimmt werden. Diese Art der Übertragung ist bei den sog. Kontaktanemometern gewählt. Jeder Kontakt wird dabei noch durch einen Sumpton hörbar gemacht.

Die hier angeführten Möglichkeiten, die Windgeschwindigkeit zu messen, entbinden aber den Beobachter nicht von der Aufgabe, sie stets auch nach der Beaufort-Skala zu schätzen und die geschätzten Werte mit den gemessenen zu vergleichen. Dies ist besonders darum wichtig, weil häufig der Wind am Aufstellungs-ort des Anemometers aus irgend einem unkontrollierbaren Grunde beeinflusst wird, wogegen die Schätzung nach Beauforts in diesem Falle oft bessere Werte liefert und zu einer Änderung des Standortes des Anemometers oder der Höhe des Instrumentes über dem Boden Veranlassung gibt, da der Beobachter bei der Schätzung den Gesamteindruck der Windwirkung auch in seiner näheren Umgebung beobachten wird.

cc) Die Böigkeit.

Unter Böigkeit versteht man die rasche Änderung der Richtung des Windes und seiner Stärke innerhalb kurzer Zeit. Die Richtungsänderung ermittelt man aus den Aufzeichnungen des Windrichtungsschreibers (s.d.), die Änderung der Windstärke durch die Prandtl'sche Staudüse.

Grundprinzip (Bild 12): Lässt man gegen ein U-förmig gebogenes Rohr, das halb mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, Wind strömen, so übt dieser sowohl einen Druck (Staudruck) als auch einen Sog auf die Enden des U-Rohres aus. Bei 1 wirkt der Druck, bei 2 der Sog. Beide addieren sich in ihrer Wirkung und verursachen eine Verschiebung der Flüssigkeitssäulen im Rohr. Strömt der Wind in Richtung des Pfeiles (Bild 12), so sinkt der Meniskus im linken Schenkel, während er im rechten steigt. Da der Unterschied h der Flüssigkeitssäule im linken und rechten Schenkel von der Windgeschwindigkeit abhängt, ist damit ein Mass für die Windstärke gefunden. Ändert man dieselbe während kurzer Zeit rasch und erheblich, so folgt dieser Änderung auch die Flüssigkeitssäule im U-Rohr. Durch eine geeignete Schreibvorrichtung lassen sich die Änderungen fortlaufend sichtbar aufzeichnen. Dies ist die Grundlage für die Prandtl'sche Staudüse und damit für die Böenschreiber. Diese werden im einzelnen in verschiedener Bauart hergestellt. Die Staudüse entspricht dem U-Rohr. Nur werden der Staudruck und der Sog (Saugdruck) erst durch je eine Rohrleitung zum Flüssigkeitsgefäß weiter geleitet, wo sie die Änderungen am Stand der Flüssigkeit (Wasser) verursachen. Die Staudüse ist mit der Windfahne gekoppelt. Das eine Ende D (Bild 13 und 14)

wird durch die Windfahne stets dem Winde entgegen gestellt, während das andere Ende S ihm abgekehrt ist. Beide sind durch je eine Rohrleitung mit dem Flüssigkeitsgefäß verbunden. Letzteres besteht aus einem teilweise mit Wasser gefüllten Zylinder, in dem eine Taucherglocke schwimmt, deren Schubstange St die Bewegungen auf eine Schreibfeder überträgt. Die Taucherglocke hat eine parabolische Form, damit nicht der Staudruck, sondern die Windgeschwindigkeit angezeigt wird. Zur Füllung des Zylinders wird destilliertes Wasser oder filtriertes Regenwasser verwendet; eine dünne Paraffinölschicht verhindert die Verdunstung. Als Schutz gegen Einfrieren kann man dem Wasser Glycerin zusetzen, muss aber dann zum Ausgleich des spezifischen Gewichts ausserdem Spiritus zugeben. Die Zuleitung der Drucke (D und S) erfolgt durch 2 Dreiwegehähne 1 und 2 (siehe Bild 13). Stellt man diese so ein, dass sowohl das Innere der Glocke als auch das des Kessels mit der Aussenluft in Verbindung steht, so muss der Flüssigkeitsstand in der Glocke und im Kessel gleich hoch sein. Eine Marke am Wasserstandsglas W gibt die Höhe der Wassersäule an. Durch Zufüllen bzw. Ablassen des Wassers aus dem Kessel muss dieser Stand stets eingehalten werden. Gleichzeitig muss die Taucherglocke in ihrer Nulllage sich befinden. Eine Strichmarke auf der Schubstange muss an der richtigen Stelle (bei M) sitzen. Diese Einstellung der Marke kann durch Beschweren der Taucherglocke mit Schrotkügelchen erreicht werden. Bei ordnungsgemässer Einstellung muss also (wenn die Dreiwegehähne in der oben angeführten Art eingestellt sind) der Wasserspiegel bei W und die Schubstangenmarke bei M stehen.

Um eine richtige Registrierung zu gewährleisten, müssen noch folgende Punkte beachtet werden: Die Düse muss unbedingt sauber sein. Ausserdem darf weder der Kessel noch die Taucherglocke undicht sein. Zur Prüfung auf die Dichtigkeit schaltet man durch die beiden Dreiwegehähne sowohl den Staudruck (D) als auch den Saugdruck (S) ab und hebt bei offenen Hähnen die Glocke so weit als möglich an. Dann schliesst man den Hahn zur Saugleitung (Hahn 2) und verfolgt das Absinken der Glocke bis zur Nullstellung. Erreicht die Taucherglocke schon nach sehr kurzer Zeit ($1/2$ Minute) ihre Nullstellung, so ist der Zylinder nicht vollkommen dicht abgeschlossen. Meist ist dann die undichte Stelle an der Durchführung der Schubstange durch die Zylinderdecke zu suchen.

Die in den einzelnen Kapiteln über Windmessung behandelten Instrumente sind im Böenschreiber zu einem Universalinstrument vereinigt. Die genaue Beschreibung und Anleitung zur Wartung dieser Instrumente muss in den einschlägigen Vorschriften nachgelesen werden. Die Grundlagen sind in den obigen Kapiteln gegeben.

c) Der Höhenwind.

Die Kenntnis des Höhenwindes ist für die Durchführung des Luftverkehrs besonders wichtig zur Navigation und zur Bestimmung der Flugdauer; ausserdem ist sie auch für die Wettervorhersage von Bedeutung. Da in verschiedenen Höhenschichten die Windströmungen oft sehr stark voneinander abweichen, ist eine genaue Messung in den einzelnen Höhenschichten notwendig. Die allgemein gebräuchliche Methode ist die Verfolgung kleiner, freifliegender Gummiballone mit dem Theodoliten. Als Notbehelf kann die Bestimmung des Wolkenzuges gelten (siehe E,e: Bewölkung). Doch ist diese Methode nur auf eine bestimmte Höhe (jeweilige Wolkenuntergrenze) beschränkt.

aa) Der Theodolit.

aaa) Die Einrichtung.

Höhen- und Seitenwinkel- (Azimut-) Kreis: Der Theodolit besteht aus einem rechtwinklig gebogenen Fernrohr, bei dem der Einblick horizontal erfolgt, sodass bei unveränderter Augenhöhe jeder beliebige Punkt des Himmels beobachtet (einvisiert) werden kann. Um dies zu erreichen, ist das Fernrohr um eine senkrechte und eine waagerechte Achse drehbar angeordnet; die Winkel mit den Normalrichtungen lassen sich auf dem Azimutkreis und dem Höhenkreis ablesen oder durch einfachen Hebeldruck registrieren (Askania-Modell). Die grobe Einstellung des Fernrohres auf den Ballon erfolgt mit ausgeklinkten Feinstellschrauben, die Feineinstellung und die Verfolgung des Ballons mit eingeklinkten Feinstellschrauben, die in Zahnkränze eingreifen.

Einstellung von Fadenkreuz und Ziel: Sobald man das Gerät auf dem Stativ aufgeschraubt hat (vergl. die folgenden Abschnitte), wird das Fernrohr gegen den Himmel gerichtet; dann dreht man an der dem Auge zunächst befindlichen Riffelschraube, die ebenso aussieht wie bei einem Prismenfeldstecher, solange, bis man das Fadenkreuz ganz scharf erblickt. Nun richtet man das Rohr auf ein möglichst weit entferntes Erdziel, z.B. einen Kirchturm, und stellt vermittlems der quer aus dem Fernrohr herausragenden Schraube das Ziel scharf ein. Bei Pilotaufstiegen kann man diese Feineinstellung des Zieles am fliegenden Ballon während der Verfolgung weiter verbessern. Die Scharfeinstellung des Fadenkreuzes muss dabei unverändert bleiben.

bbb) Die Aufstellung des Theodoliten.

Orientierung: Man stellt das auf dem Stativ vorerst noch lose (entspannte Feder) angeschraubte Fernrohr vermittlems der Azimutschraube über den Azimutkreis so, dass man an der 0-Marke des Ablesnonius 360,0 Grad abliest, und dreht den Fuss des Instrumentes so lange, bis im Fadenkreuz des Fernrohres die Geländenordmarke erscheint (siehe III A b). Liegt die Orientierungsmarke (Peilmärke) nicht genau in der Nordrichtung, so wird die Nullmarke des Ablesnonius über den nach der Orientierungsmethode (III A b) festgestellten Peilmärkenwinkel am Azimutkreis festgestellt und der Fuss des Instrumentes so lange gedreht, bis die Peilmärke im Fadenkreuz erscheint.

Kontrolle: Stets muss die Nullmarke des Ablesnonius über 360,0 bzw. 0,0 Grad des Azimutkreises stehen, wenn das Fernrohr nach Norden zeigt.

Nivellierung mit Kontrolle: Um die Hauptachse des Instrumentes, die Vertikalachse, auch tatsächlich vertikal (lotrecht) zu stellen, muss der Theodolit mit Hilfe der unter dem Fernrohr befindlichen Wasserwaage (Libelle) einnivelliert werden. Hierbei darf der Fuss des Instrumentes (der feste Azimutkreis) natürlich nicht mehr gedreht werden. Man klinkt die Feinstellschraube am Azimutkreis aus und dreht das Fernrohr um die Vertikalachse so lange, bis die Libelle parallel zur Verbindungsgeraden zweier Fusschrauben steht und bringt dann die Libelle zum Einspielen. Um dies zu erreichen, d.h. um zu erzielen, dass die Blase mit der Mittelmarke der Wasserwaage übereinstimmt, müssen beide Fußschrauben gleichmässig immer gegenläufig (gleichzeitig nach aussen oder nach innen) gedreht werden. Dann dreht man das Fernrohr um die Vertikalachse über dem Azimutkreise genau um 180 Grad. Jetzt wird gewöhnlich ein Ausschlag der Libelle zu beobachten sein. Nunmehr berichtigt man den halben

Unterschied des Ausschlages der Luftblase durch gegenläufiges Drehen der beiden Fußschrauben. Der übrigbleibende halbe Unterschied ist, wenn er einen ungewöhnlich grossen Wert erreicht (mehrere Skalenteile der Wasserwaage) unter Drehen der kleinen Libellenregulierschraube zu beseitigen. Im allgemeinen wird man kleine Abweichungen der Libelle unverbessert lassen. Nunmehr dreht man das Instrument um 90 Grad, sodass die Libelle jetzt senkrecht zur vorigen Einstellung über die dritte Fußschraube zu stehen kommt. Jetzt bringt man unter Drehen der dritten Fußschraube allein die Libelle wieder zum Einspielen. Auch jetzt muss wiederum das Fernrohr um 180 Grad um die Vertikalachse gedreht werden, wonach ebenfalls der halbe Unterschied des Ausschlages der Blase durch Drehen an der dritten Fußschraube ausgeglichen werden muss.

Ein einmaliges Einnivellieren genügt nicht. Durch eine zweite vollständige Einnivellierung wird die lotrechte Stellung der Vertikalachse verbessert.

Kontrolle der Nivellierung: Nach beendeter Einnivellierung dreht man mit ausgeklinkter Feinstellschraube des Azimutkreises das Fernrohr vollständig um die Vertikalachse mindestens einmal sehr langsam herum. Man achtet hierbei genau auf die Libelle, bei der sich, wenn die Vertikalachse tatsächlich vertikal steht, die Luftblase nicht verrücken darf. Zeigt die Blase einen schwankenden Ausschlag, so steht die Achse noch nicht vertikal. Es ist dann ein erneutes Einnivellieren notwendig.

Kontrolle der Orientierung: Nach dem Nivellieren kontrolliert man noch einmal die Orientierung durch Anvisieren der Orientierungsmarke: Weist das Fernrohr nach Norden, muss man 0,0 Grad bzw. 360,0 Grad ablesen.

Festspannung und Halterung:

Ist Orientierung, Nivellierung mit Kontrolle und Kontrolle der Orientierung beendet, so wird die Spannfeder, die den Theodoliten auf dem Stativ festhält, durch einige Drehungen an der Spannschraube gespannt, damit das Instrument während der Dauer der Ablesung unverrückbar feststeht. Es ist streng zu beachten, dass alle vorangehenden Arbeiten, Orientierung und Nivellierung stets bei völlig entspannter Feder vorgenommen werden, da sonst die Fußschrauben (Nivellierschrauben) verbogen werden. Nach dem Entspannen überzeugt man sich, dass die Nivellierung noch stimmt. Ganz kleine Drehungen an den Nivellierschrauben für sehr kleine Korrekturen sind erlaubt, nicht aber ein Verdrehen des ganzen Fusses.

Zweckmässig ist es auch, das Stativ gegen Umfallen (Windstösse) zu sichern: Spannbock mit Öse an der Holzplatte anbringen, Zugstange mit Spannfeder senkrecht bis zum Boden führen, dort in eine zweite Öse einhängen; also insgesamt 4 Pfähle einschlagen: 3 für die Stativbeine, 1 in der Mitte für die Stativsicherung. Keinesfalls die Abspannung zum Boden an der Spannschraube des Theodoliten anbringen, sondern gesonderter Spannbock an der Holzplatte des Stativs.

bb) Der Pilotballon.

Der Erfolg hat gezeigt, dass mit Wasserstoff gefüllte, frei fliegende Gummiballone, die fest verschlossen sind, sodass die eingeschlossene Gasmenge sich nicht verändern kann, mit praktisch gleicher Vertikalgeschwindigkeit emporsteigen, soferne die Gummihülle sich gleichmässig ausdehnt. Die Steiggeschwindigkeit (w) kann für ein beliebiges Ballongewicht (B) innerhalb eines gewissen Spielraumes beliebig festgelegt werden, je nach der Menge der Gasfüllung des Ballons. Die Gasfüllung ist bestimmt durch die Steigkraft (Auftrieb A).

Die konstante Steiggeschwindigkeit gestattet in Verbindung mit der Beobachtung einer Stoppuhr die jeweilig genaue Festlegung der Höhe des Ballones über dem Beobachtungsplatz. Kleine Ballone mit geringer Steiggeschwindigkeit (100 m pro Minute) benützt man häufig zur Bestimmung der Wolkenuntergrenze, indem man die Zeit abstoppt, die vergeht vom Loslassen des Ballons bis er trübe wird (nicht bis der Ballon verschwindet).

aaa) Wahl des Ballons und seiner Steiggeschwindigkeit.

Grundsatz für alle Windmessungen: Man wählt den kleinstmöglichen Ballon, der für den verlangten Zweck gerade ausreicht.

Man erteilt dem Ballon eine möglichst kleine Steiggeschwindigkeit, wenn man eine möglichst hohe Windmessung erhalten will, da bei kleinerer Steiggeschwindigkeit, also bei geringerer Gasfüllung, der Ballon erst später (in grösseren Höhen) platzen wird. Diese Höhe hängt auch wesentlich von der Grösse des Ballons ab. In den Fällen, wo ein geringer Grad der Bewölkung einen hohen Aufstieg gewährleistet, muss versucht werden, die Windroute auch aus Höhen zu erhalten, die als normale Flughöhen nicht in Frage kommen. Windmessungen in Höhen über der normalen Flughöhe sind für die meteorologischen Flugberatungen äusserst wichtig. Wo also eine Windmessung in grösseren Höhen gesichert erscheint, ist ein grösserer Ballon zu nehmen.

Bei starkem Wind am Boden und in der Höhe oder gar bei Sturm muss man grundsätzlich eine grössere Steiggeschwindigkeit wählen, da bei kleinerer Steiggeschwindigkeit in diesem Falle der Höhenwinkel zu Anfang sehr klein ist, wodurch erstens die Messung sehr unsicher wird und zweitens der Ballon schon nach wenigen Minuten verloren geht. Ebenso wählt man grosse Steiggeschwindigkeiten bei Bodennebel geringer Höhe, der blauen Himmel oder höhere Wolken zu erkennen erlaubt, sowie vor bald einsetzendem Niederschlag oder aufkommenden tiefen Wolken.

Leichter Regen aus mittelhohen Wolken ist kein Grund für den Ausfall einer Höhenwindmessung. Auch dabei soll aber ein grösserer Ballon genommen werden (nach der Messung bei Regen Theodolit mit weichem Lappen sorgfältig abtrocknen und leicht einölen, besonders gut an den Teilkreisen und Nonien).

Die beigegebene Tabelle⁵⁷² im Anhang enthält für bestimmtes Ballongewicht und bestimmte Steiggeschwindigkeit den zugehörigen Wert des Auftriebes.

bbb) Abwiegen und Füllen.

Für einen kugelförmigen Gummiballon bleibt die Steiggeschwindigkeit in allen Höhen fast gleich. Sie hängt bei der Füllung mit Wasserstoffgas nur vom Ballongewicht (B) und der Steigkraft (Auftrieb A) ab. Tabelle im Anhang!

Zuerst ist also das Gewicht des Ballons festzustellen (Briefwaage!) und aus der Tabelle dann zur gewünschten Steiggeschwindigkeit der dazu nötige Auftrieb. Die Füllung selbst kann auf zwei Arten durchgeführt werden, mit der Fülltülle oder mit der Füllwaage.

Fülltülle (Bild 15)

Ein kurzer Rohrstutzen ist an einem Ende mit einem Ventil versehen. Am anderen Ende kann der Füllansatz des Ballons aufgezogen werden. Durch auswechselbare Gewichte kann das Gesamtgewicht der Fülltülle verändert werden, je nach gewünschtem Auftrieb des Ballones. Der Anschluss zur Wasserstoffflasche erfolgt mit

leicht beweglichem Gummischlauch und Bajonettverschluss (mit Dichtung). Es wird solange Wasserstoff einströmen lassen, bis der Ballon mit Fülltülle freischwebt.

Füllwaage (Bild 16)

Bei der Füllwaage wird das Gas durch den Waagebalken zugeführt. Der Auftrieb kann durch ein Laufgewicht auf dem Waagebalken und durch aufgelegte Gewichte beliebig gewählt werden. Der Schlauch, der die Verbindung zur Wasserstoffflasche herstellt, muss leicht beweglich sein (geschmeidig), damit die Empfindlichkeit der Waage nicht beeinträchtigt wird. Es wird solange Gas einströmen lassen, bis die Waage im Gleichgewicht ist, d.h. solange, bis sich der Waagebalken von seiner Unterlage bei U gerade leicht abhebt.

Bei beiden Arten der Füllung darf das Gas nur langsam einströmen, um eine allmähliche Ausdehnung der Gummihülle zu erzielen. Reduzierventil an der Wasserstoffflasche sowie dessen Bedienung siehe Anhang !! Damit nun die Ausdehnung der Gummihülle auch gleichmässig vor sich geht, muss der Ballon vor dem Füllen angewärmt werden, am besten dadurch, dass man ihn kurz vor dem Füllen einige Minuten in der Hosentasche trägt. Vor allen Dingen ist nach dem Füllen auf sorgfältiges Abbinden zu achten: Einmal Füllansatz abbinden, solange Ballon noch an der Füllwaage oder Fülltülle angeschlossen ist, dann Ballon losmachen, Füllansatz umknicken und über dem Knick nochmals abbinden. Nach dem Füllen muss sofort mit der Windmessung begonnen werden; ist dies aus irgendeinem Grunde nicht möglich, so wird der Ballon einstweilen wieder entleert. Grundsatz bei der Behandlung der Wasserstoffflasche und dem Füllen des Ballons: Keine offene Flamme während des Füllens ! Rauchverbot im Wasserstoffraum! Türen geschlossen halten! Nähere Anweisungen siehe Anhang: Vorschrift über die Behandlung der Wasserstoffgasflasche für Pilotballonaufstiege.

ccc) Aufbewahren und Flicken der Ballone.

Die Aufbewahrung der Gummiballone hat frostsicher, dunkel und kühl zu erfolgen, am besten in einem Holzkasten, der Luftzutritt gestattet. Sonnenstrahlung schädigt das Gummi. Die Ballone sind von Zeit zu Zeit umzulagern, die unteren nach oben. Zwecks guter Lagerfähigkeit müssen die Ballone mit Speckstein (Talkum) reichlich eingestäubt werden, wobei auch der Boden des Holzkastens einen Belag von Speckstein hat. Ballone, die beim Füllen trotz vorsichtigen Ziehens und Drückens mit beiden Händen unregelmässige Gestalt annehmen oder sonstwie verdächtig erscheinen, gibt man eine kleinere Aufstiegs geschwindigkeit, um frühzeitigem Platzen vorzubeugen. Bläst im Ballon beim Füllen durch ein Loch Gas ab, so wird er entleert und genau wie ein Fahrradschlauch geflickt:

Mit Benzin den Flicker, der aus einem alten geplatzten Ballon kreisrund auszuschneiden ist, und die Lochstelle abreiben, beides mit Gummilösung bestreichen, gut antrocknen lassen, Flicker andrücken, einige Minuten weiter trocknen lassen, Ballon wieder füllen. Versucht man einen bereits gefüllten Ballon zu flicken, so platzt dieser meist im Augenblick des Aufstreichens der Gummilösung. Jedenfalls darf kein Ballon, der abbläst oder verdächtig dünne Stellen zeigt, zur Windmessung aufgelassen werden. Häufiges Platzen oder Lecken von Pilotballonen ist unter Einsendung der schlechten Ballone zu melden. Die älteren Ballone sind zuerst aufzubrechen.

ddd) Höhenwindmessung bei Nacht.

Bei nächstlichen Höhenwindmessungen wird der Ballon durch Aufhängen einer kleinen Batterie (Stabbatterie mit angelöteter Lampenfassung) mit kleiner Lampe sichtbar gemacht. Bei windschwachem Wetter

erreicht man damit Höhen bis zu 2 000 m. Die Batterie mit Lampe wird 2 bis 3 m unter dem Ballon an einem dünnen Bindfaden aufgehängt, dessen oberes Ende am Füllansatz befestigt wird. Beim Steigen führt die Lampe langsame Schwingungen aus, wodurch man die Lampe gut von den Sternen unterscheiden kann. Man muss grosse Übung im Verfolgen haben, da bei längerer Dauer der Visierung die langsamen Pendelungen der Lampe nur noch schwach sichtbar sind und die Gefahr der Verwechslung mit Sternen vorliegt.

Das Abwiegen und Füllen eines "Nachtpiloten" geschieht in folgender Weise: Man wiegt den Ballon und Ballast (Batterie, Schnur, eventuell Fallschirm) und bestimmt zu diesem "Ballongewicht" aus der Tabelle den für die gewünschte Steiggeschwindigkeit notwendigen Auftrieb.

Bei der Füllung mit der Fülltülle oder Füllwaage wird man dann zur einfacheren Handhabung den Ballast durch Gewichtstücke ersetzen.

Also bei Verwendung der Fülltülle:

Gewicht der Tülle = Auftriebsgewicht + Ballastgewicht.

Bei Füllwaage:

Aufgelegtes Gewicht = Auftriebsgewicht + Ballastgewicht.

Bei Nachtpiloten wird gelegentlich in den Ballon ein kleiner Fallschirm gelegt, damit nicht nach dem Platzen der Absturz der im allgemeinen etwa 50 g schweren Batterie Schaden anrichtet. Zu diesem Zwecke wird ein etwa 30 . 30 cm grosses Stück dünnen, billigen und leichten Stoffs in der Mitte zunächst mit einem kleinen Loch versehen ("Auslassventil" des Fallschirms). An die 4 Ecken des Tuches werden 4 Zwirnsfäden geknüpft und etwa 50 bis 75 cm tiefer zusammengeknotet, daran ein einzelner Faden 2 bis 3 m lang zum späteren Befestigen der Batterie. Der Fallschirm wird zusammengerollt und durch den Füllstutzen in das Innere des Ballons gebracht samt den 4 Drahtschnüren und noch weiteren etwa 50 cm der einzelnen Drahtschnur. Das Einschieben durch den Gummieinsatz geht sehr schwer, weil das Tuch reibt. Man verschafft sich ein etwa 50 cm langes Stück dünnwandiges Metallrohr von etwa 2 cm innerer Weite. Über dieses Rohr wird zunächst der Füllansatz gezogen so, dass das Rohr ganz in das Innere des Ballons hineinragt. Durch das Rohr lässt sich der Fallschirm samt Schnüren usw. leicht einschieben. Hernach entfernt man das Rohr wieder. Der Ballon wird dann gefüllt abgebunden und an dem zum Füllansatz heraushängenden Schnurende die Lampe befestigt. Platzt der Ballon in der Höhe, so fällt der Schirm heraus, entfaltet sich und trägt die Lampe langsam zur Erde, ohne Schaden anzurichten. Auch wenn Fetzen des geplatzen Ballons herumwehen, kann von diesen der Schirm nicht erreicht und zusammengeklappt werden, wenn man ausser den 4 Drahtschnüren noch weitere etwa 50 cm Schnurende in den Ballon eingeführt hat, sodass der Schirm mithin weit über den Resten der Ballonhülle sich entfalten kann.

cc) Die Verfolgung des Pilotballones.

aaa) Messung.

Vor der eigentlichen Messung werden in das Höhenwindprotokoll Windrichtung und Stärke am Boden, sowie der Himmelszustand und die Sicht eingetragen. Ferner wird Tag, Stunde und Minute

der Beobachtung sowie die übrigen im Protokoll verlangten Einzelheiten vermerkt.

Der Ballon wird aufgelassen und gleichzeitig eine Weckeruhr in Bewegung gesetzt. Da der Aufstieg des Ballons anfänglich sehr rasch vor sich geht, ist eine Verfolgung durch das Beobachtungsfernrohr selbst zunächst kaum möglich. Man klinkt daher die Schrauben für die Feinbewegung des Instrumentes aus und dreht das Fernrohr mit der Hand dem aufsteigenden Ballon nach, wobei man diesen über Kimme und Korn, die auf dem Fernrohr aufgesetzt sind, ansteilt. Nach der ersten Minute wird man den Ballon im Fernrohr verfolgen können, wenn nicht, visiert man genau über Kimme und Korn und macht die Ablesung. Dann klinkt man die Schrauben für die Feineinstellung ein und bringt mit deren Hilfe den Ballon zur nächsten Ablesung genau ins Fadenkreuz. Bei sehr steilem Höhenwinkel gelingt das "Einfangen" des Ballons häufig nur, wenn man beim Anvisieren den Kopf auf die Schulter legt, um das Auge möglichst nahe von der Seite her an die Kimme bringen zu können. Das sichere Einfangen gelingt erst nach einiger Übung, ebenso das Verfolgen des Ballons beim Durchgang durch den Zenith. Zur 55. Sekunde gibt die Weckeruhr ein Glockenzeichen (Vorzeichen) und darauf zu vollen Minute ein zweites Glockenzeichen. Da die volle Minute als Anschneidezeit in Betracht kommt, hält der Beobachter in Drehen inne, bis der Protokollführer die beiden Teilkreise abgelegt hat. Zur zweiten Minute wiederholt sich dieses Spiel usw. Selbstverständlich hat der Beobachter darauf zu achten, dass der Pilotballon um die jeweils volle Minute auch genau in der Fadenkreuzmitte "sitzt", da sonst die Auswertung ungenau wird. Bei schneller Änderung der Seitenrichtung, wenn z.B. der Ballon durch den Scheitelpunkt geht, wird es oft nötig sein, die Feinbewegung am horizontalen Kreise anzuklinken und das Fernrohr um die vertikale Achse mit der Hand zu drehen wie bei der groben Einstellung am Anfang der Beobachtung. Man muss dabei die Hand gleichzeitig auf die Stativplatte auflegen, um eine sichere Führung zu gewinnen. Die Einstellschraube des Höhenkreises aber lässt man stets eingeklinkt, da sonst der Ballon leicht verloren geht. Der Protokollführer verfolgt derweil den Ballon solange als möglich mit blossen Auge, damit er in der Lage ist, den Beobachter bei einem Wiedereinfangen unterstützen zu können. Im allgemeinen sollen alle Handgriffe am Fernrohr allein vom Beobachter ausgeführt werden, auch beim Einfangen!

Gegen Blendung durch die Sonne lässt sich der Beobachter am besten vom Protokollführer durch einen vorgehaltenen Hut schützen. Geht der Ballon unmittelbar vor der Sonne vorbei, so kann man die Visierung mit Hilfe folgender Schutzmittel weiterführen: 1. Eine Kappe mit einem Loch von etwa 5 mm Durchmesser aus Zeichenpapier geklebt, wird auf das Objektiv (auf das dem Ballon zugekehrte Ende des Fernrohres) aufgesetzt. 2. Ein sehr dunkles rotes Glas wird auf das Okular (auf das dem Auge zugekehrte Fernrohrende) aufgesetzt. 3. Hat der Beobachter sehr grosse Übung im Verfolgen, so kann er auch das Objektiv mit den Fingern der Hand abblenden, wobei er zwischen den Fingern nur gerade soviel Raum lässt, dass er den Ballon und die Fadenkreuzmitte gleichzeitig beobachten kann. Bei manchen Apparaten ist eine Irisblende vorhanden.

bbb) Wolken- und Dunstschichten, Windsprünge und Böigkeit.

Wird der Ballon unsichtbar, d.h. verschwindet er in den Wolken oder ist er zu klein, um weiter beobachtet werden zu können, oder zerplatzt er, dann sind die entsprechenden Vermerke zu machen, wobei die Uhrzeit mit Sekundenangabe festgelegt werden muss. Verschwindet der Ballon in den Wolken und sind z.B. 12 Minuten verflossen, hat also der Ballon 1 800 m erreicht (bei einer Aufstiegsgeschwindigkeit von 150 m pro Minute), dann ist die untere Wolkengrenze, in die der Ballon eintaucht, auch in 1 800 m Höhe über dem Beobachtungsplatze

anzunehmen und im Protokoll zu vermerken. Das Eintauchen in die Wolken lässt sich meist gut beobachten, da der Ballon allmählich schlechter sichtbar wird (grauwerden des Ballons!) und schließlich verschwindet.

Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass das Verschwinden nicht etwa darauf zurückzuführen ist, dass sich tieferliegende Wolken zwischen Ballon und Beobachter einschieben. In diesem Falle lautet der Vermerk: "Ballon hinter Wolken verschwunden."

Durch regelmässige sorgfältige Beobachtung der Wolkenarten und der mit Pilotballon gemessenen Wolkenhöhe wird der Beobachter seine Übung im Schätzen der Wolkenhöhe zu vervollkommen suchen, während umgekehrt genaue Kenntnis der Wolkenarten und grosse Übung im Schätzen der Wolkenhöhe das Urteil darüber erleichtern wird, welcher Ursache man das Verschwinden des Ballons zuzuschreiben hat. Die Beurteilung besonders der Höhe mehrerer Wolken-schichten (worüber im Protokoll Vermerke zu machen sind), hängt wesentlich von der Übung sowohl im Verfolgen wie im Schätzen der Wolkenhöhen ab.

Nach ausreichender Übung im Verfolgen findet der Beobachter oft weitere interessante Eigentümlichkeiten, die mit Uhrzeit- (Höhen-)Angabe dem Protokollführer diktiert und dann der Flugwetterwarte gemeldet werden.

Der Ballon wird plötzlich glasig und erscheint nur als glänzender Lichtfleck, wenn er von der Sonne beschienen wird; einen Augenblick später erscheint er wieder in klar umrissener Kreislinie: "Passieren einer dünnen Dunstschicht in 1 800 m Höhe".

Der Ballon knickt plötzlich scharf querab vom Fadenkreuz weg, während er bisher ganz gleichmässig gezogen war: "Windsprung.", den man bei der Auswertung später in der gleichen Höhe wiederfinden muss.

Der Ballon fängt plötzlich an zu wirbeln, ähnlich wie ein Kinderballon, der in den Propellerstrahl eines Flugzeuges beim "Ballonrammen" geraten ist: "Schicht starker Luftunruhe (Böigkeit)".

Auf Grund solcher beobachteter Eigentümlichkeiten erkennt der Meteorologe oft Zusammenhänge zwischen den einzelnen Erscheinungen, die für die Flugberatung von grossem Werte sind, z.B. Dunstschicht zusammenfallend mit Windsprung deutet auf die Grenzschicht einer sich bildenden Wolkendecke hin.

dd) Auswertung nach dem Münchener Verfahren (Bild 17)

Um den in horizontaler Richtung wehenden Wind bestimmen zu können genügt die Konstruktion der Projektion der räumlichen Pilotbahn in die Horizontalebene mit Hilfe eines Auswertverfahrens. Zubehör:

1.) Eine Sperrholzplatte (1 x 40 x 50 cm) mit Schraube und Schraubenmutter im Mittelpunkt. Die Vertiefung im Kopf der Schraube (Bild 17a) dient zum Einsetzen des Stechzirkels.

2.) Vorgedrucktes Auswertpapier (Bild 17 b). Es enthält: Eine Windrose, geteilt nach 360° , wobei $360^\circ = \text{N}$, $90^\circ = \text{E}$, $180^\circ = \text{S}$, $270^\circ = \text{W}$.

Vom Mittelpunkt ausgehend eine Kurvenschar, fortlaufend bezeichnet mit der Anzahl der Minuten, entsprechend den zeitlich aufeinanderfolgenden Theodolitableesungen, Dieser Kurvenschar zugeordnet eine sich um die halbe Kreisteilung legende Winkelteilung für den Höhenwinkel von $0^\circ - 90^\circ$.

3.) Parallellineal (Bild 17 c), das ist eine halbkreisförmige Zellophanplatte mit zur geraden Kante eingekerbten Parallelen. Das Parallellineal kann auf der Sperrholzplatte mit Hilfe der Schraube drehbar befestigt werden.

4.) Stechzirkel.

5.) Auswertmaßstab (Bild 17 d) mit Skala in m/sec für verschiedene Steiggeschwindigkeiten des Ballons (z.B. 100, 200, 250, 300 m/Minute).

Zur Auswertung richtet man am besten die Sperrholzplatte nach Norden aus, sodass die konstruierte Pilotbahn in der Richtung mit der wirklichen Bahn übereinstimmt. Dann legt man eines der vorgedruckten Auswertpapiere auf die Platte und befestigt darüber drehbar das Parallellineal. Die Auswertkurven für die Höhenwindmessungen eines Tages können auf ein Auswertpapier gezeichnet werden.

aaa) Auftragen der Flugbahn.

Zur Konstruktion der in die Zeichenebene projizierten Ballonorte verfährt man wie folgt: Zuerst wird die Kante des Parallellineals auf den gemessenen ersten Höhenwinkel eingestellt. Vom Mittelpunkt aus greift man dann die Entfernung zum Schnittpunkt der Linealkante mit der mit erster Minute bezeichneten Kurve aus der Kurvenschar ab. Die so gefundene Entfernung wird nun mit vorgegebener Richtung des Seitenwinkels auf dem Auswertpapiere angetragen, indem man die Kante des Parallellineals, auf den Winkel der Windrose eingestellt, zu Hilfe nimmt. Entsprechend findet man die Punkte der Messungen zur 2ten, 3ten usw. Minute, indem man die Höhenwinkel und Kurven aus der Kurvenschar der 2ten, 3ten usw. Minute verwendet. Kontrolle: Hat man die Sperrholzplatte im Zimmer so gelegt, dass der auf der Windrose eingezeichnete dicke, mit "Norden" bezeichnete Pfeil nach Norden weist, so muss auch die Flugbahn auf dem Brett genau so liegen, wie die wirkliche Bahn des Ballons im Gelände verlaufen ist; tut sie das nicht, so wurden entweder falsche Azimute bei der Beobachtung abgelesen, oder der Theodolit war falsch aufgestellt. Man muss 0° ablesen, wenn das Fernrohr nach Norden weist; dann stand der Theodolit richtig.

bbb) Ermittlung der Windrichtungen.

Man muss immer die Richtung bestimmen, aus der der Wind weht. Dazu dient jetzt das Parallellineal. Man dreht die Zellophanplatte so lange, bis eine der Parallelen mit der Richtung der Strecke vom Mittelpunkt zum Punkt 1, dann mit der Richtung der Strecke 1-2, 2-3 usw. zusammenfällt, oder doch wenigstens parallel damit ist. An der Kante des Lineals, die ja immer durch den Mittelpunkt geht, kann man dann jeweils auf dem Teilkreis die Richtung ablesen, aus der der Wind weht.

ccc) Ausmessen der Windgeschwindigkeit.

Die Windgeschwindigkeit findet man mit Hilfe des Auswertmaßstabes. Dabei ist die Skala des Maßstabes zu nehmen, die der Steiggeschwindigkeit des Ballons entspricht. Durch Ausmessen der Strecke 0-1, 1-2, 2-3 usw. erhält man die jeweilige mittlere Windgeschwindigkeit in m/sec ↗

ccc) Ausmessen der Windgeschwindigkeit.

Die Windgeschwindigkeit findet man mit Hilfe des Auswertmaßstabes. Dabei ist die Skala des Maßstabes zu nehmen, die der Steiggeschwindigkeit des Ballons entspricht. Durch Ausmessen der Strecke 0-1, 1-2, 2-3 usf. erhält man die jeweilige mittlere Windgeschwindigkeit in m/sec für die betreffende Höhengschicht, die der Ballon zwischen den beiden Minuten durchstiegen hat.

ddd) Sonderfälle.

1. Vergrößerung der Flugbahn.

Bei geringer Windbewegung kann es vorkommen, dass die Horizontalentfernungen sehr klein sind, sodass man sie nicht mehr genau aus dem Kurvensystem herausgreifen kann. In diesem Falle nimmt man ein Vielfaches der Minutenzahl: Verdoppelt, fünffach oder zehnfach. Das heisst also: Man sticht zur Konstruktion des Ballonortes zur ersten Minute die 2te, 5te oder 10te Kurve an; zur Konstruktion des Ballonortes zur 2ten Minute die 4te, 10te oder 20te Kurve usf. an. Entsprechend bekommt man eine 2fache, 5fache oder 10fache auseinandergezogene Ballonbahn und damit die 2fache, 5fache oder 10fache Windgeschwindigkeit. Die mit dem Auswertmaßstabe abgemessenen Werte müssen also noch durch 2, 5 oder 10 geteilt werden, um die wahre Windgeschwindigkeit zu erhalten. Der erste Punkt, bei dem diese Vergrößerung wohl nicht mehr notwendig wäre, aber noch möglich ist, wird zuerst in der Vergrößerung und dann noch einmal ohne Vergrößerung gestochen und konstruiert. Die folgenden Punkte können dann normal angeschlossen werden.

2. Verkleinerung der Flugbahn.

Bei grossen Windgeschwindigkeiten oder bei hohen Aufstiegen ist es möglich, dass von einer bestimmten Minutenzahl an die Horizontalentfernung nicht mehr aus dem Kurvensystem entnommen werden können. Der letzte Punkt, dessen Konstruktion noch möglich ist, muss dann noch einmal und zwar in der Verkleinerung konstruiert werden. Die Verkleinerung erfolgt sinngemäss der Vergrößerung. Zweckmässig ist dabei als Verkleinerung das Verhältnis $1/2$, $1/5$ oder $1/10$ zu nehmen. Die abgelesenen Windgeschwindigkeiten müssen dann entsprechend verdoppelt, verfünffacht oder verzehnfacht werden.

eee) Anmerkung für geübte Beobachter.

Ähnlich wie bei dem anschliessend behandelten Auswertgerät nach Moltschanoff lassen sich die mit Minuten bezeichneten Kurven auch als mit Höhenangaben bezeichnet verwenden. 1 Minute = 100 Meter. Damit besteht der Vorteil eines einheitlichen Windgeschwindigkeitsmaßstabes auch bei verschiedenen Aufstiegsgeschwindigkeiten des Pilotballons. Dann bedeuten 3,6 mm Abstand der Ballonorte zwischen 2 Minuten = 1 m/sec Windgeschwindigkeit.

ee) Auswertung nach Moltschanoff.

Das Verfahren nach Moltschanoff gleicht im Prinzip dem Münchener Auswertverfahren.

Gerät:

Eine Tafel mit vorgedruckter Kurvenschar, vom Mittelpunkt ausgehend der Reihe nach mit Höhenangaben beziffert, mit einer zugeordneten Höhenwinkelskala 0° - 90° , halbkreisförmig am Rande angebracht. Der nicht durch die Kurvenschar eingenommene Raum des Auswertbrettes ist mit einem Quadratsystem senkrecht aufeinander stehender, paralleler Geraden versehen. Im Mittelpunkte sind übereinander, gegeneinander drehbar ein Lineal, darüber eine mattierte Cellonscheibe mit Windroseneinteilung nach der 360° -Skala angeordnet.

aaa) Auftragen der Flugbahn.

Einstellen des Lineals auf den Höhenwinkel. Darauf wird die mattierte Cellonscheibe solange gedreht, bis das Lineal auf der Windrosenskala den Seitenwinkel (Höhen- und Seitenwinkel am Lineal auf einer Seite vom Mittelpunkt!) anschneidet. Dann wird der Ballonort als Schnittpunkt des Lineals (durch Mittelpunkt gehende Kante beachten!) mit der mit entsprechender Höhe bezifferten Kurve aus der Kurvenschar gefunden und mittels weichem Bleistift auf der mattierte Cellonscheibe vermerkt. Auf diese Weise wird die ganze Ballonbahn konstruiert.

bbb) Ermittlung der Windrichtung.

Man dreht die Cellonplatte solange, bis die Richtungen der Strecken zwischen den einzelnen Messpunkten den auf der Grundplatte eingezeichneten Parallelen des Quadratsystems parallel verlaufen. Die Windrichtung, aus der der Wind kommt, wird dann gefunden, indem man den Schnittpunkt der durch den Mittelpunkt gehenden Geraden mit der Seitenwinkelteilung abliest. Man muss aber dort ablesen, wo der Wind herkommt.

ccc) Ausmessen der Windgeschwindigkeit.

Der Abstand von 2 benachbarten Parallelen des Quadratsystems beträgt als Geschwindigkeitsmaßstab verwandt = 1 m/sec. Es ist daher nur notwendig, die Anzahl der die Verbindungslinie zwischen 2 aufeinander folgenden Messpunkten senkrecht schneidender Geraden auszuzählen, um die mittlere Windgeschwindigkeit in der vom Ballon durchflogenen Schicht in m/sec zu ermitteln.

ddd) Sonderfälle.

Um eine Vergrößerung der Meßgenauigkeit zu erreichen oder ein Auswandern der Ballonbahn aus der Zeichenfläche zu verhindern, ist zuweilen eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Ballonbahn notwendig. Hier gelten die gleichen Grundsätze wie in dem vorher geschilderten Auswertverfahren. Durch Eingang mit einer 2, 5 oder 10 mal vergrößerten oder verkleinerten Ballonhöhe in die Kurvenschar besteht die Möglichkeit, die Ballonbahn 2-, 5- oder 10fach auseinanderzuziehen oder zusammenzudrängen. In diesem Falle muss allerdings, um die so angebrachte Maßstabsänderung wieder rückgängig zu machen, die abgelesene Windgeschwindigkeit um den 2, 5 oder 10fachen Betrag verkleinert, bzw. vergrößert werden.

Weitere Methode der Auswertung (mit dem Rechenschieber).

Zubehör:

1. Rechenschieber mit Skala für Winkelfunktionen.
2. Vordrucktes Auswertpapier mit Kreisteilung in 360 Grad.

Die Horizontalentfernung des Ballons vom Beobachter wird jetzt mit dem Rechenschieber berechnet als $x = m \cdot \cot \alpha$, wobei m die der Minutenzahl entsprechende Steighöhe und α der gemessene Höhenwinkel ist. Diese Horizontalentfernung wird nun ähnlich wie bei der vorigen Methode an dem gemessenen Seitenwinkel vom Mittelpunkt aus abgetragen. Vergrößerung, Verkleinerung und Bestimmung von Windrichtung und Windgeschwindigkeit sind in entsprechender Weise vorzunehmen.

G. der Luftdruck.

a) Das Quecksilberbarometer (Bild 18 u. 19).

Eine der wichtigsten Aufgaben im Wetterdienst ist die genaue Bestimmung des Luftdruckes. Nicht nur für die Wettervorhersage ist die Kenntnis dieser Grösse von Bedeutung, sondern auch ganz besonders für die Luftfahrt. Hier wird von der Abhängigkeit des Luftdruckes von der Höhe Gebrauch gemacht zur Höhenmessung. Da dabei geringe Luftdruckdifferenzen schon bedeutenden Höhenunterschieden entsprechen, muss der Beobachter die Bestimmung dieses meteorologischen Elementes sorgfältig vornehmen. Seine Arbeit muss hier besonders verantwortungsbewusst durchgeführt werden. Von den Instrumenten, die für den dauernden Gebrauch in Frage kommen, hat sich zur genauen Messung das Quecksilberbarometer besonders bewährt. Das Aneroidbarometer gestattet gegenüber dem Quecksilberbarometer eine schnellere Bestimmung des Luftdruckes, hat aber verschiedene Nachteile (z.B. elastische Nachwirkungen), die einen Vergleich mit dem Quecksilberbarometer in bestimmten Zeitabständen notwendig machen. Als Zeigerinstrument mit Spiegelablesung ist das Aneroidbarometer dann aber mit genügender Genauigkeit verwendbar.

aa) Beschreibung.

Bei den meteorologischen Stationen sind durchweg Gefässbarometer im Gebrauch. Die übliche Form des Gefässbarometers ist aus Bild 18 zu ersehen. Es besteht aus einer abgeschlossenen besonders geformten Kammer, die durch eine im Gebrauch nur locker angezogene Schraube (Luftschaube) L mit der Aussenluft in Verbindung steht. In das nicht vollständig gefüllte Gefäss ragt eine oben geschlossene Glasröhre (von genau gleichbleibendem Durchmesser), in der das Quecksilber durch die Wirkung des Luftdruckes emporgehoben ist. Die obere fest angebrachte Teilung zeigt an, wie hoch sich die obere Quecksilberkuppe über der Quecksilberoberfläche im Gefäss befindet. Ein Nonius lässt eine Genauigkeit der Ablesung bis auf $1/10$ mm zu. Das Mass des Luftdruckes wird durch den Höhenunterschied zwischen der Quecksilberkuppe in der senkrechten Glasröhre und der Quecksilberoberfläche im unteren Gefäss, gemessen in Millimetern, dargestellt. In der luftleeren Standröhre reicht das Quecksilber aus dem anderen Gefäss so weit hinauf, wie der Druck der umgebenden Luft auf das Quecksilber im Gefäss es vermag. Ähnlich wie bei einer aus-

tarierten Waage hält sich Quecksilbersäule und Luftdruck das Gleichgewicht.

Die besondere Konstruktion des benutzten Gefäßbarometers bringt es mit sich, dass durch den geringfügigsten Verlust von Quecksilber das Instrument zu genauen Ablesungen nicht länger geeignet ist. In diesem Falle muss sofort Meldung erstattet werden.

bb) Ablesung.

Der Luftdruck wird mit Hilfe des Barometers in folgender Weise bestimmt:

1. Das Thermometer am Barometer wird auf zehntel Grad genau abgelesen, und zwar sofort nach dem Herantreten an das Barometer, damit die Körperwärme oder die Beobachtungslampe nicht das Thermometer beeinflusst, das dann eine höhere Temperatur anzeigen würde, als sie das Quecksilber des Barometers tatsächlich besitzt.
2. Das Barometer wird durch saches Klopfen ganz leicht erschüttert, damit die Quecksilberkuppe ihre normale Form einnimmt. Bei fallendem Druck ist sie oft flach, bei steigendem stark kugelig gewölbt.
3. Die elektrische Hintergrundbeleuchtung wird eingeschaltet, bezw. dafür gesorgt, dass die Kuppe und der Visierrand sich deutlich abhebt. Im Behelfsfall ist hinter der Teilung ein weisser Kartenstreif angebracht, der bei Bedarf (Dunkelheit) mit der Taschenlampe beleuchtet wird.
4. Der Nonius (Bild 19) wird eingestellt. Dies geschieht, indem durch Drehen am Triebknopf K von oben her der untere Rand R des Nonius N, auf den das Auge stets senkrecht blicken muss, zugleich mit dem hinteren durch die Glasröhre sichtbaren Rand R des Ringes auf die Quecksilberkuppe eingestellt wird, d.h. Auge, Quecksilberkuppe und die unteren Ränder (vorn und hinten) des Metallringes müssen in einer Horizontale liegen. Bei richtiger Einstellung darf bei keiner Stellung des Auges zwischen der obersten Stelle der Kuppe und dem unteren Rand des Nonius bezw. des Ringes sichtbar sein. Rechts und links von der Berührungsstelle ^{eine Lücke} stehen kleine helle Dreiecke. Auf keinen Fall darf der Nonius aber auch zu tief eingestellt werden, sodass ein Teil der Kuppe verdeckt wird. Während der Einstellung darf das Barometer nicht aus seiner senkrechten Ruhelage gebracht werden.
5. An derjenigen Stelle der Skala, auf welche die untere Kante des verschiebbaren Metallringes hinweist, ist der Barometerstand abzulesen. Die Skala ist nur in Millimeter geteilt, doch lassen sich mit einer gewissen Annäherung auch zehntel Millimeter schätzen. So ist bei einer Einstellung wie im Bild 19 der Barometerstand 750 und schätzungsweise 3 - 4 zehntel Millimeter. Um jedoch ganz sicher zugehen, hat man sich des Nonius zu bedienen. Letzterer ist die kleine Skala N, die sich auf der Vorderseite des verschiebbaren Ringes befindet und dessen unterer Rand R zum Nullpunkt hat. Unter den 10 Teilstrichen der Noniusskala wird man einen finden, der mit einem Teilstrich der Hauptskala zusammenfällt, d.h. mit ihm in einer geraden Linie liegt; die zu diesem Teilstrich gehörige Ziffer des Nonius gibt die zehntel Millimeter an. Im vorliegenden Fall ist es die 3, sodass also die Ablesung 750,3 mm lautet.

cc) Korrekturen.

aaa) Temperaturkorrektur.

Bei gleichem Luftdruck ist die Höhe der Quecksilbersäule abhängig von der Temperatur des Quecksilbers. Um die Barometerstände am gleichen Ort zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Temperaturen miteinander vergleichen zu können, bezieht man die Höhe der Quecksilbersäule immer auf dieselbe Temperatur und zwar auf 0° Celsius. Die Grösse der Korrektur wird aus Tabellen bestimmt. Praktisch ist es dabei, die Tabelle neben dem Stationsbarometer an der Wand anzubringen.

bbb) Schwerekorrektur.

Das Gewicht der Quecksilbersäule hängt von der Schwerebeschleunigung ab. Diese Schwerebeschleunigung ist nun in verschiedenen geographischen Breiten verschieden. Zu Vergleichszwecken bezieht man daher alle Druckangaben auf die Schwerebeschleunigung in 45 Grad geographischer Breite. In unseren Breiten (über 45 Grad) ist g grösser als in 45 Grad. Damit ist die Höhe einer Quecksilbersäule bei gleichem Gewicht bei uns kleiner als in 45 Grad. Wir müssen also einen gewissen Betrag zum abgelesenen Barometerstand hinzuzählen. - Mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel wird die Schwerebeschleunigung kleiner. Demnach rechnet man die Höhe der Quecksilbersäule auch noch auf g im Meeresniveau um. Beide Korrekturen zusammengefasst ergeben die Schwerekorrektur (Korrektur auf Normalschwere!), die für dieselbe Station immer gleich bleibt. Meist wird damit gleichzeitig die etwa vorhandene Instrumentalkorrektur verbunden.

ccc) Reduktion auf Platzhöhe (q_{fe}).

Der so berechnete Betrag gibt den Luftdruck in Höhe des unteren Quecksilberspiegels an (Gefäss). Liegt nun aber die Beobachtungsstelle in bestimmter Höhe über dem Gelände (z.B. Flugplatz) und soll der Luftdruck dort bestimmt werden (q_{fe}), so ist dem Druck in der Höhe des Barometers noch ein Betrag zuzuaddieren, der der Höhendifferenz zwischen Barometerhöhe und Platzhöhe entspricht. Dieser Wert ist eigentlich von dem herrschenden Druck abhängig, doch kann angenähert ein Mittelwert des Druckes angenommen werden, besonders wenn es sich um kleine Höhenunterschiede handelt. Damit bleibt auch diese Korrektur für dieselbe Station gleich.

ddd) Luftdruckreduktion auf Meeresspiegel (Normalniveau NN) (q_{ff}).

Zum Vergleich des Luftdruckes an verschiedenen Orten und zur gleichen Zeit (Wetterkarte!) sowie für die barometrische Höhenmessung (Flugzeug) ist eine Umrechnung des Luftdruckes auf NN (Normal-Null, Meeresspiegel) notwendig. Der Reduktionswert ist abhängig von der Höhe der Station über dem Meeresspiegel und von der Temperatur an der Station (Aussentemperatur). Zur praktischen Ausführung der Reduktion gibt es zwei Möglichkeiten:

aaaa) Umrechnung aus Tabellen.

Benutzt werden die vom Reichsamt für Wetterdienst herausgegebenen Tabellensammlungen. Die Tabellen geben die Verbesserungswerte von 10 zu 10 mm Luftdruck, 5 zu 5 Grad Temperaturdifferenz und für Höhenunterschiede von 20 zu 20 m. Die Zwischenwerte sind dann

durch Interpolation zu bestimmen. Da hierbei aber meist eine zweifache Interpolation durchzuführen ist, ist diese Berechnung zeitraubend und kann leicht Rechenfehler erbringen. Man kann diese Methode verbessern durch Aufstellung einer besonderen Tabelle für die betreffende Beobachtungsstelle, also für die bestimmte Höhe der Station. Dabei kann die Druck- und die Temperatureinteilung enger gewählt werden, wodurch sich eine wesentliche Erleichterung und grössere Sicherheit bei den Interpolationen ergibt.

bbbb) Graphische Methode.

Bild 20 zeigt ein Nomegramm, das für jede Station besonders konstruiert werden muss. Von den drei parallelen Geraden tragen die beiden unteren p_1 und p_2 logarithmisch geteilte Skalen für den Druck. Die Temperaturgerade t ist reziprok geteilt. Dabei ist die ^{der} Höhe der Station entsprechende Mitteltemperatur eingerechnet.

Um den auf 0 Grad und Normalschwere reduzierten Druck p_1 auf NN zu reduzieren, verbindet man den Temperaturwert (Aussentemperatur) auf der Geraden t mit dem zu reduzierenden Druck auf der Geraden p_1 mittels eines Lineals oder eines dünnen, gespannten Drahtes. Auf der Geraden p_2 ist dann der gesuchte Druck abzulesen. Es sei ausdrücklich betont, dass als Temperatur nicht die am Barometer abgelesene Temperatur zu nehmen ist, sondern die der Aussenluft (Aussentemperatur).

Bei beiden Methoden muss die der Höhe der Station entsprechende Mitteltemperatur berücksichtigt werden. Nach internationaler Übereinkunft ist dabei als Temperaturabnahme für je 100 m 0.5 Grad zu nehmen (Temperaturgradient). Bei Berechnung der Tabellen und des Nomogramms empfiehlt es sich, die Mitteltemperatur so zu berücksichtigen, dass man nur mit der an der Station gemessenen Aussentemperatur in die Tafel oder das Nomogramm einzugehen hat (siehe oben).

ccc) Masseinheiten.

Beim Quecksilberbarometer (Flüssigkeitsbarometer) wird der Druck gemessen durch das Gewicht der über einem qcm stehenden Quecksilbersäule (Flüssigkeitssäule). Da bei gleichem Querschnitt des Rohres durch Druckänderungen nur die Höhe der Quecksilbersäule geändert wird, könnte man einfach diese Höhe als Mass für den Druck nehmen, also in diesem Falle: "mm Quecksilber".

Man verwendet aber meistens ein anderes Mass: "mbar (Millibar)". Als Druckmass ist diese Grösse, durch die Abhängigkeit von der Schwerebeschleunigung g , von Ort zu Ort verschieden. Demnach müsste eigentlich für jeden Ort eine Umrechnungstabelle von mm in mbar aufgestellt werden. Da aber alle Druckangaben auf die Schwerebeschleunigung g in 45 Grad geogr. Breite bezogen werden, genügt auch eine Umrechnungstabelle von mm in mbar für diese Breite.

In 45 Grad geogr. Breite entsprechen 1 000 mbar = 750.08 mm Quecksilber. Auf Grund dieses Zusammenhanges sind die benützten Umrechnungstabellen aufgestellt.

Die angeführten Korrekturen sind in beiden Maßsystemen in gleicher Weise anzubringen. Wenn am Barometer in mm abgelesen wurde, wird dann aber die Umrechnung in mbar erst nach der Reduktion auf 45 Grad geogr. Breite und Meeresniveau vorgenommen.

b) Arbeitsgang für die Bestimmung des Luftdruckes in NN (qff).

1. Temperatur am Barometer ablesen (auf Zehntelgrad genau; z.B. 19.2 Grad Celsius).
2. Barometer leicht erschüttern durch Klopfen oder geringes Neigen des Rohres: Neubildung der Kuppe.
3. Einstellung des Nonius auf die Quecksilberkuppe.
4. Ablesung am Nonius (z.B. 951.6 mbar).
5. Temperaturkorrektur: Aus der Tabelle ist für die aufgerundeten Werte 19 Grad und 950 mbar die Verbesserung 2.94 mbar zu finden. Dieser Wert wird vom abgelesenen Barometerstand abgezogen: $951.6 - 2.9 = 948.7$ mbar.
(Bei negativen Temperaturen wäre dieser Wert zum abgelesenen Barometerstand hinzuzuzählen.)
6. Instrumental- und Schwerekorrektur (feste Werte !):
(z.B. für einen Ort in 48 Grad geogr. Breite 0.1 mbar; sie setzt sich zusammen aus
Umrechnung auf Schwerebeschleunigung in 45 Grad (wird zum Barometerstand addiert) : 0.24 mbar.
Umrechnung auf Seehöhe z.B. für die Höhe von 522 m NN)
: 0.13 mbar. (Wird vom Barometerstand abgezogen).

Zusammengefasst: $+0.24 - 0.13 = +0.11$, aufgerundet auf $+0.1$ mbar.
(Besteht eine Instrumentalkorrektur, so muss diese noch zum Werte von 0.1 mbar zugezählt werden).

Nach 5 ergibt sich dann: $948.7 + 0.1 = 948.8$ mbar.

7. Umrechnung auf Flugplatzhöhe (qfe).
z.B. für 5 m Höhendifferenz: 0.6 mbar (entspricht etwa der Lage der Wetterwarte im 1. Stock)
also $948.8 + 0.6 = 949.4$ mbar.
8. Umrechnung des auf 0 Grad und Normalschwere reduzierten Barometerstandes auf NN (Meeresspiegel) (Qff):

Im allgemeinen sind die Reduktionstabellen (Nomogramm oder Zahlentabelle) für die Höhe des unteren Quecksilberspiegels des Stationsbarometers berechnet. In diesem Falle ist der unter 6 bestimmte Wert des Luftdruckes zur weiteren Reduktion auf NN zu nehmen.
Also: Bei einer Aussentemperatur von 14.7 Grad: 1009,3 mbar.

Ist dagegen die Reduktionstabelle für Platzhöhe berechnet, so nimmt man zur Reduktion auf NN den qfe-Wert.

c) Das Aneroidbarometer. (Bild 21 - 24)

Die elastischen Barometer (Aneroide) beruhen auf der elastischen Zusammendrückbarkeit abgeschlossener, evakuierter, dünnwandiger Gefäße durch den äusseren Luftdruck. Diese Deformationen können durch Hebelsysteme auf einem Zeiger oder eine Schreibfeder übertragen, und die Luftdruckänderungen damit sichtbar gemacht werden.

Trotz verschiedener Vorteile gegenüber dem Quecksilberbarometer (leicht zu transportieren, geringes Gewicht, bequeme Ablesung, Unabhängigkeit von der Schwere usw.) können sie die Quecksilberbarometer nicht ersetzen. Elastische Nachwirkung, Temperatureinfluss und Fehlerquellen im Anzeigesystem machen sogar einen Vergleich mit einem Quecksilberbarometer von Zeit zu Zeit nötig.

So verwendet, erleichtern die Aneroidbarometer aber wesentlich die Arbeit des Beobachters (qfe-Aneroid!). Weiterhin sind sie weniger empfindlich gegen Erschütterung als Flüssigkeitsbarometer, eignen sich daher besonders für Messungen im Flugzeug.

Der Hauptbestandteil eines Aneroidbarometers ist

Die Vidiedose (Bild 21 u. 22)

Sie besteht aus einer flachen, fast luftleeren Metallkapsel (Neusilber) mit gewelltem, dünnwandigem Deckel und Boden. Die Luftdruckschwankungen rufen Deformationen der Dose hervor, denen eine Stahlfeder entgegenwirkt. Die Stahlfeder ist entweder ausserhalb der Dose als Blattfeder angebracht oder im Innern derselben als Spiralfeder. Meist sind bei Spiralfederanordnung mehrere Dosen durch eine Feder im Innern miteinander verbunden, sodass dadurch der Ausschlag vergrössert wird.

aa) Das Aneroidbarometer als Zeigeraneroid (qfe-Aneroid) (Bild 23).

Bei diesem Instrument wird meist eine Vidiedose mit Blattfeder verwendet. Letztere ist nicht an dem Gehäuse befestigt, sondern an einem Träger T angebracht, der selbst nur an drei Stellen gelagert ist. Durch die Schraube S ist die Spannung der Feder und damit die Zeigerstellung zu ändern: Nullpunkteinstellung! Die Stange B ist starr mit der Feder verbunden. Durch die Hebelübertragung H und die Kette K werden die Lageänderungen der Feder auf die vertikale Achse des Zeigers übertragen. Der Zeiger selbst wird durch eine kleine Spiralfeder entgegen dem Kettenzug festgehalten.

Die Bestimmung des Barometerstandes mit dem Quecksilberbarometer ist durch die schwierige Einstellung und Reduktion zeitraubend. Im Flugwetterdienst ist aber oft eine sehr schnelle Bestimmung notwendig (Peiler!). Hierzu ist das Zeigeraneroid (qfe-Aneroid) besonders geeignet. Es muss dabei nur von Zeit zu Zeit die Abweichung des Zeigerstandes vom Barometerstand (Quecksilberbarometer) festgestellt und bei der Ablesung am qfe-Aneroid berücksichtigt werden. Als Zeitpunkte für die Bestimmung dieser Korrektur wählt man zweckmässig Termine zur Beobachtung der "grossen Wetter", bei denen ohnedies qfe und qff am Quecksilberbarometer bestimmt werden müssen. Über die Korrekturen muss laufend Buch geführt werden, sodass eine Kontrolle des Gerätes und der Ablesungen möglich ist.

Z.B. sei der am Stationsbarometer bestimmte Barometerstand, auf Platzhöhe reduziert (qfe), gleich 967,3 mbar. Gleichzeitig zeige das Aneroidbarometer 967,5 mbar. Für die folgenden qfe-Ablesungen am qfe-Aneroid ist dann immer (bis zum nächsten Vergleichstermin) die Korrektur -0,2 mbar anzubringen. Die Aufzeichnungen über die Ablesungen und Korrekturen können etwa in folgender Anordnung gemacht werden

Datum	Uhrzeit	qfe am Quecksilberbarometer	Ablesung am Aneroid	Korrektur
4.10.37	0500	967,3	967,5	-0,2
	0800	967,7	967,8	-0,1
	"	"	"	"
	"	"	"	"
	"	"	"	"

Die Ablesungen am Aneroid selbst sind mit der grössten Sorgfalt vorzunehmen. Zuerst wird das Gerät durch leichtes Klopfen mit den Fingern erschüttert, um Reibungswiderstände im Hebelsystem auszuschalten.

Längere Berührung mit der Hand ist zu vermeiden. Das Auge muss genau senkrecht über Zeiger und Skala gebracht werden. Bei Spiegelablesung muss sich der Zeiger genau mit seinem Spiegelbild decken. Ablesung auf Zehntel Millibar! Fünfer- oder Zehnerfehler können durch eine Kontrollablesung, vielleicht sogar an einem anderen Instrument (Barograph), vermieden werden.

Die Aufstellung des Aneroidbarometers:

Es gelten im wesentlichen dieselben Bestimmungen wie für das Quecksilberbarometer. Vor allem ist das Gerät gegen Strahlung zu schützen (Sonne!).

bb) Das Aneroidbarometer als Barograph (Bild 24).

Werden die Deformationen der Vidiedose statt auf einen Zeiger auf eine Schreibfeder übertragen, so können sie fortlaufend auf der durch das Uhrwerk vorbeigeführten Registriertrommel aufgezeichnet werden. Für den Barographen verwendet man meist Vidiedosen mit Spiralfedern im Innern der Dose. Durch Zusammensetzen mehrerer Dosen wird der Ausschlag vergrößert. Durch den Hebel H werden die Deformationen der Dosen D auf den Schreibarm S übertragen. An der Bündelschraube R kann die Nullpunkteinstellung vorgenommen werden. Die Amplitude kann bei P (Bild 24) durch eine Schraube verstellt werden.

Im übrigen sind die allgemeinen Anweisungen für Registrierinstrumente zu beachten (siehe Anhang).

aaa) Aufstellung des Barographen.

Es gelten auch hier dieselben Vorschriften wie für Quecksilber- und Aneroidbarometer. Strahlungsschutz! Erschütterungsfreie Aufstellung, da sonst die Registrierungen verfälscht werden und vielfach unfreiwillige Zeitmarken entstehen. Vorteilhaft ist die Aufstellung auf 4 Gummiunterlagen an den 4 Ecken.

bbb) Kontrolle.

Der Barograph schreibt den Luftdruck auf, der an seinem jeweiligen Standort herrscht, d.h. das Gewicht der Luftsäule, die über seinem Aufstellungsort liegt; ist also der richtige Stand des Barographen einmal durch Vergleich mit einem daneben aufgehängten Quecksilberbarometer festgestellt, so wird das Instrument auch an einem neuen Platz (selbst bei veränderter Meereshöhe) den richtigen "Druckwert" anzeigen. Trotzdem müssen die Registrierungen von Zeit zu Zeit kontrolliert werden: Zeitmarken zu den Terminen der "grossen Wetter" ! - Undicht gewordene Dosen sind nicht mehr flach, sondern gewölbt.

Verstellungen am Gerät soll der Beobachter möglichst nicht selbst vornehmen, sondern beobachtete Fehler dem zuständigen Meteorologen melden.

ccc) Tendenz.

Um die Änderungen im Verlauf der Luftdruckkurven an verschiedenen Stationen innerhalb der gleichen Zeit miteinander vergleichen zu können, ist man dahin überein gekommen, erstens die Art des Verlaufes (die "Charakteristik" des Steigens oder Fallens) und zweitens den Betrag der Luftdruckänderung innerhalb der letzten 3 Stunden vor der augenblicklichen Beobachtung festzustellen.

Die Art des Verlaufes (Charakteristik) kann leicht am Barographen abgelesen werden. Die Grösse der Änderung wird dagegen aus den Aufzeichnungen der Beobachtungen am Quecksilberbarometer errechnet. Der Vergleich dieser Grösse mit den Aufzeichnungen des Barographen kann sowohl den Barographen als auch die Ablesung am Barometer (Fünferfehler!) kontrollieren.

Die Verschlüsselung der abgelesenen und korrigierten Werte (Barometer und Tendenz!) erfolgt nach dem jeweils gültigen Schlüssel (siehe W.f.H. I B).

H. Temperatur und Feuchte.

a) Die Thermometerhütte.

Die Thermometerhütte ist ein weissgestrichener Holzkasten mit 4 jalousienartigen Wänden, wodurch die Luft frei hindurchstreichen kann. Die Hütte ist so eingegraben, dass sich die Thermometerkugeln in der Hütte 2 m über dem Erdboden befinden. Bei den Ablesungen achte man darauf, dass sie nicht durch Erschütterungen (unsachgemässes Hantieren, abbremsende Flugzeuge) beeinflusst worden sind. In der Hütte sind folgende Instrumente untergebracht:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Das trockene Thermometer | } Beide zusammen bilden das
Psychrometer
(Feuchtigkeitsmesser) |
| 2. Das feuchte Thermometer | |
| 3. Das Maximumthermometer | } Extremthermometer |
| 4. Das Minimumthermometer | |

Der Halter der beiden Extremthermometer darf, sofern er die Sicht auf das trockene und feuchte Thermometer behindert, der Jahreszeit entsprechend in der Höhe etwas verstellt werden (im Sommer nach unten, im Winter nach oben). Die Gefässe der Extremthermometer sollen links vom Beobachter liegen. Das Maximumthermometer ist in die obere Gabel zu legen und erhält damit eine geneigte Lage, sodass das Kapselende höher liegt. Das Minimumthermometer muss waagrecht in der unteren Gabel liegen.

Weiterhin befinden sich meist noch ein Feuchtigkeits- und ein Temperaturschreiber in der Hütte, die im linken Teil der Hütte (Feuchtigkeitsschreiber unten, Temperaturschreiber möglichst in Höhe der Thermometerkugeln) Platz finden.

b) Ablesen der Thermometer.

aa) Die Stationsthermometer (trockenes und feuchtes Thermometer)

Die Thermometerskala ist durch längere Striche in Grade und durch kürzere in fünftel (=zweizehntel) Grade geteilt. Bei der Ablesung müssen aber die ungraden Zehntel geschätzt werden. Temperaturen über 0° sind von 0° an aufwärts, Temperaturen unter 0° sind von 0° an abwärts zu zählen. Temperaturen unter 0° ist stets ein Minuszeichen (-) vorzusetzen.

Das feuchte Thermometer hat die gleiche Thermometerskala.

Nach Öffnen der Klappe sind zunächst die Zehntel abzulesen, dann erst die ganzen Grade, da sonst infolge der schnellen Beeinflussung des Thermometers durch die Körperwärme die Werte für die Lufttemperatur verfälscht würden. Das Auge muss stets senkrecht auf die Queck-

silberkuppe blicken, da die Thermometerskala hinter der Thermometerröhre liegt und bei schrägem Aufblicken die Ablesung ebenfalls gefälscht würde. Zu beachten ist, dass die Kugel des trockenen Thermometers auch wirklich stets trocken ist.

Erfahrungsgemäss irrt sich der Beobachter mitunter um ganze 5° oder 10° ; nach der ersten Ablesung sind daher die ganzen Grade noch einmal nachzuprüfen. Bei beschädigten trockenen Thermometern kann man sich mit einer Ablesung am Minimumthermometer behelfen (Ende des Alkoholfadens). Bei sehr tiefen Temperaturen, wenn die Skala des trockenen Thermometers nicht mehr ausreicht (etwa unter -25°) ist ebenfalls die Temperatur am Minimumthermometer abzulesen.

bb) Extremthermometer.

Zur Benutzung der höchsten und tiefsten Temperatur jedes Tages sind die Stationen mit zwei sog. Extremthermometern, einem Maximum- und einem Minimumthermometer ausgerüstet.

aaa) Das Maximumthermometer dient zur Bestimmung der Höchsttemperatur. Es hat Quecksilberfüllung. Das innere Rohr ist unmittelbar über der Thermometerkugel verengt. Solange die Temperatur steigt, wird das Quecksilber aus der Kugel durch die Verengung hindurchgepresst. Wenn die Temperatur sinkt, vermag das Quecksilber nicht durch die Verengung zurückzugelangen. Der Faden in der Röhre bleibt so liegen, wie er bei der höchsten Temperatur lag. Das Ende des Quecksilberfadens zeigt also die höchste Temperatur (Maximum) an.

Die Skala des Maximumthermometers ist nur in halbe Grade geteilt. Der Stand des Quecksilberfadens ist aber trotzdem bis auf zehntel Grad genau abzuschätzen. Die Grade von 0° nach dem Kapselende zu zeigen Werte über Null, nach dem Gefässende zu Werte unter Null (Minuswerte) an.

Ablesung und Neueinstellung. Das Maximumthermometer wird zusammen mit dem Minimumthermometer nur zur Abendbeobachtung abgelesen. Die höchste Temperatur wird durch das Ende des Quecksilberfadens angezeigt. Nach der Ablesung wird das Thermometer neu eingestellt. Dazu nimmt man es am Kapselende aus dem Halter und schwingt es kräftig und ruckweise durch die Luft, sodass das Quecksilber aus der Röhre wieder in die Kugel gepresst wird. Beim Schleudern selbst Längskante der Skala in Schleuderrichtung!! Nicht zu weit oben anfassen! Bruchgefahr!! Bei richtiger Einstellung muss dann das Maximumthermometer die Temperatur des trockenen Thermometers anzeigen. Zu einer anderen Zeit als zur Abendbeobachtung darf das Thermometer nicht neu eingestellt werden. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn auf besondere Anweisung das Maximumthermometer noch zur anderen Zeit abgelesen wird.

bbb) Das Minimumthermometer.

Das Minimumthermometer dient zur Bestimmung der niedrigsten Temperatur. Es ist mit Alkohol gefüllt. Das oft schwer sichtbare Ende des Fadens in der Thermometerröhre gibt wie beim trockenen Thermometer die augenblickliche Temperatur an. In dem Alkoholfaden liegt ein beweglicher Glasstift. Neigt man das Thermometer dem Kapselende zu, gleitet der Glasstift in der Flüssigkeit bis an das Ende des Fadens. Infolge der Oberflächenspannung der Alkoholkuppe dringt er hier durch die

Oberfläche nicht hindurch. Lagert man das so eingestellte Thermometer waagrecht, so wird bei sinkender Temperatur der Glasstift mitgenommen; er bleibt aber liegen, falls die Temperatur steigt. Das nach der Kapsel zu weisende Ende des Glasstiftes zeigt demnach die niedrigste Temperatur an.

Die Skala des Minimumthermometers ist wie die des Maximumthermometers in halbe Grade geteilt. Der Stand des Thermometers ist aber auch auf zehntel Grade genau abzuschätzen. Die Grade von 0° nach dem Kapselende zu zeigen Werte über Null, nach dem Gefässende zu Werte unter Null (Minuswerte) an.

Ablesung und Einstellung. Das Minimumthermometer wird zusammen mit dem Maximumthermometer nur zur Abendbeobachtung abgelesen, wenn der Beobachter nicht eine andere Anweisung bekommt. Die niedrigste Temperatur wird durch das nach der Kapsel zu gerichtete Ende des Glasstiftes angezeigt. Nach der Ablesung wird das Thermometer neu eingestellt. Es wird aus dem Halter genommen und nach dem Kapselende zu so weit geneigt, dass der Glasstift ins Gleiten kommt; man lässt ihn bis an das Ende des Fadens gleiten, wo er durch die Oberflächenspannung zurückgehalten wird, bringt dann das Thermometer wieder in die waagerechte Lage und legt es in dieser Haltung vorsichtig in den Halter. Bei richtiger Einstellung muss das der Kapsel zu gerichtete Ende des Glasstiftes die Temperatur des trockenen Thermometers anzeigen. Zu einer anderen Zeit als zur Abendbeobachtung darf das Thermometer nicht neu eingestellt werden. Wird auf besondere Anweisung eine Ablesung noch zu einer anderen Zeit verlangt, etwa zur Morgenbeobachtung, so ist das Thermometer auch dann nicht neu einzustellen, vielmehr ist damit bis nach der Ablesung zum Abendtermin zu warten. Mitunter wird der Glasstift durch die Erschütterungen, die der Aspirator verursacht, aus seiner Lage verschoben (nicht feststehende Hütte, ruckhaftes Schliessen der Tür, abbremsende Flugzeuge, unruhiger Gang des Aspirators). Diese Fehlerquellen sind unter allen Umständen abzustellen!! Durch ruckweises Neigen des Minimumthermometers gerät oftmals das Stäbchen ausserhalb der Flüssigkeit, leichtes Stauchen bringt es wieder in die vorschriftsmässige Lage.

cc) Kontrolle der Thermometer, Thermometervergleich.

Um Störungen der Thermometer möglichst bald entdecken zu können, werden das trockene Thermometer, das Maximum- und Minimumthermometer dreimal im Monat, möglichst am 1., 11. und 21. jeden Monats, untereinander bei steigender Temperatur verglichen. Zur Kontrolle des feuchten Thermometers wird der Musselin entfernt und das Thermometer sorgfältig getrocknet. Vorbedingung für die richtige Ausführung dieses Vergleiches ist, dass die Temperatur steigt und vorher nicht schon höher war als z.Zt. der Kontrolle, da dann das Maximumthermometer diesen früheren höheren Stand anzeigen würde. Beim Minimumthermometer ist nicht die Lage des Stiftes, sondern das Ende des Alkoholfadens abzulesen. Die gleichzeitigen Ablesungen der Thermometer sind im Tagebuch ohne jede Korrektur zu vermerken.

dd) Fehlerquellen bei Thermometern, Psychrometern und Haarhygrometern, Erkennung und Behebung.

Es ist streng darauf zu achten, dass die Thermometer auch tatsächlich in der vorgeschriebenen Art und Weise aufgestellt sind. Der ganze Thermometerkörper ist stets sauber zu halten, vor allem muss die Thermometerkugel blank sein und darf beim feuchten Thermometer keinen Ansatz von Wasserstein zeigen. Zur Reinigung von Wasserstein taucht man

die Kugel in verdünnte Salzsäure oder starken Essig.

Die Skala muss gut leserlich sein; sie darf sich innerhalb des Füllrohres um die Kapillare nicht verschieben lassen, da dadurch die Angabe der Gradzahlen falsch wird. Zur Prüfung kann man das Thermometer stürzen oder leicht schütteln. Vor allem ist bei Maximumthermometern hierauf zu achten, dabei zu robuster Neueinstellung desselben leicht eine Beschädigung der Skala selbst oder deren Befestigung eintreten kann. Von Zeit zu Zeit hat man sich zu vergewissern, ob die Abrißstelle des Quecksilberfadens an der Verengung der Kapillare oberhalb der Thermometerkugel noch in Ordnung ist. Man erwärmt hierzu die Thermometerkugel mit der Hand, sodass sich der Faden durch die Ausdehnung nach höheren Skalenwerten verschiebt; den erreichten Höchststand liest man sehr genau ab. Nun stellt man das Thermometer senkrecht (mit der Kugel nach unten) und beobachtet längere Zeit (etwa 10 Minuten) ob der vorhin abgelesene Stand auch tatsächlich erhalten bleibt. Ist dies nicht der Fall, d.h. sinkt der Quecksilberfaden, ohne von aussen erschüttert zu werden, von selbst zurück, so ist die Verengungsstelle schadhaft. Das Thermometer ist sofort auszuwechseln.

Manchmal kommt es vor, dass der Quecksilberfaden in Folge unsorgfältiger Behandlung des Thermometers reisst oder dass Luftblasen sich innerhalb des Fadens einstellen. Die Wiedervereinigung des abgetrennten Fadensstückes mit der Masse des Quecksilbers erreicht man durch vorsichtiges Stauchen des Thermometers oder durch Schleudern. Gelingt es nicht, auf diese Weise eine Vereinigung zu erzielen, so ist ein neues Thermometer anzufordern. Bei Flüssigkeitsthermometern mit Alkoholfüllung reisst der Faden leichter als bei Quecksilberthermometern. Man erwärmt das Thermometer im Wasserbad langsam unter vorsichtigem Klopfen. Unter Umständen muss man auch hier schleudern. Auf keinen Fall darf jedoch solange erhitzt werden, dass etwa die Thermometerflüssigkeit mehr als ein Drittel der oberen Kapillarerweiterung ausfüllt. Dies gilt vor allem für das Minimumthermometer. Führt diese Behandlung zu keinem Erfolg, so ist das Thermometer auszuwechseln.

Oftmals verhindert ein Luftbläschen die Vereinigung der Fadenstücke. Liegt das Bläschen verhältnismässig hoch, so erwärmt man das schräggestellte Thermometer im Wasser unter ständigem Beklopfen. Bezüglich des zulässigen Höchstmasses der Erwärmung gilt das beim Minimumthermometer Gesagte. Die Abkühlung muss anschliessend sehr langsam vorgenommen werden. Am sichersten geht man dabei, wenn man nach Entfernung der Flamme das Thermometer sich zusammen mit dem Wasserbad auf Zimmertemperatur abkühlen lässt. Liegt dagegen das Luftbläschen verhältnismässig tief, dann kühlt man das Thermometer ab. Man taucht es (falls andere Kältemischungen nicht aufzutreiben sind) in eine Mischung von feinerstossenem Eis und Vieh- oder Kochsalz, der man etwas Spiritus zusetzen kann.

Ist die Kapillare des Thermometers nicht luftleer, sondern mit Gas (Stickstoff etc.) gefüllt, dann darf eine Vereinigung des Fadens nie durch Erwärmen versucht werden, sondern nur durch Abkühlung.

Am Minimumthermometer, vor allem dem Bodenminimumthermometer, destilliert oftmals die Flüssigkeit über. Man erkennt dies daran, dass sich die Kapillarinne mit der Flüssigkeit beschlägt oder sich gar an ihr Tröpfchen ansetzen. Behebung: Man zerreisst künstlich den Flüssigkeitsfaden durch rasches, ruckweises Schleudern des Thermometers. Hierauf erwärmt man langsam (Wasserbad!) solange, bis das abgerissene Fadenstück in den mit überdestillierter Flüssigkeit

beschlagenen Kapillarteil eingedrungen ist und sich dort mit dem Beschlag oder den Tröpfchen vereinigt hat. Sodann vereinigt man den abgerissenen Fadenteil wieder mit dem Hauptteil der Thermometerflüssigkeit (Ausführung wie oben angegeben). Auch bei Quecksilberthermometer kann ein Überdestillieren des Quecksilbers vorkommen. Die Wiedervereinigung erfolgt auf gleiche Weise.

Grundsätzlich ist bei diesen Versuchen, ein Thermometer wieder gebrauchsfähig zu machen, die Erwärmung schon vor der Erfüllung des Viertelraumes der Kapillarerweiterung einzustellen. Gasgefüllte Thermometer dürfen nie erwärmt werden. Explosionsgefahr!

c) Die Feuchte.

Zur Bestimmung der Feuchte dient fast ausschliesslich das Psychrometer, das sich aus dem "trockenen und feuchten" Thermometer zusammensetzt. Die über die Thermometer gemachten Ausführungen gelten natürlich auch für das Psychrometer. Durch einen aufzusetzenden Aspirator (kleine Gebläse mit Uhrwerk) wird an dem feuchten Thermometer (bei manchen Konstruktionen, z.B. beim Assmann'schen sog. Reisepsychrometer, auch am trockenen Thermometer) ein gleichmässiger Luftstrom vorbeigesogen, das Thermometer wird "aspiriert". Dadurch erfährt das feuchte Thermometer in Folge der Verdunstung des Wassers eine Abkühlung, deren Betrag vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft und von der Temperatur abhängt. Die Grösse der Abhängigkeit ist durch Versuche und rechnerisch ermittelt, und mit Hilfe von Tafeln (Aspirationspsychrometer-Tafeln) lässt sich daher aus den Temperaturen des trockenen und feuchten Thermometers die Luftfeuchtigkeit ermitteln.

Auch das Schleuderpsychrometer wird zur Bestimmung der Temperatur und relativen Feuchte verwendet. Zur Ausführung der Messungen wird der Griff, der die Drehachse darstellt, horizontal gehalten und die beiden Thermometer durch leichte Drehungen geschleudert. Dadurch erreicht man die bei dem Aspirationspsychrometer mittels Aspirator erzeugte Ventilation. Das Schleudern muss mindestens eine Minute lang andauern, bevor die Ablesungen vorgenommen werden (der Stand der beiden Thermometer darf sich nicht mehr ändern!). Auch ist zu beachten, dass das Instrument vor der direkten Sonnenstrahlung geschützt ist und die Einwirkung der Körperwärme des Beobachters ausgeschaltet wird. Um dies zu erreichen, wird die Beobachtung am besten im Schatten vorgenommen, wobei der Beobachter das Instrument mit ausgestrecktem Arm schleudert und sich zudem gegen die herrschende Windrichtung stellt (Instrument im Luv!). Da jedoch bei Regenwetter Gefahr besteht, dass die Kugel des trockenen Thermometers ebenfalls befeuchtet wird, kann das Schleuderpsychrometer in diesen Fällen nicht verwendet werden.

Die relative Feuchte wird ausserdem annäherungsweise durch das Haarhygrometer bestimmt.

Als Mass der Feuchtigkeit dienen der Dampfdruck und die relative Feuchtigkeit. Unter Dampfdruck versteht man den Druck des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes. Er wird in mm Quecksilberhöhe ausgedrückt und ist zahlenmässig annähernd gleich der in einem Kubikmeter Luft enthaltenen Wassermenge in Grammen.

Die relative Feuchte ist das Verhältnis des wirklich vorhandenen Wassergehalts zu dem bei der gleichen Temperatur möglichen höchsten Wassergehalt. Dies Verhältnis wird in Prozenten angegeben.

aa) Das Psychrometer (mit künstl. Ventilation)

Beschreibung: Das feuchte Thermometer ragt von oben her in das Glasansatzrohr des Halters hinein und wird an der oberen Einführungsstelle in den Halter durch einen Lederring dicht abgeschlossen. Die Kugel des feuchten Thermometers ist mit einer einfachen Lage Mull überzogen, der fest der Kugeloberfläche anliegen muss. Bei der Beobachtung muss die Mullhülle feuchte bzw. bei Temperaturen unter Null mit einer dünnen Eisschicht überzogen sein.

Zur Befeuchtung füllt man das dafür bestimmte Gläschen mit Regenwasser dreiviertel voll und schiebt es von unten in das gläserne Ansatzrohr des Halters soweit ein, bis die Mullumhüllung der Thermometerumhüllung unter Wasser kommt. Dann wird das Gläschen zurückgezogen und stehend in einem mit einer Bohrung versehenen Klötzchen aufbewahrt. (Regenwasser). Damit die Feuchtigkeit der Mullhülle nicht zu schnell verdunstet, wird der Innenraum des Halters durch Korke an der Öffnung des Glasansatzrohres und am Ansatz für den Aspirator abgeschlossen. Für die eigentliche Messung saugt ein Aspirator, der auf das Ansatzstück des Halters gesetzt wird (beim Assmann'schen Psychrometer ist der Aspirator fest angebracht), einen Luftstrom von 2 bis 3 m/sec Geschwindigkeit an der befeuchteten Thermometerkugel vorbei, die sich infolge der Wasserverdunstung im Luftstrom schnell abkühlt. Das feuchte Thermometer sinkt, bis nach 3 - 5 Minuten Stillstand eintritt.

bb) Die Ausführung der Feuchtigkeitsmessung.

1. Vor der Messung werden die beiden Korke entfernt, die das Glasansatzrohr und die Öffnung am Ansatzstück des Halters verschliessen.
2. Im Sommer wird die Mullhülle jedesmal befeuchtet.
3. Der Aspirator wird aufgezogen und auf das Ansatzstück des Halters aufgesetzt.
4. Die Hüttentür wird geschlossen.
5. Nach drei Minuten im Sommer, nach fünf Minuten im Winter werden trockenes und feuchtes Thermometer schnell hintereinander abgelesen, die zehntel Grade zuerst, dann die ganzen Grade.
6. Bei Temperaturen um und unter Null Grad wird der Zustand des Mulls, ob feucht oder vereist, geprüft und bei der Eintragung der Temperaturwerte in das Tagebuch durch eine "w" oder "e" gekennzeichnet. Ist nicht mit Sicherheit festzustellen, ob die Mullumhüllung feucht oder vereist ist, wird bei Temperaturen unter Null Grad Vereisung angenommen.
7. Die Mullhülle wird befeuchtet.
8. Der Aspirator ist abzunehmen und in die Blechdose zu legen.
9. Die Korke werden wieder aufgesetzt.

Die Wartezeit von 3 - 5 Minuten nach dem Aufsetzen des Aspirators bis zum Ablesen ist auf jeden Fall innezuhalten, das sonst ganz falsche Feuchtigkeitswerte gemessen werden.

Vermeidung von Fehlern.

Das feuchte Thermometer darf zusammen mit dem trockenen nicht zu früh, aber auch nicht zu spät abgelesen werden. Falls man im Zweifel ist, wielange man seit Aufsetzen des Aspirators gewartet hat, ist mehrmals nachzusehen, ob der Stand des feuchten Thermometers sich noch ändert.

Die Mullumhüllung darf nirgends schadhaft sein. Sie wird zweckmässig halbjährlich erneuert. Ein quadratisches Mulläpchen von etwa 4 cm Seitenlänge wird in Wasser getaucht und in einfacher Lage so um die Thermometerkugel gelegt, dass es die Kugel dicht und möglichst faltenlos umschliesst. Dicht oberhalb der Kugel wird es durch einen Faden festgebunden. Die über dem Faden hinausragende Teile sind kurz abzuschneiden. Zusätzlich prüft man am feuchten Thermometer, ob seine Einführung in das Ansatzrohr (Lederring) einwandfrei ist.

Bei Temperaturen unter Null Grad darf die Mullumhüllung nur soweit befeuchtet werden, dass die Eisschicht ganz dünn bleibt. Eine Befeuchtung bei jeder Beobachtung ist dann oft nicht notwendig. Zu dicke Eisschichten werden durch Eintauchen des Thermometers in lauwarmes Wasser aufgetaut.

Wenn das feuchte Thermometer bei der Aspiration bis auf den Gefrierpunkt sinkt, verharrt das Ende des Quecksilberfadens oft einige Zeit bei Null Grad, weil beim Gefrieren des Wassers seine freiwerdende "Schmelzwärme" die Temperatur zunächst nicht weiter sinken lässt. Man muss dann den Aspirator unter Umständen noch einmal aufziehen, aufsetzen und warten, bis der Thermometerstand unter Null Grad sinkt und sich nicht mehr ändert.

Wenn trotz aller Vorsichtsmassnahmen das feuchte Thermometer soviel höhere Werte als das trockene aufweist, dass die Psychrometer-tafel eine Bestimmung der Luftfeuchtigkeit nicht zulässt, sind die Werte des feuchten Thermometers in die Beobachtungstabelle mit Fragezeichen zu versehen. Feuchtigkeitswerte werden dann nicht berechnet.

cc) Der Aspirator.

Beschädigungen des Aspirators.

Bei Beschädigung des Aspirators ist sofort ein Ersatzapparat anzufordern. Die Feuchtigkeitsbeobachtungen sind aber nicht einzustellen, sondern es wird ohne Aspirator beobachtet. Man schraubt dazu das Glasansatzrohr ab, netzt das feuchte Thermometer 10, im Winter 30 Minuten vor der Beobachtung. Auch bei dieser Methode lässt sich die Temperaturdifferenz zwischen trockenem und feuchtem Thermometer annähernd genau bestimmen. Im Tagebuch wird vermerkt, dass ohne Aspirator beobachtet worden ist. Dampfdruck und relative Feuchtigkeit werden dann nicht berechnet.

Der Aspirator wird am besten in einer geschlossenen Blechdose in einem ungeheizten Zimmer aufbewahrt. Er darf nicht aus dem Kalten ins Warme gebracht werden, da sonst die Eisenteile beschlagen und rosten.

Prüfung des Aspirators.

Der Aspirator ist monatlich einmal zu prüfen, und zwar in folgender Weise: In der Gehäusekapsel des Aspirators befindet sich ein Kontrollfenster, durch das man das Federhaus beim Umlauf beobachten kann. Man zieht das Uhrwerk auf und lässt es laufen, bis in dem

Kontrollfenster die auf dem Federhaus angebrachte Marke sichtbar wird. Mit der Fingerspitze wird dann die Aspiratorscheibe durch den Spalt gebremst und, wenn die Marke des Federhauses mit den neben dem Fenster angebrachten Strichen zusammenfällt, angehalten. Man zieht das Uhrwerk wieder ganz auf und lässt es wieder laufen, nachdem man einen Blick auf den Sekundenzeiger der Uhr geworfen und sich dessen Stellung gemerkt hat. Man misst die Zeit, bis die Marke des Federhauses wieder mit der Marke am Gehäuse zusammenfällt, also eine Umdrehung des Federhauses vollendet ist, und stellt weiter, ohne die Aspiratorscheibe anzuhalten, in gleicher Weise die 2., 3. und 4. Umdrehungszeit des Federhauses fest. Die Werte werden auf der ersten Seite des Tagebuches verzeichnet. Ist das Laufwerk gut in Ordnung, so darf die erste volle Umdrehungszeit des Federhauses nicht länger als 100 Sekunden dauern. Falls sie grösser ist, muss der Aspirator gegen einen neuen ausgetauscht werden.

dd) Das Haarhygrometer.

Beim Haarhygrometer wird die Eigenschaft der Haare, sich mit zunehmender Luftfeuchtigkeit zu verlängern, als Mittel zur Messung der letzteren benutzt. Auf Grund von Versuchen ist die Skala so eingerichtet, dass der Stand des Zeigers unmittelbar die relative Feuchtigkeit in Prozenten angibt. Das Haarhygrometer liefert ungenauere Werte der relativen Feuchte, ist aber zur Ergänzung und Kontrolle des Psychrometers, besonders im Winter, gut geeignet.

Die meist verwendete Form des Haarhygrometers (nach Koppe) zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Punkt der Skala, der Sättigungspunkt (100 %) unabhängig von anderen Feuchtigkeitsmessern, festgestellt und jeder Zeit nachgeprüft werden kann. Diese Bestimmung geschieht im Zimmer in folgender Weise. Man taucht das mit Musselin umzogene Rähmchen in Wasser ein, lässt es ein wenig abtropfen und schiebt es dann in die innere Nute auf der Rückseite des Blechkästchens ein. Letzteres wird nun durch Einsetzen der Glasscheibe vorn und des Blechschiebers hinten vollkommen abgeschlossen, sodass sich die darin befindliche Luft ganz mit Feuchtigkeit sättigt. Wenn der Stand des Zeigers (auch bei leichter Erschütterung des Kästchens) unverändert bleibt, entspricht er dem Sättigungszustande. Weicht der Stand vom Teilstrich 100 der Skala ab, dann sind die Angaben des Instruments um den Betrag der Abweichung fehlerhaft. Man kann den Fehler aber sofort beseitigen, indem man den beigegebenen Uhrschlüssel durch die Öffnung oben in der Glasplatte einführt und durch Auf- oder Abwickeln des Haares den Zeiger auf 100 dreht; die Erschütterungen durch schwaches Klopfen sind hierbei fortzusetzen.

Diese Justierung und Prüfung soll möglichst alle 10 Tage vorgenommen werden, falls das Instrument zu täglichen Ablesungen benutzt wird.

Ist aus irgendwelchem Grunde das Haar des Hygrometers gerissen, so ist sofort ein neues einzusetzen. Dabei ist auf folgendes besonders zu achten: Da das Haar nicht befettet werden darf, wird es grundsätzlich nur mit einer Pinzette gefasst. Um auch bei unfreiwilliger Berührung mit den Fingern eine Befettung auszuschalten, werden die Hände und Finger sorgfältig mit Brennspiritus abgerieben. Eine Zerrung des Haares muss unbedingt vermieden werden, da dadurch die angezeigten Feuchtigkeitswerte gefälscht würden. Desgleichen ist bei dem Einsetzen der Splinte eine zu

starke Pressung des Haares zu vermeiden, um ein späteres Reißen an diesen Stellen zu verhindern. Die Kugel zur Straffung des Haares muss stets frei hängen. Die Länge ihres Aufhängeseiles ist danach zu regulieren. Die Windung des Haares auf dem unteren Lauf- rädchen muss entgegen der Windung des Kugelseiles wirken und zwar so, dass bei zunehmender Feuchtigkeit (Ausdehnung des Haares!) dieses stets durch das Kugelgewicht wieder gespannt wird und der Zei- ger nach rechts, d.h. nach höheren Feuchtegraden auf der Skala ausschlägt. Bewegt man demnach den Zeiger nach links (zu niederen Skalenwerten), so muss sich das Haar entspannen. Nach dem Einset- zen des neuen Haares ist eine Eichnung des Hygrometers vorzunehmen.

e) Registrierinstrumente der Temperatur und Feuchtigkeit.
(Allgemeines über ihre Behandlung siehe Anhang!)

aa) Der Thermograph (Bild 25).

Der Thermometerkörper ist meist ein Bourdonrohr, das mit Alko- hol gefüllt ist. Bei Temperaturzunahme erfährt das Rohr durch den Druck des sich ausdehnenden Alkohols eine Verbiegung, welche durch eine vergrößernde Hebelübertragung mittels einer Schreibfeder auf dem Schreibstreifen der rotierenden Trommel aufgezeichnet wird. Bei sinkender Temperatur nähert sich umgekehrt das Bourdonrohr seiner bei sehr tiefer Temperatur festgestellten Normalform. Anstelle eines Bourdonrohres kann auch ein Bimetallkörper verwendet werden: er be- steht aus zwei miteinander verschweissten Metallstreifen, die sich bei Temperaturänderungen verschieden stark ausdehnen bzw. zusammen- ziehen. Die dadurch hervorgerufenen Krümmungen des Bimetalls werden wie beim Bourdonrohr aufgezeichnet.

Buchstabenerklärung zum Bild 25:

- | | |
|---|--|
| A | Federabheborrichtung |
| N | Stellschraube zum Regulieren der Federstellung (Nullpunkteinstellung) |
| C | " " " des Federdruckes |
| D | " " " der Amplitude (darf unter keinen Um- ständen vom Beobachter verstellt werden). |
| E | Bourdonrohr |
| F | Befestigung des Bourdonrohres am Gehäuse |
| T | Registriertrummel |

Die Anbringung der Zeitmarken hat mit besonderer Sorgfalt zu geschehen, da durch zu weite Entfernung des Hebels von seiner augenblicklichen Stellung (zur Zeit der Anbringung der Marken) das Bourdonrohr leicht platzt und die Flüssigkeit ausläuft. Dies braucht nicht sogleich zu einem sofortigen vollständigen Auslaufen der Flüssigkeit zu führen. Die Undich- tigkeit erkennt man an der Art der Aufzeichnung und am Geruch des Alko- hols, der dann auftritt. Der Schreibhebel wird innerhalb einiger Zeit allmählich nach unten absinken, die Schreibkurve daher nach tieferen Temperaturen hin eine fälschlich geneigte Linie darstellen.

bb) Der Hygrograph (Bild 26)

Wie beim Hygrometer wird auch hier die durch die Luftfeuchtigkeit hervorgerufene Längenänderung eines entfetteten Frauenhaares durch He- belübertragung sichtbar gemacht und mittels einer Schreibfeder fortlau- fend aufgezeichnet.

Buchstabenerklärung zu Bild 26.

D Stellenschraube zur Veränderung der Amplitude (darf nicht verändert werden!)

F Feder

G Gegengewicht

H Haar

N Nullpunkteinstellung: Zur Einstellung darf N nur in Richtung des Pfeiles verschoben werden.

Anbringung der Zeitmarken: Hebel darf bei dieser Konstruktion nur nach unten bewegt werden, da ein Heben das Haar straff spannen und unter Umständen abreißen würde.

Vielfach findet man in der Praxis beide Instrumente (Thermograph und Hygrograph) in einem einzigen Apparat vereinigt.

Oft setzen sowohl Thermograph wie Hygrograph im Winter Rauhreif an. Die Instrumente müssen dann in Zimmertemperatur gebracht und langsam aufgetaut werden.

I. Der Niederschlag.

a) Niederschlagsmessung.

Aus der Angabe der Menge gefallender Niederschläge lassen sich weitgehende Schlüsse auf die Wetterentwicklung ziehen. Da ausserdem die Art und Menge der Niederschläge mitbestimmend sind für den Erdbodenzustand und damit für den des Rollfeldes eines Flughafens, kommt ihnen eine ebenso grosse Bedeutung zu wie den anderen in den Wettermeldungen enthaltenen Angaben.

Als Mass der Niederschlagsmenge gilt die Niederschlagshöhe in Millimetern, d. i. die Höhe, bis zu der das Regenwasser den Erdboden bedecken würde, wenn nichts abfliessen, versickern oder verdunsten könnte. Der Niederschlagshöhe von 1 mm entspricht eine Regenmenge von 1 Liter auf 1 qm Bodenfläche.

Der Regenmesser ist ein zweiteiliger, mit weisser oder Aluminiumfarbe gestrichener Zylinder aus Zinkblech. Jede Wetterbeobachtungsstelle besitzt zwei Regenmesser, von denen jeweils nur einer am Pfahl aufgehängt ist. Es gehören ferner dazu ein Messglas, ein Blechdeckel und zwei Schneekreuze,

Der Regen wird von dem Auffanggefäss, das eine von einem Messingring mit scharfer Kante begrenzte Auffangfläche von 200 qm hat, aufgefangen und durch den unten eingelöteten Trichter in die Sammelkanne geleitet, die in dem unteren Behälter steht. Der Schnee bleibt bis zur Messungszeit in dem Auffanggefäss liegen. Im Winter ist bei Schneefall in das Auffanggefäss ein Schneekreuz zu setzen, damit der Schnee bei starkem Winde nicht wieder hinausgeweht werden kann. Im Sommer darf das Auffanggefäss auf keinen Fall ein Schneekreuz enthalten; es würde dann geradezu schaden, weil dadurch die Benetzungsfläche und damit die Verdunstung erheblich vergrössert wird.

Das Messglas ist ein hohes zylindrisches Gefäss, das seitlich mit Teilstrichen versehen ist. Auf der Teilung entspricht der Zwischenraum von einem Teilstrich bis zum nächsten einer Niederschlagshöhe von einem Zehntel = 0,1 mm. Die ganzen

Millimeter sind durch längere Striche und durch Zahlen 1 bis 10 gekennzeichnet.

Das Messglas soll möglichst im Hause aufbewahrt werden. Bei Bruch des Glases ist sofort Ersatz anzufordern. Es darf nie ein anderes als das gelieferte Messglas benutzt werden. Nötigenfalls ist das Regenwasser bis zum Eintreffen eines neuen Messglases in einer Flasche aufzubewahren.

Aufstellung des Regenmessers.

Aufstellungsplatz. Die Aufstellung des Regenmessers soll an einem Orte erfolgen, zu dem der Niederschlag, selbst wenn er bei heftigem Winde schräg fällt, doch noch von allen Seiten ungehinderten Zutritt hat. Ein freier Rasenplatz im Ziergarten, ein Gemüsegarten oder ein geräumiger Hofraum auf nicht abschüssigem Gelände eignet sich dazu am besten.

Gebäude, Mauern, Bäume usw. müssen aber vom Regenwasser mindestens ebensoweit entfernt sein, als sie selbst hoch sind.

Dagegen ist es durchaus nicht zweckmässig, den Regenmesser auf eine ganz freie Wiese oder aufs freie Feld zu bringen, weil dort der Wind den Regen und Schnee darüber hinwegweht und dann zu wenig gemessen wird. Auf Dächern, hohen Plattformen und dergleichen darf daher der Regenmesser auch nicht aufgestellt werden.

Der Regenmesserpfahl, an dem der Regenmesser aufgehängt wird, soll aus Eichen-, Lärchen- oder auch harzigem Fichtenholz geschnitten, 140 cm lang, 10 cm stark und oben zur Vermeidung von Schneehauben, die in das Auffanggefäss fallen könnten, etwas abgeschrägt sein. An Stelle der Holzpfähle können auch Betonpfähle benutzt werden.

Aufhängung des Regenmessers. Der Halter, der den Regenmesser trägt, muss am Pfahl so hoch wie möglich befestigt werden. Nach der Anbringung des Halters wird der Regenmesserpfahl so eingegraben, dass der Halter nach Norden zeigt, die Auffangfläche des Regenmessers genau waagrecht liegt und eine Höhe von 1 m über dem Boden hat.

Nur in Gebieten mit hoher Schneelage, wo der Wind Schnee vom Erdboden in das Gefäss wirbeln kann, ist eine grössere Höhe von 1.25 bis 1.50 zweckmässig.

Ausführung der Messung.

Zeit der Messung. Der Niederschlag wird täglich regelmässig dreimal zu den gewöhnlichen Beobachtungszeiten gegen 7, 14 und 21 Uhr gemessen. Der Regenmesser ist auch dann nachzusehen, wenn es der sonstigen Wahrnehmung nach scheinbar nicht geregnet hat; kleine, namentlich in Sommernächten fallende Mengen, die auf dem Erdboden am Morgen längst verdunstet sind, sowie solche, die von starkem Nebel herrühren, würden sonst der Beachtung des Beobachters und somit der Aufzeichnung ganz entgehen.

Bei starken Regenfällen (Gewitterregen, Wolkenbrüchen usw.), die gewöhnlich nur kurze Zeit andauern, ist es sehr erwünscht, die Messung gleich nach ihrem Aufhören vorzunehmen und das Ergebnis nebst der möglichst auf Minuten genau bestimmten Dauer des Regenfalles besonders zu vermerken. Die bei solcher Teilmessung festgestellte Niederschlagshöhe ist natürlich bei der nächstfolgenden Terminmessung hinzuzufügen.

Niederschlag in Form von Regen. Das Auffanggefäss wird abgenommen, die Sammelkanne herausgehoben und ihr Inhalt vorsichtig in das

Messglas geschüttet. Der Stand des Wassers wird bei lotrechter Stellung des Glases auf zehntel Millimeter genau abgelesen. Man stellt hierzu das Messglas auf einen Tisch oder hält es zwischen Daumen und Zeigefinger. Auge und Oberfläche des Wassers müssen sich beim Ablesen in gleicher Höhe befinden. Als solche gilt der mittlere tiefste Teil der Wasseroberfläche, nicht aber der an der Glaswand anhaftende etwas höhere Rand.

Bei Niederschlagsmengen über 10 mm ist das Messglas so oft bis zum 10 mm-Strich zu füllen, bis ein Rest unter 10 mm übrig bleibt.

Beispiel: Das Messglas wird viermal bis zum 10 mm-Strich gefüllt, der Rest gibt 4.5 mm.
Die Niederschlagshöhe ist in diesem Falle =
 $4 \times 10 \text{ mm} + 4.5 \text{ mm} = 44.5 \text{ mm}.$

Für die Aufzeichnung ist zu beachten:

- 0.0 ist zu schreiben, wenn die Niederschlagsmenge noch nicht die Hälfte eines zehntel Millimeters ergibt.
0.0 ist ebenfalls zu schreiben, wenn es der Wahrnehmung nach wohl gerechnet hat, aber die Kanne kein Wasser enthält!

Niederschlag in Form von Schnee, Graupeln, Hagel. Finden sich im Auffanggefäß Niederschläge in fester Form vor, so wird der Regenmesser gegen den zweiten ausgewechselt. Den mit Schnee usw. gefüllten Regenmesser hat man in einen erwärmten Raum, jedoch nicht zu nahe an den Ofen zu bringen und mit dem Blechdeckel zu bedecken, um Verlust durch Verdunstung zu vermeiden. Nach völliger Schmelzung ist das Schmelzwasser in der oben beschriebenen Weise zu messen.

Wenn tauender Schnee fällt, bleibt häufig auf der Windseite des Regenmessers Schnee haften. Auch Rauheif kann sich ansetzen. Der Regenmesser wird dann beim Auftauen am besten in ein Waschbecken gestellt; das darin sich sammelnde Wasser soll aber nicht gemessen werden.

Niederschlag von Tau und Nebel. Starke Taubildung sowie nassen-der Nebel können ebenfalls Wasser in den Regenmesser bringen, doch handelt es sich dabei stets nur um geringe Mengen, die aber nicht der Aufzeichnung entgehen dürfen.

Auswechslung der Kanne in besonderen Fällen. Am Messungstermin ist die Kanne auszuwechseln,

- a) wenn nach Regen plötzlich Frost eingetreten und anzunehmen ist, dass das Wasser in der Kanne gefroren ist. Nachdem die Kanne ins warme Zimmer geholt ist, wird mit der Messung gewartet, bis das Eis vollständig geschmolzen ist;
- b) wenn es zur Beobachtungszeit stark regnet, damit Verluste vermieden werden und der Beobachter in Ruhe im Hause messen kann.

Schneedecke

Höhe der Schneedecke.

Die Messung soll angeben, wie hoch (in ganzen Zentimetern) an jedem Morgentermin der Boden mit Schnee bedeckt ist. Man bedient sich dabei eines Schneepegels.

Schneepegel. Zur Messung kann jeder genügend lange mit Zentimeter-einteilung versehene Maßstab verwendet werden, wenn nur der

Nullpunkt der Teilung mit dem Erdboden in Berührung gebracht werden kann. An einzelnen Stationen wird ein besonderer Schneepegel (Vander- oder Handpegel) benutzt.

Schneepegel, die fest in der Erde stehen, sind nur in Orten mit sehr hoher Schneelage, wo eine Messung mit dem Handpegel Schwierigkeiten macht, zu verwenden.

Messungszeit. Zum Morgentermin (I an jedem Tage, an dem eine Schneedecke liegt).

Messung. Die Schneedeckenhöhe ist an mehreren Stellen zu messen, da der Schnee meist nicht gleichmässig liegt. Auch ist zu beachten, dass der Schneepegel nicht in Vertiefungen (Wagengeleise, Maulwurfsloch) gestossen wird. Aus den Messungen ist das Mittel zu nehmen. Stellen mit starken Verwehungen sind bei der Messung auszuschliessen.

Die Schneedeckenhöhe wird stets in ganzen Zentimeters angegeben.

Bei leichter und nicht mehr geschlossener Schneedecke ist folgendermassen zu verfahren:

Die Höhe wird mit 0 bezeichnet,

1. wenn die Schneedeckenhöhe kleiner als $1/2$ cm ist,
2. wenn mindestens die Hälfte des Erdbodens in der Umgebung schneefrei ist. Die Angabe, welche Höhen hierbei noch vorkommen, ist erforderlich.

Ist dagegen weniger als die Hälfte des Erdbodens in der Umgebung schneefrei, so ist als Schneehöhe die durchschnittliche Höhe einzusetzen und die Schneedecke als durchbrochen zu bezeichnen.

Ergänzungen der Schneedeckenbeobachtungen. In der Spalte "Bemerkungen" sind zu vermerken:

- a) die Zeiten für Bildung und Verschwinden der Schneedecke;
- b) Höhe der Schneedecke, wenn diese sich erst im Laufe des Tages neu bildet und bis zum nächsten Beobachtungstermine bereits verschwunden ist.
- c) Schneereste in Gräben, Wäldern usw.;
- d) Schneebedeckung auf benachbarten Bergen, mit Angabe der Höhe der unteren Grenze;
- e) Vereisung und starke Verwehungen der Schneedecke.

Die Neuschneehöhe ist möglichst täglich ebenfalls um 7 Uhr an einer von Verwehung freien Stelle, die in einem Umfang von etwa einem Quadratmeter glatt mit Brettern belegt ist, zu messen. Nach der Messung ist der Schnee sauber abzukehren. In vielen Fällen ist es vorteilhafter, einen Tisch von etwa 20 bis 30 cm Höhe zur Messung zu benutzen.

Form, Stärke und Zeit der Niederschläge.

Während die Beobachtungen an den Instrumenten und also auch die Messungen der Niederschlagshöhen nur an den vorgeschriebenen Terminen stattfinden haben, soll der Verlauf der Witterung überhaupt soweit als möglich auch zwischen den Terminen beobachtet werden.

Insbesondere sind die Niederschläge nach Form, Stärke und Zeit genauer zu verfolgen.

b) Erläuterungen zu den Formen des Niederschlages.

- **R e g e n** . Die Regentropfen fallen deutlich sichtbar herunter und sind grösser als die Tropfen beim Nieseln.
- **S c h n e e** . Er fällt meist in Form von lockeren Flocken, bei grösserer Kälte sind es Eissternchen.
- **R e g e n** und **S c h n e e** fallen gleichzeitig gemischt.
- + **S c h n e e f e g e n** . Der gefallene Schnee wird durch den Wind am Boden entlanggetrieben.
- + **S c h n e e t r e i b e n** . Der Schnee wird durch den Wind emporgewirbelt. Die Sicht ist geringer als 1 km, und es ist oft schwierig festzustellen, ob dabei Schnee fällt.
- ☐ **S c h n e e d e c k e** . Der Boden ist mit einer Schneedecke bedeckt.
- **N i e s e l n** ist ein feiner Regen mit kleinen Tropfen, die fast in der Luft zu schweben scheinen und selbst leichten Luftbewegungen folgen.
- △ **E i s k ö r n e r** sind glasharte durchsichtige Eiskügelchen von 1 bis 4 mm Durchmesser, die auf hartem Boden deutlich hörbar abprallen.
- △ **G r i e s e l** besteht aus kleinen graupelähnlichen Körnern, deren Durchschnitt kleiner als 1 mm ist. Wenn sie auf harten Boden fallen, prallen sie nicht ab und zerspringen auch nicht. Sie fallen nur in geringen Mengen und bestehen meist aus Eisnadeln oder Schneekristallen, die einen raufreifartigen Überzug erhalten haben.
- ↔ **E i s n a d e l n** treten bei strenger Kälte auf. Sie fallen bei heiterem, ruhigem Frostwetter langsam herab, wobei sie in der Sonne glitzern.
- △ **R e i f g r a u p e l n** sind undurchsichtige Bällchen von schneeartiger Beschaffenheit. Sie sind spröde und leicht zusammendrückbar, prallen zurück, wenn sie auf harten Boden fallen und zerspringen dabei oft. Sie fallen bei Temperaturen um Null und meist zusammen mit Schnee.
- △ **F r o s t g r a u p e l n** sind halb durchsichtig, meist rund, und bestehen aus einem weichen trüben Kern mit einer sehr dünnen Eisschicht darum; sie prallen nicht zurück, zerspringen auch nicht und fallen oft zusammen mit Regen.
- ▲ **H a g e l** besteht aus verschiedenen geformten Eisstücken, deren Durchmesser zwischen 5 und 50 mm schwanken kann. Sie sind entweder mattedurchsichtig oder aus durchsichtigen und trüben Schichten zusammengesetzt.
- ▽ **S c h a u e r** sind Niederschläge, die plötzlich einsetzen und aufhören und ihre Stärke sehr schnell ändern. Es werden dabei schnell dunkle, drohende Wolken mit helleren oder auch mit Aufklaren; der Himmel erscheint dann intensiv blau.
- △ **T a u** besteht aus Wassertröpfchen, die sich durch Kondensation infolge Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung an Gegenständen in der Nähe des Bodens absetzen.
- └ **R e i f** bildet sich in derselben Weise wie Tau durch Ausscheiden von Eiskristallen bei nächtlicher Abkühlung unter 0 Grad.
- ▽ **R a u h r e i f** ist der reifartige Ansatz von Eiskristallen, der sich bei Nebel besonders an senkrechten Flächen, an den Zweigen der Bäume, an Ecken und Kanten von Gebäuden bildet. Besonders dick und reifähnlich ist der Ansatz auf der Windseite.

✓ R a u h e i s , auch Rauh frost genannt, bildet sich wie Rauhreif und hat die Beschaffenheit der Frostgraupeln, hat also einen Eisüberzug.

2 G l a t t e i s ist ein glatter eisförmiger Überzug sowohl an senkrechten wie an waagerechten Flächen.

2 G l a t t e i s d e c k e am B o d e n . Sie entsteht aus unterkühltem Regen oder dadurch, dass Regen auf gefrorenen Boden fällt und dort sofort gefriert.

Falsch ist es, festgetretenen und vereisten Schnee, gefrorenes Tauwasser, gefrorene Regenwasserpützen als Glatteis zu bezeichnen. Solche Erscheinungen werden besonders vermerkt.

≡ N e b e l . Die Sicht ist geringer als 1 km.

≡ B o d e n n e b e l . Der Nebel reicht etwa mannshoch.

= N e b e l d u n s t . Die Sicht ist 1 km oder grösser, der Nebeldunst ist im Gegensatz zum Dunst von grauer Farbe.

c) Der Regenschreiber (Bild 31)

Um jedoch nicht nur die Menge des gefallen Niederschlages sondern auch die Zeit, in der er gefallen ist, angeben zu können, genügen die Aufzeichnungen von Augenbeobachtungen nicht. Man bedient sich daher zusätzlich des Regenschreibers. Er gestattet festzustellen, ob zu einer beliebigen Stunde des Tages Niederschlag gefallen ist und gibt gleichzeitig die Menge desselben an. Er besteht aus einem in seinen Ausmassen genau festgelegten Auffanggefäss, dessen Abfluss den Niederschlag (Regen oder geschmolzener Schnee) in ein darunter befindliches Schwimmergefäss leitet. Dieses zeigt seitlich ein Heberrohr, durch welches der Inhalt abgehebert wird, sobald sein Spiegel die Höhe des knieförmig abgebogenen Rohres erreicht hat. Die Masse sind so gewählt, dass das Abhebern nach 10 mm Niederschlag erfolgt. Die Bewegungen des Flüssigkeitsspiegels im Schwimmergefäss werden durch einen Schwimmer auf einen Zeiger übertragen, dessen Schreibfeder sie auf einem einer rotierenden Trommel aufgelegten Schreibstreifen aufzeichnet. Die Kurve auf dem Schreibstreifen zeigt mehrere Stufen. Fällt an einem Tage kein Niederschlag, so wird die aufgezeichnete Kurve eine gerade Linie darstellen. In diesem Falle braucht man den Streifen nicht zu wechseln, jedoch muss die Feder auf eine neue Ausgangsstellung gebracht werden, die in ausreichendem Masse über der am Vortage aufgezeichneten Linie liegen muss. Dies erreicht man durch vorsichtiges Einfüllen der entsprechenden Menge Wassers durch das Auffanggefäss. Der Schwimmer wird dadurch gehoben und rückt die Feder in die gewünschte neue Ausgangsstellung ein. Die Zeit der Neueinstellung (Datum, Uhrzeit) ist unter die Neueinstellung zu schreiben.

Bei der Wartung des Regenschreibers sind folgende Punkte besonders zu beachten:

1. Es ist peinlich darauf zu achten, dass das Schwimmergefäss stets rein von Fremdkörpern ist (Blattresten, Sandkörnchen usw.), die in das Auffanggefäss geweht und mit dem Niederschlag eingeschwenmt werden können.
2. Das Ableitungsrohr des Niederschlages vom Auffanggefäss zum Schwimmergefäss darf nicht verstopft sein, da sonst die Ableitung verzögert wird und durch Verdunstung des gefallen Niederschlages im Auffanggefäss Verluste eintreten.
3. Das gleiche gilt für das Heberrohr.

Bei Landregen erfolgt manchmal das Abhebern nicht scharf, vielmehr fliesst der Niederschlag im selben Masse langsam ab, wie er gefallen ist, sodass er nicht zur Aufzeichnung gelangt. Um wieder ein ordnungsgemässes Abhebern zu erreichen, lässt man etwas Wachs in dem gebogenen Teil des Heberrohres verlaufen. Von Zeit zu Zeit (alle paar Monate) muss der Wachsüberzug von neuem geschmolzen werden.

4. Die Achsen sowohl des Schwimmergefässes als auch des Uhrwerkes müssen lotrecht stehen. Dann zeichnet sich beim Abhebern eine zu den Stundenlinien des Schreibstreifens parallele Linie auf. Voraussetzung: Vorschriftsmässig aufgelegter Streifen.
5. Die Schreibfeder muss, wenn das Schwimmergefäss abgehoben ist, auf der Nullmarke des Schreibstreifens stehen. Ist dies nicht der Fall, so wird eine Nullpunkteinstellung notwendig. Man löst die Schraube, setzt den Zeiger längs der Schubstange höher oder tiefer, bis er auf der Nullmarke steht und zieht die Schraube wieder fest an.
6. Füllt man nun langsam genau 10 mm Wasser durch das Auffanggefäss ein, so muss das Schwimmergefäss abgehoben werden. Geschieht dies schon früher (bei etwa 8,5 mm) oder überhaupt nicht (sodass noch weiter Wasser zugegossen werden müsste), so muss die Amplitude neu eingestellt werden. Man verändert dazu den Abstand a - b dadurch, dass man das Heberrohr beim Gummiring verlängert oder verkürzt. Dabei ist auf unbedingt gute Dichtung an dieser Stelle zu achten. Zur Probe hebt man zweckmässig noch einmal ab.

Um den Regenschreiber auch während der kalten Jahreszeit in Betrieb halten zu können, ist eine elektrische Heizanlage in Form mehrerer Lampen eingebaut, deren Einschaltung entweder automatisch oder vom Beobachter besorgt wird.

K. Der Sonnenscheinautograph. (Bild 27)

An den grösseren Beobachtungsstationen wird zu klimatologischen Zwecken die Zeit des Sonnenscheins mittels des Sonnenscheinautographen registriert. Man lässt die Sonnenbahn durch eine Glaskugelvollkugel von 96 mm Durchmesser als Brennlinie auf einen Kartonstreifen einbrennen. Dieser ist in die Nuten einer um die Glaskugel konzentrisch gelegten Kugelschale aus Metall eingeschoben. Je nach der Stärke des Sonnenscheins bekommt man auf dem Karton (Streifen) eine stärkere oder schwächere Brennschmelze, die dann vollkommen aussetzt, sobald die Sonne hinter Wolken verschwindet oder unter den Horizont gesunken ist. Da der Streifen eine Stundeneinteilung trägt, wird es möglich, über den ganzen Tag hinweg, den Sonnenschein zu registrieren. Die Dauer des tatsächlich registrierten Sonnenscheins wird nur in Ausnahmefällen der Dauer des astronomisch möglichen Sonnenscheins gleich sein.

Aufstellung des Autographen.

Der Aufstellungsort muss möglichst frei gewählt sein, am besten auf einer frei gelegenen Plattform, sodass die Sonnenstrahlen den Apparat schon bei Sonnenaufgang erreichen können. Der Horizont darf aber nicht von Bergen eingeengt sein. Zur Aufstellung muss das Gerät genau einnivelliert und auf die geographische Breite eingestellt werden. Zudem muss seine Achse in die Ebene des Meridians

fallen. Nachdem das Gerät auf diese Weise eingerichtet ist, wird es meist so fest in seiner Lage verschraubt, dass eine Verrückung nicht möglich ist. Als Kontrolle kann die Brenmlinie dienen: sie verläuft bei richtiger Einstellung des Autographen und bei ordnungsgemäss aufgelegtem Streifen parallel zum Streifenrand.

Das Auflegen des Streifens.

Der Streifen wird zur festgesetzten Zeit (im Sommer abends nach Sonnenuntergang, im Winter vor Sonnenaufgang) in die für die Jahreszeit gültigen Nuten eingeschlossen. Dabei ist zu beachten, dass die Streifenbreite auch tatsächlich dem Nutenabstand entspricht; zu breite Streifen müssen zugeschnitten werden. Die Strichmarke bei der Zahl XII muss bei richtiger Stellung des Streifens mit der in der Metallschale eingeritzten Marke zusammenfallen. Die überstehenden Ränder des Streifens werden nach aussen umgeknickt und der Streifen durch einen Stift in seiner Lage gesichert. Für die Beschriftung der Rückseite des Streifens gilt sinngemäss das in Abschnitt: "Allgemeines über Registrierinstrumente" Gesagte.

Dem im Laufe des Jahres wechselnden Sonnenstand wird durch die Verwendung verschiedener Streifen und Nutenpaare in der Metallschale Rechnung getragen.

Z u s a m m e n s t e l l u n g :

Zeit:	Verwendeter Streifen:
1.3. - 14.4.	Nachtgleichenstreifen
15.4.- 31.8.	Sommerstreifen
1.9.- 14.10.	Nachtgleichenstreifen
15.10.-28.-29.2.	Winterstreifen.

Die richtige jahreszeitliche Lage des Streifens in der Kugelschale geht aus dem Bild 27 hervor.

Die Glaskugel: Sie muss stets fest in ihren Lagern sitzen und darf nicht stärker geschrammt oder gar abgesplittert sein. Fällt im Winter Schnee, so ist er von der Kugel zu entfernen. Zum Schutz gegen Rauhreifansatz überzieht man die Kugel in der kalten Jahreszeit leicht mit Glyzerin.

Bei der Auswertung der Registrierstreifen ist folgendes zu beachten:

1. Auch die geringste Brenns spur ist zu berücksichtigen, man erkennt sie leicht, indem man den Streifen schräg hält.
2. Bei starken Brenns puren mit Aschenbildung und gegenüberliegenden Ei Ein Schn rung en, ist die Aschenbildung nicht zu berücksichtigen und für jede Einschnürung 1/10 Std. in Abzug zu bringen, sind jedoch innerhalb 1 Stunde mehr als 4 Einschnürungen vorhanden, so sind nur 0,4 Std. abzuziehen. Geht die Brenns pur in eine leichte Bräunung über, so ist dieselbe voll zu berücksichtigen.
3. Kurze, kreisrunde Brenns puren sind mit 1 Minute zu bewerten, ist innerhalb 1 Stunde nur 1 derartige Brenns pur vorhanden, so ist 1/10 Std. einzusetzen.

A n h a n g .

A. Allgemeines über Registrierinstrumente.

Für die in den folgenden Kapiteln behandelten meteorologischen Elementen ist es wichtig, fortlaufende Messungen zu haben. Zu diesem Zwecke benützt man Registrierinstrumente; die im folgenden zusammengestellten Punkte sind für alle behandelten Instrumente gültig und daher genauestens zu beachten.

Jedes Registrierinstrument besteht aus zwei Teilen:

das Aufnahmegerät: Es misst fortlaufend das zu untersuchende meteorologische Element.

Beispiel: Beim Barographen wird der Luftdruck durch seine Wirkung auf die Vidiedose oder einen ganzen Satz solcher Dosen gemessen.

das Anzeige- und Schreibgerät: Mittels mechanischer oder elektrischer Übertragung wird durch eine Schreibfeder die vom Aufnahmegerät gemessene Grösse oder Richtung eines meteorologischen Elementes fortlaufend sichtbar aufgezeichnet. Die Behandlung des Aufnahmegerätes ist in den einschlägigen Kapiteln nachzulesen. Um eine einwandfreie Aufzeichnung zu erlangen, muss das Anzeige- und Schreibgerät ständig nachgesehen werden. Metallische Teile sind peinlichst von Rost oder sonstiger Beschmutzung (etwa durch eingespritzte Tinte!) freizuhalten, ebenso ist auf Sauberkeit sowohl der metallischen wie der hölzernen Schutzgehäuse zu achten. Die Anzeigegeräte sind unbedingt erschütterungsfrei aufzustellen, damit nicht "unfreiwillige Zeitmarken" aufgezeichnet werden.

a) Das Hebelwerk.

Um eine einwandfreie Übertragung vom Aufnahmegerät zum Schreibgerät zu gewährleisten, müssen die Achsen fest in ihren Lagern sitzen; es darf keine "Achsenluft" entstehen; doch kann eine zu grosse Reibung im Lager, etwa durch Schmutz, Staub usw., die Aufzeichnungen der Feder verfälschen. Daher sind die Achsen und Lager des Hebelwerks stets vor Verschmutzung zu schützen, zudem werden sie von Zeit zu Zeit (etwa nach 4 bis 6 Monaten) gereinigt und mit Uhrmacheröl leicht eingeeilt. Zur Reinigung verwendet man am besten einen weichen Haarpinsel. Dabei darf jedoch auf keinen Fall eine Verstellung von Schrauben vorgenommen oder eine Achse aus ihrem Lager gehoben werden. Werden Aussenteile mit Tinte benetzt, so trocknet man sie am besten durch Absaugen der betreffenden Stelle mit der Spritze oder mit Löschpapier.

b) Die Schreibfeder.

Sie wird zur Bedienung mit der Arretiervorrichtung vom Schreibstreifen abgehoben und zur jeweils vorgeschriebenen Zeit des Streifenwechsels frisch mit Tinte aufgefüllt (Spritze), wobei man auch zweckmässig die Federspitze anfeuchtet. Die Menge der nachgefüllten Tinte richtet sich nach dem Verbrauch; auf keinen Fall darf durch ungenügendes Auffüllen die Registrierung unterbrochen werden. Die Feder muss stets sauber sein, da sonst entweder die Strichführung zu dick wird (die Feder schmiert!) oder bei Verstopfung überhaupt aussetzt. Um dies zu verhindern reinigt man die Feder von Zeit zu Zeit mit einem dünnen Blechstreifen oder einem Streifen glatten, steifen Papiers. Führt dies nicht zum Ziel, so nimmt man sie vom Schreibhebel ab, reinigt sie mit einem kleinen Pinsel in Spiritus oder stark verdünnter Salzsäure

(2 Tropfen Salzsäure auf 5 Tropfen Wasser) und spült mit Wasser nach. Beim Wiederaufsetzen der Feder ist darauf zu achten, dass die Länge des Schreibhebels nicht verändert wird, da damit eine Veränderung des Ausschlages (Amplitude) verbunden ist. Mit der Zeit wird sich die Federspitze abnützen, und man bekommt eine dicke Strichführung trotz Reinigung. Es ist dann Federwechsel nötig; auch dabei würde eine Verlängerung oder Verkürzung des Hebelarmes eine Veränderung der Amplitude mit sich bringen. Oft ist auch der Federdruck für eine zu dünne oder zu dicke Linienführung verantwortlich zu machen. Meist lässt er sich durch eine Stellschraube regulieren (s. einzelne Instrumente) oder muss, wenn dies nicht der Fall ist, durch vorsichtiges Biegen des Hebelarmes in der entsprechenden Richtung ausgeglichen werden. Zur Prüfung, ob der Federdruck richtig reguliert wurde, soll sich die Feder bei Neigung des Instrumentes nach vorne um ungefähr 30 Grad (also entgegen dem Federdruck) durch ihr Gewicht abheben. Nur dann sind die Aufzeichnungen brauchbar.

Das Abheben der Feder vom Schreibstreifen kann auf verschiedene Arten erfolgen:

Meist befindet sich am Fussbrett des Instrumentes ein Hebel, der von aussen bedient werden kann (also bei geschlossenem Instrument: Schutzkasten befindet sich noch über dem Instrument!

Oftmals geschieht das Abheben dadurch, dass sich die Trommel in ihrer Lage verschieben lässt: sie wird durch einen Hebel von der Feder abgerückt, während letztere in ihrer Lage verbleibt (Steffens-Hedde).

Manchmal (bei Windrichtungsschreiber älterer Konstruktion) ist die Feder mit einem Uhrwerk gekoppelt, das auf einer vertikalen Achse abläuft (auch bei Kontaktanemometer). In diesem Falle erfolgt das Abheben der Feder durch Schwenken des ganzen Systems (Uhrwerk und Schreibarm) von der Trommel weg (meist 90 Grad).

Das Abheben der Feder hat jeweils vor jedem anderen Handgriff am Instrument zu erfolgen. Ausnahme: Anbringung der Zeitmarken: Beim Neuauflegen des Streifens soll jedesmal der Stand der Schreibfeder geprüft werden. Zu diesem Zwecke vergleicht man die in der Registrierung angegebenen Zahlenwerte mit den am entsprechenden nicht registrierenden Instrument abgelesenen Werten (Barograph - Barometer, Hygrograph - Psychrometer, Thermograph - Thermometer usw.). Als Vergleichspunkte wählt man am besten die Zeitmarken (s. weiter unten). Auftretende Abweichungen können verursacht werden:

1. Durch Verschiebung der Nullpunktseinstellung der Feder (Bild 28). Unter Nullpunkteinstellung versteht man die bei Inbetriebnahme des Instrumentes vorgenommene Einstellung der Feder auf den zum gleichen Zeitpunkt am entsprechenden nichtschreibenden Instrument angegebenen Wert (Barograph - Barometer). Ist auf irgendwelche Weise diese Einstellung verändert worden, so zeigt das Registrierinstrument, verglichen mit dem nichtschreibenden Instrument, dauernd um den gleichen Betrag a zu hohe oder zu niedrige Werte. Beispiel: Die Registrierkurve des Barographen liegt stets um 1 mm zu hoch oder zu tief.

Die Neueinstellung der Feder erfolgt bei den einzelnen Instrumenten auf verschiedene Weise und ist dort nachzulesen. Im allgemeinen sollen Neueinstellungen nicht zu häufig vorgenommen werden. Erreicht die Abweichung erhebliche Werte (über 8-10 mm), so muss das Instrument ausgewechselt werden. In diesem Falle ist die Neueinstellung durch den Beobachter zu unterlassen.

2. Durch Änderung der Länge des Hebelarmes (Amplitudenverschiebung):

Sie kann dadurch hervorgerufen werden, dass beim Federwechsel die neue Feder nicht den gleichen Abstand vom Drehpunkt der Hebelübertragung hat wie die

alte oder durch Lockerung der Amplitudenstellschraube. Die Abweichungen zwischen den Werten der Registrierkurve und denen des nichtregistrierenden Instrumentes (Zeitmarken) sind nicht immer gleich gross. Im Gesamtverlauf ist die Registrierkurve gegenüber der unverfälschten Kurve entweder überhöht oder verflacht. Da in diesem Falle zur Neueinstellung des Federausschlages (Amplitude) eine genaue Eichung des Instrumentes notwendig ist, darf der Beobachter keinerlei Verstellungen der Amplitudenschraube vornehmen. Er hat sofort den zuständigen Meteorologen zu verständigen, der alles Weitere veranlasst.

3. Abweichungen durch Verbiegung der Trömmelachse (s. unter Trommel).
4. Abweichungen durch nicht stramm aufgelegten Streifen (s. unter Schreibstreifen).

c) Die Trommel.

Die Trommel stellt einen Metallzylinder dar, dessen Grösse den jeweiligen Erfordernissen angepasst ist. Der untere Rand ist entweder leicht überstehend oder er trägt mehrere kleine überstehende Metallstückchen, auf denen der Schreibstreifen gleichmässig anstehen muss. Die Befestigung des Streifens auf der Trommel besorgt eine im abgenommenen Zustand leicht gebogene Metallschiene, auf deren vorschriftsmässiges Einsetzen besonderes Augenmerk gerichtet werden muss. Ihr freies, gerades Ende muss genügend weit aus der am inneren Trommelrand angebrachten Öse herausstehen. Das Uhrwerk, das der Trommel eingebaut ist, muss rechtzeitig aufgezogen werden (meist beim Streifenwechsel). Stellt sich eine bedeutende Abweichung im Gange der Uhr heraus, so muss vorsichtig an der von der Oberseite der Trommel zugänglichen Reguliervorrichtung das Uhrwerk eingestellt werden. Die Schwenklappe muss nach der Neueinstellung wieder sorgfältig verschlossen werden. Das Uhrwerk braucht vom Beobachter nicht geölt zu werden, weil ein stark geöltes, dem Staub ausgesetztes Uhrwerk leicht verschmiert und bei Temperaturschwankungen grosse Änderungen seines Ganges erleidet.

Wird die Trommel abgenommen, was nur ausnahmsweise erfolgen sollte, so darf auf keinen Fall dabei die Achse verbogen werden. Diese Gefahr besteht sowohl beim Abnehmen wie beim Wiederaufsetzen. Zur Prüfung dreht man die Trommel (bei vollkommen gelockerter Schraube am Achsenende) einmal herum und überprüft die aufgezeichnete Linie. Voraussetzung für eine einwandfreie Feststellung ist ein unbedingt vorschriftsmässig aufgelegter Streifen. Bei Achsenverbiegung zeichnet die Feder keine gerade Linie, sondern eine mehr oder minder leicht geschwungene Kurve. In diesem Falle muss das Instrument ausgewechselt werden.

d) Der Schreibstreifen.

Zu der in der jeweiligen Vorschrift gegebenen Zeit wird auf die Trommel ein neuer Schreibstreifen aufgelegt. Dieser muss folgende Beschriftung tragen:

1. Ort der Beobachtung (Beispiel: Flughafen Wiesbaden-Erbenheim).
2. Datum: Tag, Monat, Jahr (Beisp.: 4. I. 1939).
3. Genaue Auflegezeit (Beisp.: 0820 Uhr).
4. Nummer des Gerätes und Firma (Beisp.: Fuess Nr. 5057).
5. Bei Wochenstreifen neben dem Tagesnamen das zugehörige Datum (Beisp.: Montag, den 4. Januar 1939, Di den 5. Jan. 1939..)
6. Auf dem abgenommenen Streifen hat ebenfalls das Datum und

die Uhrzeit der Abnahme angebracht zu werden (Beisp.: Abgenommen am 4.1.1939, 0819 Uhr).

Für diese Eintragungen ist meist ein vorgedruckter Raum auf dem Streifen vorhanden. Die Uhrzeit der Abnahme und des Auflegens schreibt man zweckmässig ausserdem noch an das Ende bzw. den Anfang der Registrierkurve. Nach Abnahme des Streifens sind auch an die Zeitmarken die genauen Zeiten (aus dem Beobachtungsbuch entnehmen) anzuschreiben.

Zusammenfassung der Beschriftung:

Vor dem Auflegen: Beobachtungsort, Datum, bei Wochenstreifen Tagesnamen mit Datum, Nr. des Instrumentes und der Firma, genaue Zeit des Auflegens am Beginn der Registrierung.

Nach dem Abnehmen: Datum, Uhrzeit des Abnehmens, Uhrzeit der Zeitmarken.

Jeder Streifen darf nur eine Aufzeichnung (Registrierkurve) erhalten. Übereinanderschreiben mehrerer Kurven aus verschiedenen Zeiträumen ist nur beim Regenschreiber zulässig, auch hier aber nur unter bestimmten Umständen (s. Regenschreiber).

Schreibt trotz Reinigung eine Feder, selbst eine neu eingesetzte, nicht, so kann die Beschaffenheit des Schreibstreifens daran Schuld sein: Der Streifen ist infolge des Aufdrucks der Linien fettig! Abhilfe: Schlemmkreide in kleinen Leinenbeutel einbinden und Streifen kräftig abreiben; dann mit einem sauberen Leinenläppchen wieder sorgfältig abwischen.

Um Unstätigkeiten bei der Registrierung zu vermeiden, muss der Streifen allen Stellen der Trommel glatt anliegen. Insbesondere muss er auf den hervorstehenden Stiften des unteren Trommelrandes oder auf diesem selbst allseitig gleichmässig aufstehen, denn nur in diesem Falle liegen die entsprechenden waagerechten Linien der übereinander gelegten Streifenenden auch tatsächlich übereinander.

e) Die Zeitmarken.

Da der Gang der Registrieruhren immer etwas wechselnd ist, so müssen für spätere Bearbeitungen sog. Zeitmarken auf dem Registrierstreifen angebracht werden (täglich mehrere, zum mindesten aber einen). Die Zeit der Anbringung dieser Marken ist jeweils festgelegt. Wenige Bruchteile einer Minute zuvor hat man eine Ablesung am nicht registrierenden Instrument (z.B. am Barometer) gemacht. Zur Anbringung der Zeitmarken bewegt man den Schreibhebel vorsichtig um einige Millimeter aus seiner augenblicklichen Lage nach oben und unten durch leichtes Berühren mit dem Bleistift oder dem Finger. Beim Hygrographen darf man jedoch den Hebel nur so bewegen, dass dabei das Haar entspannt wird, also nach niedrigeren Skalenwerten.

In jedem Falle darf die Zeitmarke nur wenige mm lang sein (höchstens 5 mm), weil eine grössere Entfernung aus seiner jeweiligen Lage eine Beschädigung des Instrumentes bedeuten kann. Nach Abnahme des Streifens wird bei der Schlussbeschriftung an jede Zeitmarke die betreffende Uhrzeit angeschrieben (s.o.). Auf die pünktliche Anbringung der Zeitmarke muss grösster Wert gelegt werden; eine nachträgliche Anbringung ist auf jeden Fall zu unterlassen.

f) Arbeitsgang beim Streifenwechsel.

1. Beschriftung des neuen Streifens.
2. Feder von der Trommel abheben, dabei genaue Uhrzeit feststellen.
3. Soweit Schutzgehäuse vorhanden, dieses erst jetzt öffnen.
4. Abnehmen des alten Streifens (Abnehmen der Trommel dazu notwendig) Metallspange, welche den Streifen auf der Trommel festhält, aus ihren Fugen ziehen. Der Streifen löst sich dann und wird entlang der Trommel nach oben herausgenommen. Darauf achten, dass er nicht an die abgehobene Feder streift! An das Ende der Registrierung die bei 2) festgestellte Zeit schreiben.
5. Uhrwerk aufziehen.
Um ein einwandfreies Auflegen des neuen Streifens zu ermöglichen muss man die Trommel abnehmen. Man entfernt die Schraube an der Trommelachse und zieht die Trommel ab. Vorsicht: Trommel nicht verkanten! Achsenverbiegung! Abnehmen des alten Streifens, Uhrwerk aufziehen.
6. Auflegen des neuen Streifens.
Der untere Streifenrand muss auf dem vorstehenden Trommelrand oder den Metallstiftchen allseitig gleichmässig aufstehen! Metallspange einsetzen. Während der Befestigung derselben mit der rechten Hand sorgt man mit der linken Hand dafür, dass der Papierstreifen ganz glatt der Trommel anliegt und dass die parallelen Linien der Teilung an den Streifenenden genau aneinander passen. Das freie Streifenende darf nicht unter der Metallspange hervorragen.
7. Schreibfeder mit Tinte auffüllen, nötigenfalls reinigen.
Dazu muss in den meisten Fällen die Trommel abgenommen werden.
8. Wiederaufsetzen der Trommel und Schraube anziehen.
9. Bei noch abgehobener Feder wird die Trommel ungefähr auf die Zeit der Auswechslung eingestellt. Hierauf Feder anlegen, dabei Zeit feststellen, Trommel langsam von links nach rechts, also entgegengesetzt der Bewegung des Uhrzeigers solange drehen, bis die Feder in Schreibstellung genau auf den Punkt des Streifens zu liegen kommt, welcher der Zeit der Auswechslung entspricht. Hat man hierbei zu weit gedreht, so dreht man die Trommel um ein grösseres Stück im umgekehrten Sinne zurück und dreht dann wieder von links nach rechts (entgegen dem Uhrzeigersinn), bis die Schreibfeder auf die richtige Zeit eingestellt ist. Nur so kann "toter Gang" des Uhrwerks verhindert werden.
10. Uhrzeit des Wiederansetzens der Feder auf dem Streifen verzeichnen.
11. Prüfen, ob Stand der Feder mit den Werten des nicht registrierenden Instrumentes übereinstimmt. Unter Umständen ist Neueinstellen der Feder nötig, soll aber nur bei wesentlichen Abweichungen vorgenommen werden (Null-Punkteinstellung).
12. Schliessen des Schutzgehäuses.
13. Am abgenommenen Streifen an die Zeitmarken die zugehörige Zeit (Beobachtungsbuch) schreiben.
14. Nach einigen Minuten nachsehen, ob das Instrument ordnungsgemäss funktioniert.
15. Zur genaueren Nachprüfung des Federstandes überprüft man die am abgenommenen Streifen aufgezeichnete Registrierkurve (s. unter Schreibfeder).

B. Versand von Instrumenten.

Ein unverfälschtes Arbeiten der Instrumente verlangt sorgfältige Behandlung und Pflege. Dieselbe muss sich aber auch schon auf die Zeit des Versandes erstrecken. Daher seien im folgenden einige Winke über das Verpacken von nicht ortsfesten Instrumenten für den Versand gegeben.

Grundsätzlich muss, wenn ein Versand durch die Post erfolgt, das Paket als "Wetterdienstpaket" mit empfindlichen Instrumenten als Inhalt auffallend gekennzeichnet werden. Daher Aufschriften mit Rotstift etwa "Vorsicht! Empfindliche Instrumente! Nicht werfen oder stürzen!" Oberseite des Pakets neben der Aufschrift noch besonders kennzeichnen mit "Oben!".

a) Der Theodolit.

Für den Versand des Theodoliten darf nur der dazu bestimmte Schutzkasten verwendet werden. Er enthält im Innern den Ausmassen des Instrumentes genau angepasste und gepolsterte Lager. Zum Einbringen des Instruments in den Kasten ist nur nötig, dass alle Teile richtig gestellt sind. Merkt man beim Einschieben, dass sich irgend ein Teil klemmt, so darf etwa nicht durch Gewalt versucht werden, das Instrument in den Kasten zu bringen, sondern es müssen vielmehr die einzelnen Teile auf ihre den Lagern entsprechende Stellung untersucht und ausgerichtet werden. Vor allem darf auch bei den meisten Theodoliten nicht übersehen werden, das Instrument mit der zentralen Anzugsschraube fest auf das Brett zu schrauben, welches in den Kasten geschoben wird. Zum Versand füllt man zweckmässig die im Innern freibleibenden Hohlräume mit Papierwolle aus.

b) Das Quecksilberbarometer.

Die Verschickung des Barometers kann auf zwei Arten vorgenommen werden. Je nach der Art richtet sich dann auch die Verpackung zum Versand.

1. Verschickung ohne Begleitperson (z.B. Anlieferung von der Fabrik oder Versand zur Reparatur).
2. Verschickung mit Begleitperson (nach Eichung oder Platzverlegung).

Bei der 1. Art muss immer eine Umfüllung des Quecksilberinhalts vorgenommen werden. Da aber die Quecksilbermenge genau abgemessen ist und durch diese Umfüllung leicht Verluste vorkommen können, soll diese Art der Verschickung möglichst vermieden werden. Wenn sie trotzdem notwendig wird, so muss der zuständige Meteorologe die Vorbereitungen zum Versand selbst treffen.

Bei der 2. Art des Transportes ist die Herichtung des Geräts einfacher und kann leicht vom Beobachter selbst ausgeführt werden: Zuerst ist die Luftschraube L (Bild 18) am Gefäss des Barometers, die bei betriebsfertigem Gerät nur lose sitzen darf, festanzuziehen. Erst dann darf das Gerät vom Haken genommen und durch vorsichtiges Neigen das Glasrohr ganz mit Quecksilber gefüllt werden (ähnlich wie bei der Anschlagprobe zur Prüfung des Vakuums!). Nach vollständigem Umkehren des Gerätes (Gefäss oben, Aufhängevorrichtung unten!) wird die Betriebschraube B herausgenommen und durch die Transportschraube T ersetzt. Grösste Vorsicht! Es darf kein Tropfen Quecksilber verlorengehen.

Ist die Transportschraube fest angezogen, dann kann das Barometer in den Transportkasten gelegt werden. Dabei ist zu beachten, dass

dass das Gerät fest im Kasten liegt und keine Verschiebung, besonders in der Längsrichtung, möglich ist (Glasrohr). Durch Filz oder Papier sind Lücken auszustopfen. Beim Transport selbst ist der Kasten immer waagrecht zu halten und besonders vor Erschütterungen zu schützen. Im Auto oder in der Eisenbahn kann der Kasten an geeigneter Stelle (auch dann waagrecht!) befestigt werden.

Bei der Wiederinbetriebnahme verfährt man folgendermassen: Instrument aus dem Transportkasten nehmen - Gefäss nach oben, Aufhängevorrichtung nach unten - Transportschraube T entfernen, dafür Betriebsschraube B einsetzen - Instrument vorsichtig umdrehen (Gefäss nach unten, Aufhängevorrichtung oben) - Instrument aufhängen - Luftschraube L lockern.

c) Das Aneroidbarometer.

Für den Transport desselben sind keine Vorbereitungen am Gerät selbst vorzunehmen (keine Schraube verstellen). Verpackung in Holzwolle oder Papierwolle, erschütterungsfrei (Aufschriften auf Paket wie oben).

d) Die Registrierinstrumente (Barograph, Thermograph, Hygrograph und Hygrometer).

Bei den Registrierinstrumenten ist stets die Verbindung zwischen dem Aufnahmekörper (Vidiedose, Bourdonrohr, Haar) mit dem Hebelmechanismus zu lösen, da der Aufnahmekörper auch während des Transportes weiter arbeitet. Grundsätzlich muss jedoch beachtet werden, dass sowohl weder die Amplitude noch die Nullpunkt-einstellung verändert werden darf. Die Trommel ist abzunehmen und gesondert im Paket zu verpacken. In jedem Falle ist der Schreibarm am Zapfen der Abhebevorrichtung für die Feder von der Trommel festzubinden.

Zur Lösung des Aufnahmekörpers von der Hebelübertragung entfernt man bei dem Barographen und dem Thermographen den Splint, der die Verbindung zwischen beiden herstellt. Der Splint muss dann sorgsam verpackt gesondert beigegeben werden. Die dadurch frei und lose werdenden Arme der Hebelübertragung sind sorgfältig festzubinden, damit ein Schlagen derselben vermieden ist.

Zum Versand des Hygrographen bewegt man den Schreibarm (wie bei der Anbringung der Zeitmarken) nach geringeren Feuchtigkeitswerten, also bei der Konstruktion Bild 26 nach unten und bindet ihn dort am Zapfen der Abhebevorrichtung fest. Durch diese Bewegung wird das Haarbündel entspannt und kann aus dem Haken genommen werden. Sind die Haare in Harfenform angeordnet, so lässt sich nach Entspannung die Harfe abnehmen und gesondert verpackt dem Paket beigegeben.

Auf ähnliche Weise wie oben ausgeführt, entspannt man auch das Haar des Hygrometers. Am unteren Ende der Skala (also links von 0%) befindet sich ein Haken, der zur Befestigung des Zeigers dient. Gleichzeitig kann die Spannkugel in eine Blattfeder eingeklemmt werden.

Die so vorbereiteten Instrumente müssen nun gut gepolstert (durch Papier oder eingewickelte Holzwolle) am besten in einen an den Kanten versteiften starken Karton verpackt werden. Auch beim Versand von Thermometern ist auf die gut gepolsterte Lage des Instrumentes und auf die Druckfestigkeit des Kartons zu achten.

C. Vorschriften über die Behandlung von Wasserstoffgasflaschen für Pilotballonaufstiege.

Für die Durchführung von Höhenwindmessungen ist Wasserstoffgas erforderlich, das in Stahlflaschen aufbewahrt wird. Eine Flasche enthält 6 cbm Wasserstoffgas, das auf 150 Atmosphären verdichtet ist. Beim Arbeiten mit Gasflaschen sind allgemein folgende Gefahrenquellen vorhanden:

a.) Gefahrenquellen.

1. Platzen der Flaschen

. Durch Erwärmung.

Dies ist möglich bei Azetylen und Kohlensäure, nämlich, wenn der Innendruck zu stark infolge Erwärmung der Flasche und des Gases anwächst. Bei Wasserstoff und Sauerstoff ist auch bei stärkerer Sonnenbestrahlung ein Platzen durch Druckerhöhung kaum zu befürchten. Zur Sicherheit verlangen die Unfallverhütungsvorschriften der Gewerbe-Aufsichtsbehörden Schutz der Flaschen vor Sonnenstrahlung für alle Gasflaschen.

Durch Schlagen.

Ein Platzen der Flaschen bei allen Gasen ist leicht möglich durch Schädigung des Stahlmaterials durch Stösse. Das weiche, aber sehr zähe Stahlmaterial der Flaschen wird durch Schlagen örtlich gehärtet, wodurch die Zerreißfestigkeit bedeutend herabgesetzt wird. Stösse und Aneinderschlagen der Flaschen beim Transport sind unbedingt zu vermeiden. Stehend aufbewahrte Flaschen sind durch Halter vor dem Umfallen zu schützen.

Explosionen.

Werden die Flaschen in geschlossenen Räumen aufbewahrt, z. B. in Kellern oder besonderen Häuschen, so führt Undichtwerden der Ventile oder auch nicht völliges Zudrehen der oft schwer gehenden Ventile bei Wasserstoff, Azetylen und anderen brennbaren Gasen durch Vermischung mit der Luft zu Knallgasbildung. Eine Explosion mit verheerender Wirkung erfolgt dann, wenn das ausgeströmte, im geschlossenen Raume verbreitete Gas zur Entzündung gebracht wird, etwa durch eine Streichholzflamme, den Funken eines Taschenfeuerzeuges (Cereisenfunken); es genügt unter Umständen sogar der Öffnungsfunke eines elektrischen Lichtschalters! Es ist also erforderlich, derartige Räume mit genügend grossen Ventilationsöffnungen zu versehen. Auch darf in diesen Räumen kein Feuer angezündet werden. Am besten: Flasche in luftigem Schuppen oder Kasten mit Luftlöchern aufbewahren.

Bei Sauerstoff und Azetylen besteht erhöhte Explosionsgefahr, wenn Fett oder Öl an die Ventile oder Gewinde gebracht und nachher das Ventil aufgedreht wird. Sauerstoff- oder Azetylenexplosionen haben verheerende Wirkungen.

Selbstentzündung des ausströmenden Wasserstoffs.

Beim Füllen der Pilotballone wird dies verhindert, wenn das Gas mit Hilfe eines Reduzierventils (Druckminderventils, Bild 30) der Flasche entnommen wird. Beim Aufstellen aller Gasflaschen ist vor allem auch darauf zu achten, dass im Falle eines Abgleitens des Gummischlauches vom Füllhübel der dann frei austretende Gasstrahl niemals den mit der Füllung beauftragten Mann treffen kann.

Bei Schweissapparaten auf Flugplätzen ist ausserdem darauf zu achten, dass die Austrittsnippel immer von der anderen Flasche weg gerichtet sind, damit z.B. eine aus dem Schlauchnippel hervorschiessende Azetylenstichflamme nicht die Sauerstoffflasche treffen und zur Explosion bringen kann!

Bei sorgfältiger Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften bestehen keine Bedenken, Wasserstoff gelegentlich auch in Büroräumen aufzubewahren. Im allgemeinen wird man das aber vermeiden. Bläst die Wasserstoffflasche nach dem Aufdrehen des Ventils (Fingerrad) am Ventil selbst ab, so muss man die Ventilstopfbuchse durch Anziehen (rechts herum, Normalgewinde) der unter dem Fingerrade befindlichen, ganz flachen Sechskantschraube nachspannen.

b) Vorsichtsmassregeln, zusammengefasst.

1. Schutz vor übermässiger Erwärmung. Aufbewahren der Flaschen in einem kühlen Raume oder in einem strahlungsgeschützten, mit Ventilationsöffnungen versehenen, weissgestrichenen Kasten. Im Büro: Schutz gegen Strahlung des Heizkörpers. Täglich mehrmals lüften! Beim Transport zudecken mit Tüchern.
2. Flaschen nicht werfen, auch nicht beim Legen hat aneinander schlagen lassen.
3. An der Ventilschutzhaube der Wasserstoffflasche nur ganz leicht klopfen, falls diese schwer aufgeht, kein Schlag an die Flasche selbst! Falls Kappe festgefroren, Flasche in einen wärmeren Raum bringen. Nicht klopfen! Niemals Öl, Fett oder Petroleum an irgendwelche Gewinde bei Gasflasche!
4. Festhalter (Klammer) unterhalb des Flaschenhalses anbringen, falls Flasche stehend aufbewahrt wird.
5. Gehörige Entlüftung der Aufbewahrungsräume durch Anbringen genügend grosser Öffnungen. Wasserstoffvergiftungen durch Einatmen von Wasserstoffgas verlaufen häufig tödlich!
6. Beim Füllen kein Feuer, kein offenes Licht, nicht rauchen!
7. Reduzierventil (Druckminderventil) verwenden! Austrittsnippel des Reduzierventils so richten, dass der Gasstrahl niemals den mit der Füllung beschäftigten Mann oder eine andere Flasche treffen kann, wenn einmal der Füllschlauch vom Nippel abruscht.

c) Druckminderventil (Reduzierventil, Bild 29).

Die Druckminderventile für Wasserstoffgas haben einen roten Anstrich. Druckminderventile sind beim Füllen von Pilotballonen grundsätzlich zu verwenden. Die folgenden Anweisungen gelten nur für das Füllen von Pilot- und Registrierballonen.

d) Die einzelnen Handgriffe.

1. Klarmachen der Wasserstoffflasche (Bild 30).

Grosse Verschlusshaube von der Flasche abschrauben (Normalgewinde).

Verschlusskappe (Sechskantmutter) vom Abfüllstutzen abschrauben. (Achtung! Linksgewinde bei Wasserstoffflaschen, also rechts herum drehen beim Losschrauben!).

Flaschenventil ganz kurz öffnen und sofort wieder fest schliessen, um Staub und Feuchtigkeit herauszublasen (Fingerrand hat Normalgewinde). Kopf und Hände weg vom austretenden Gasstrahl: Gefahr der Selbstentzündung!

2. Anschrauben des Druckminderventils.

Die Sechskantüberfallmutter des Druckminderventils wird an den Abfüllstutzen angeschraubt; da dieser Linksgewinde hat, wird linksherum mit Hilfe des Schlüssels festgeschraubt. Kontrolle, ob nicht das Gehäuse des Druckminderventils irgendwo am Flaschenhalse anstößt!

Drosselschraube (Normalgewinde) ganz weit heraus schrauben, bis die dahinter liegende Feder entspannt ist (linksherum drehen!). Die Drosselschraube sieht ähnlich aus wie ein gewöhnlicher Wasserleitungshahn.

Membranventil 2 bis 3 Umdrehungen weit öffnen. Rote geriffelte Schraube mit den Bezeichnungen "Auf", "Zu" (Normalgewinde). Diese Schraube lässt man am besten immer offen, sofern die Anlage nur für Pilot- oder Registrierballone benutzt wird; man braucht diese Schraube nicht, sondern benutzt grundsätzlich nur die Drossel!

3. Prüfen des Druckminder- und des Flaschenventils (Bild 29 u. 30).

Langsames Aufdrehen des Flaschenventils: Der Zeiger am sog. "Inhaltsmesser" zeigt den vollen Flaschendruck an: 150 Atmosphären normalerweise, wenn die Flasche gefüllt ist; dieser Druck ergibt mit dem Flascheninhalt multipliziert den Gasinhalt bei normaler Dichte. (Bei vielen Drosselventilen ist neuerdings das sog. Arbeitsmanometer in Fortfall gekommen). Jetzt darf noch kein blasendes oder pfeifendes Geräusch hörbar sein! Hört man doch ein Abblasen, so ist entweder das Flaschenventil nicht dicht (man kann die unter dem Handrade befindliche flache Sechskantmutter mit dem Schlüssel rechts herum drehen - Normalgewinde - zum Nachspannen der Ventilstopfbuchse), oder die Überfallmutter des Druckminderventils ist noch nicht fest genug angezogen (nachsehen, ob die Dichtung in der Überfallmutter noch gut in Ordnung!), oder die Drossel ist noch nicht weit genug herausgeschraubt, oder das Druckminderventil nicht in Ordnung: dann melden und Ventil einsenden!

Schliessen des Flaschenventils: der angezeigte Druck am Inhaltsmesser darf nur ganz allmählich und ohne jedes Geräusch auf 0 Atmosphären zurückgehen.

4. Anschliessen des Füllschlauches und Füllen des Ballons.

Ein 1 bis 2 m langer Gummischlauch wird mit seinem einen Ende an den Abfüllstutzen des Druckminderventils und mit seinem anderen Ende an die Füllwaage oder die Fülltülle angeschlossen, an diese der Pilotballon.

Aufdrehen des Flaschenventils. Inhaltsmesser zeigt Flaschendruck an, kein Blasen hörbar.

Füllen allein mit Hilfe der Drossel: Nun vermindert man die Drosselwirkung, indem man die Drosselschraube ganz langsam in das Ventilgehäuse hineinschraubt (Normalgewinde, also rechts herum!). Dabei wird das Blasen des ausströmenden Gases leise hörbar. Man kann mit Hilfe der Drossel auch bei ganz voller Flasche ganz langsam abfüllen; 5 bis 10 Minuten lang, bis der Ballon voll ist. Das Druckminderventil ist eben imstande, den vollen Flaschendruck völlig "tot zu drosseln", sodass man mit einem überaus geringen Drucke in der Abfülleitung arbeiten kann.

Das Arbeitsmanometer. Beachten, dass die rote Membranschraube immer leicht geöffnet bleibt, und dass der Zeiger des "Arbeitsmanometers", der zur Anzeige des Druckes in der Abfülleitung dient, immer auf 0 stehen bleibt! Denn der Druck in der Abfülleitung für Pilotballone muss kleiner sein als der kleinste Wert,

den dieses Arbeitsmanometer anzuzeigen vermag! Man wird aber trotzdem auch das Funktionieren des Arbeitsmanometers folgendermassen prüfen:

Bei langsam ausströmendem Gas hält man mit der Hand flüchtig den Abfüllstutzen des Druckminderventils zu und beobachtet das Ausschlagen des Zeigers am Arbeitsmanometer; dann wird man später immer sicher sein, dass die Abfülleitung in Ordnung ist (dass z. B. der Gummischlauch nicht geklemmt oder umgeknickt ist, sofern bei allen Massnahmen während der Füllung das Arbeitsmanometer 0 Atmosphären anzeigt!). Man braucht also das Arbeitsmanometer für die Pilotballonfüllung nicht, benutzt aber, da es einmal vorhanden ist, die geschilderte Annehmlichkeit (es gibt heute auch Druckminderventile, die kein Arbeitsmanometer, sondern nur einen Inhaltsmesser haben. Für diese Geräte bleiben die hier gebrachten Vorschriften, besonders über den Gebrauch der Drossel, voll in Geltung. Lediglich die Sätze über das Membranventil und das Arbeitsmanometer fallen fort!).

5. Beendigung der Füllung.

Herausschrauben der Drossel (links herum). Es darf nichts mehr abblasen. Der Inhaltsmesser muss seinen Stand unverändert beibehalten.

Zudrehen des Flaschenventils. Der Inhaltsmesser muss seinen Stand weiter beibehalten.

Losmachen und Abbinden des Pilotballons. Zum Abbinden keinen Bindfaden, sondern Schnürband verwenden.

Hineinschrauben der Drossel: Kurzes pfeifendes Geräusch, der Gasrest in den Höhlungen des Druckminderventils bläst ab.

Der Inhaltsmesser geht mit einem Ruck auf 0 Atmosphären zurück!

Herausschrauben der Drossel (links herum). Die Flasche ist klar zur nächsten Füllung. Der Inhaltsmesser muss auf 0 Atmosphären stehen bleiben, sonst ist das Flaschenventil noch nicht fest genug zuge dreht.

6. Zusammenstellung der Handgriffe beim Füllen.

Kontrolle, ob Drossel ganz herausgeschraubt ist.

Kontrolle, ob Membranschraube aufgeschraubt ist. Die Membranschraube soll immer offen sein.

Flaschenventil aufdrehen. Drossel

Drossel langsam hineinschrauben und dadurch füllen.

Drossel herausschrauben und dadurch Füllung beenden.

Dann weiter wie unter 5. beschrieben.

7. Auswechseln der Flasche.

Am Inhaltsmesser erkennt man leicht bei jeder neuen Füllung die Abnahme des Gasdrucks und damit des Inhalts, sodass man rechtzeitig eine neue Flasche bestellen kann. Nach dem Abschrauben des Druckminderventils nicht vergessen: Verschlusskappe wieder aufsetzen (Sechskantmutter Linksgewinde) und Verschlusshaube wieder aufschrauben, Normalgewinde.

Umrechnungstafel für Windgeschwindigkeiten.

Meter in der Sekunde m/sec	Kilometer in der Stunde km/h
1	3,6
2	7,2
3	10,8
4	14,4
5	18,0
6	21,6
7	25,2
8	28,8
9	32,4
10	36,0
11	39,6
12	43,2
13	46,8
14	50,4
15	54,0
16	57,6
17	61,2
18	64,8
19	68,4
20	72,0
21	75,6
22	79,2
23	82,8
24	86,4
25	90,0
26	93,6
27	97,2
28	100,8
29	100,4
30	108,0
31	111,6
32	115,2
33	118,8
34	122,4
35	126,0

W i n d s t ä r k e .

Starke Beaufort	Meter in der Sekunde von - bis	Km/h Mitt. abgerund.	Name	Wirkung auf Rauch, Flaggen und Bauten	Wirkung auf Bäume	Wirkung auf stehende Ge- wässer: Teiche, Seen	Wirkung auf Gefühl, Gehör
0	0,0 - 0,5	1	vollk. Stille	Rauch steigt gerade empor			
1	0,6 - 1,7	5	Leiser Zug	Rauch steigt fast gerade emp.			
2	1,8 - 3,3	10	Leicht. Wind	Bewegt Wimpel	Bewegt Baum- blätt. zeitw.		Soeben bemerkt.
3	3,4 - 5,2	15	Schwach. Wind	Bewegt Flaggen	Bewegt Baum- blätt. andau- ernd	Kräuselt die Oberfläche	
4	5,3 - 7,4	20	Mässiger Wind	Streckt Wimpel	Bewegt unbe- laubte schwä- chere Aeste		
5	7,5 - 9,8	30	Frischer Wind	Streckt Flaggen	Bewegt unbe- laubte gröss. Aeste	Wirft Wellen	Schon un- angenehm
6	9,9 - 12,4	40	Starker Wind	Flaggen knat- tern	Bewegt schwäch. Bäume	Wirft Wellen mit vereinz. Schaumköpfen	Fauchen an Häusern hörb.
7	12,5 - 15,2	50	Steifer Wind		Bewegt unbel. mittelstarke Bäume	Wirft Wellen m. viel. Schaum- köpf., die sich ob. überstürzen	
8	15,3 - 18,2	60	Stürm. Wind		Bewegt stärk. Bäume, bricht Zweige u. kl. Aeste		Hemmt Ge- hen im Freien
9	18,3 - 21,5	70	Sturm	Beschädigt Dächer	Bricht unbe- laubte gröss. Aeste		
10	21,6 - 25,1	85	Voller Sturm		Bricht Bäume		
11	25,2 - 29,0	100	Schwerer Sturm	Deckt Dächer ab	Bricht Gehölz	Zerstörende Wirkungen schwerer Art	
12	über 29,0	üb. 100	Orkan	Wirft Schorn- steine um	Bricht Wälder	Verwüstende Wirkungen	

B \ w	100	150	200	250
	A	A	A	A
16	25			
18	26			
20	27	77		
22	28	79		
24	29	81		
26	30	82		
28	30	83		
30	31	84	180	
32	32	85	181	
34	33	86	182	
36	34	87	183	
38	34	88	184	
40	35	89	185	
42	36	90	186	
44	36	91	186	
46	37	92	188	
48	38	93	188	
50	38	94	189	315
52	39	95	190	316
54	39	96	191	316
56	40	97	192	316
58	41	97	192	317
60	41	98	193	317
62	42	98	193	317
64	42	100	194	318
66	43	100	195	318
68	43	101	196	319
70	44	102	197	319
72	45	103	197	319
74	45	103	198	320
76	45	104	198	320
78	46	105	199	320
80	46	106	200	321
82	47	106	200	321
84	47	107	201	321
86	48	108	202	321
88	48	108	202	322

B = Ballongewicht in Gramm
 A = Auftrieb (Steigkraft) in Gramm
 w = Steiggeschwindigkeit in m/min

Bildverzeichnis.

Bild	1.	Linien gleicher, magnetischer Abweichung
"	2.	Sichtmarkentafel
"	3.	Senkelquadrant
"	4.	Messen der Wolkenhöhe mittels Scheinwerfer
"	5.	Wolkenspiegel
"	6.	Wolkenspiegelmessung
"	7.	Schema des Windrichtungsschreibers
"	8.	Beispiel einer Winddrehung auf Windstreifen
"	9.	Elektrischer Windrichtungsanzeiger (Schaltschema)
"	10.	Schalenkreuz
"	11.	Windwegschreiber (schematisch)
"	12.	Wirkung der Staudüse
"	13.	Böenschreiber (Schema)
"	14.	Böenschreiber nach Fuess
"	15.	Fülltülle
"	16.	Füllwaage
"	17.	Auswertung von Pilotballonen (Münchener Verfahren)
"	18.	Gefäß des Quecksilberbarometers
"	19.	Quecksilberbarometer. Einstellen des Nonius.
"	20.	Luftdruckreduktion auf NN (Stationsnomogramm)
"	21.	Aneroidbarometer. Vidiedose mit Blatt-, bezw. Spiralfeder
"	22.	Aneroidbarometer. Dosensatz
"	23.	Zeiger-Aneroid
"	24.	Barograph
"	25.	Thermograph
"	26.	Hygrograph
"	27.	Schnitt durch die Kugelschale des Sonnenschein- autographen.
"	28.	Fehlerquellen. Nullpunktverschiebung bei Registrier- instrumenten.
"	29.	Drosselventil
"	30.	Wasserstoffflasche
"	31.	Regenschreiber

Karte der Missweisung für Erde Juni 1940.

für jedes folgende Jahr kommen $0,02^\circ$ in Abzug u. umgekehrt.

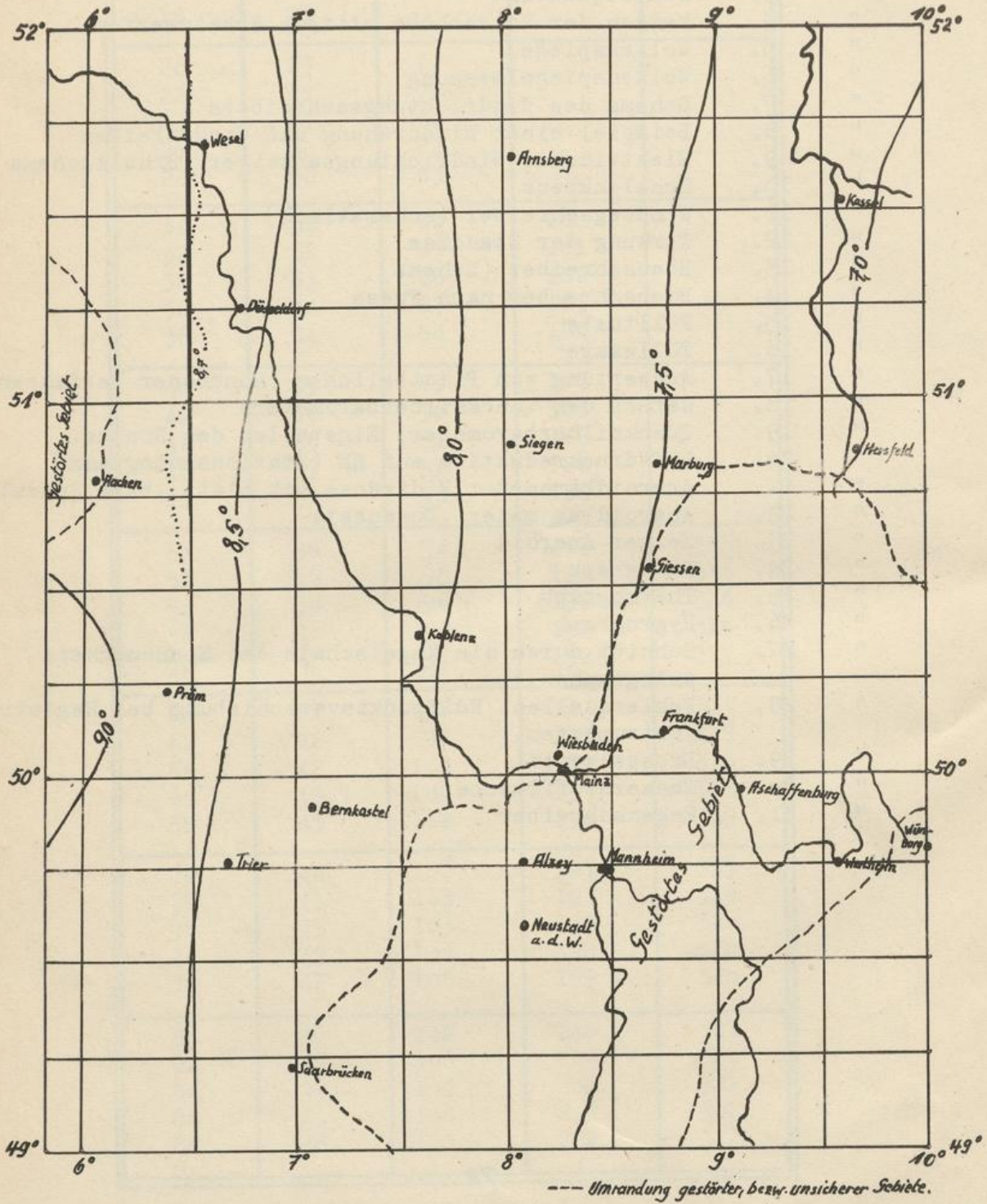


Bild 1.

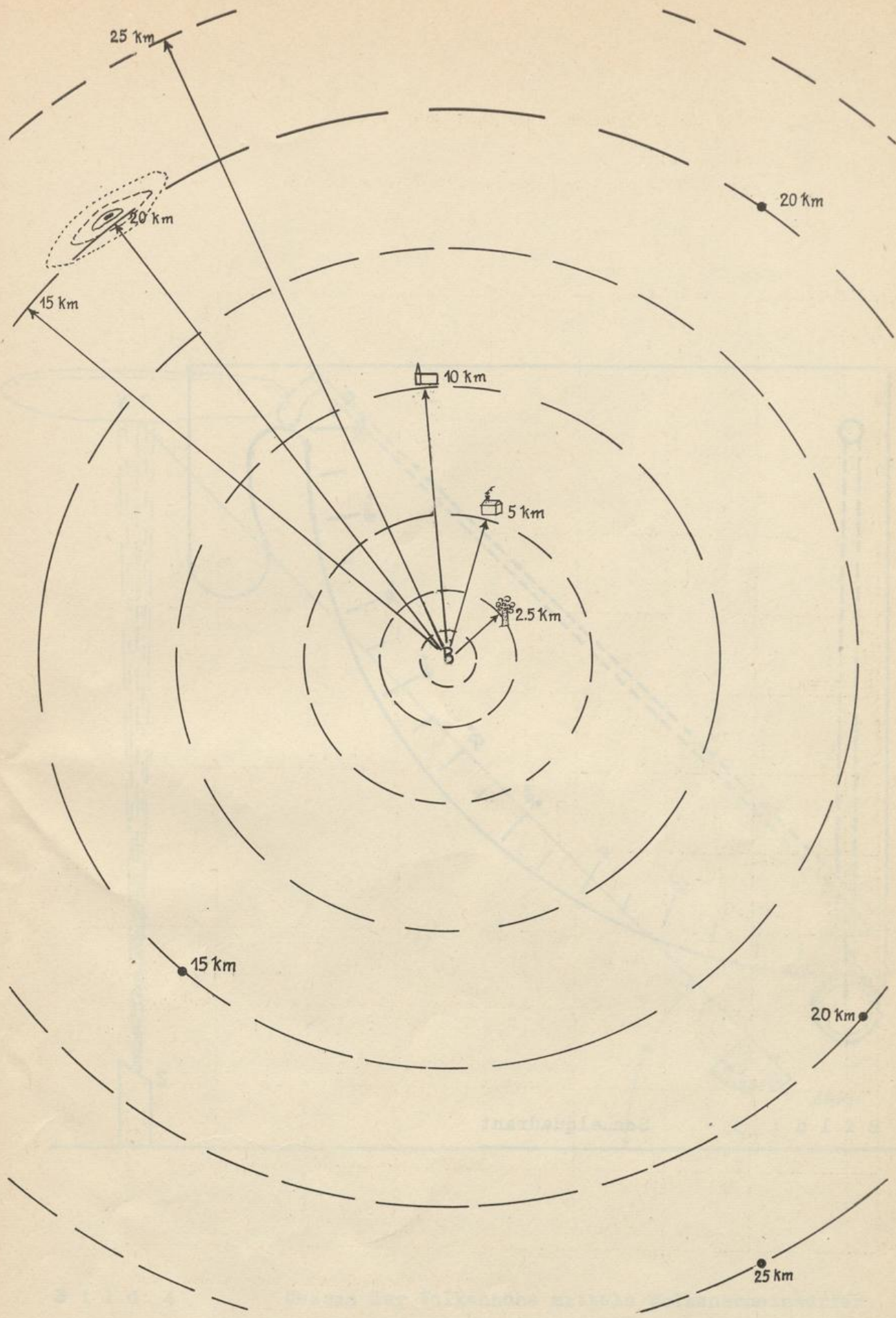
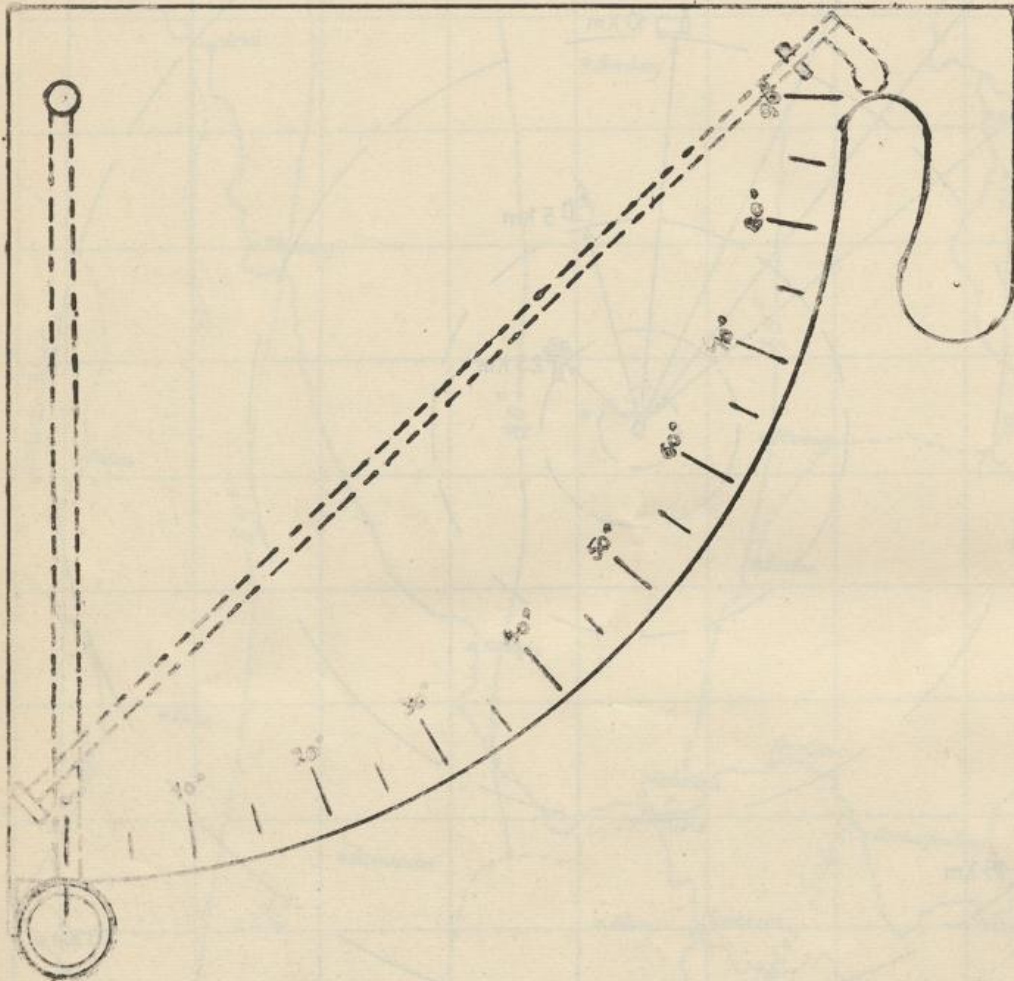
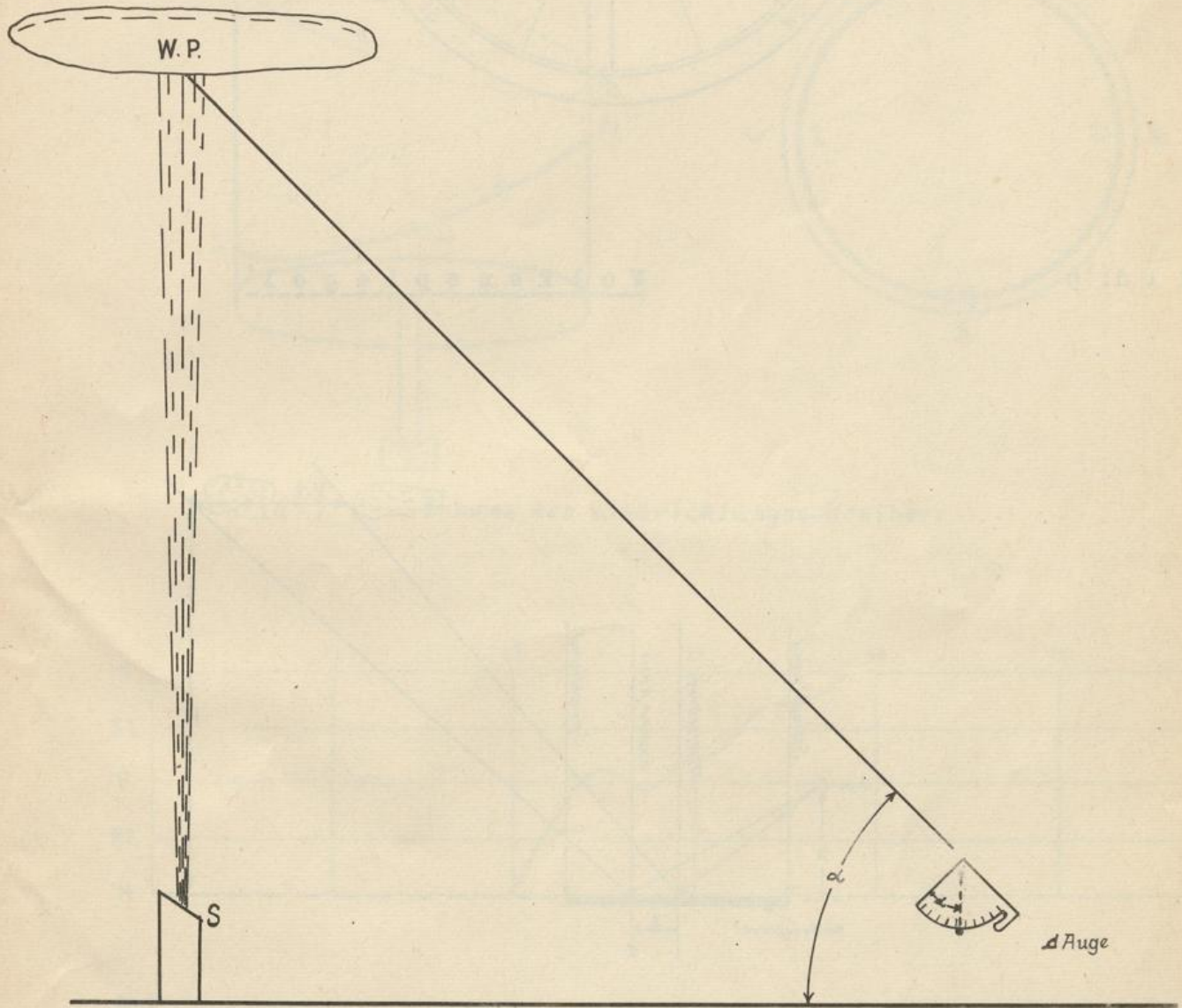


Bild: 2

Sichtmarkentafel



B i l d : 3 Senkelquadrant



B i l d : 4

Messen der Wolkenhöhe mittels Wolkenscheinwerfer

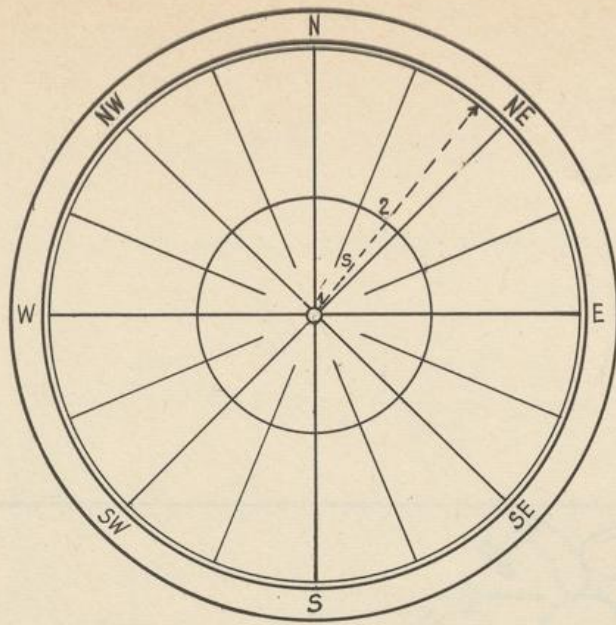


Bild: 5

Wolkenspiegel

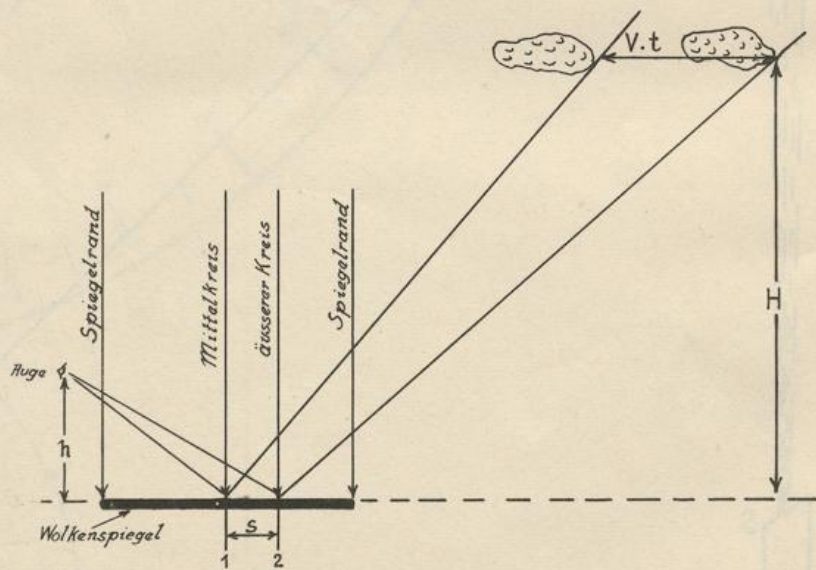


Bild: 6

Wolkenspiegelmessung

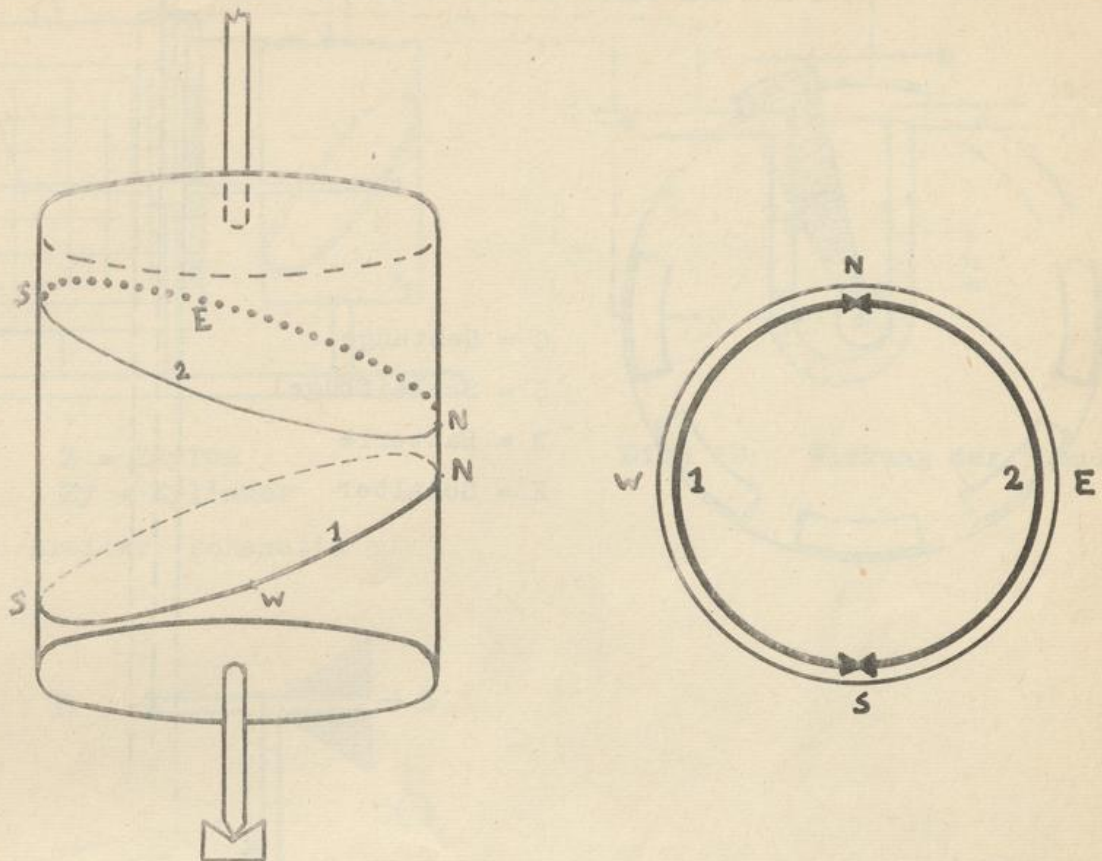


Bild: 7 Schema des Windrichtungsschreibers

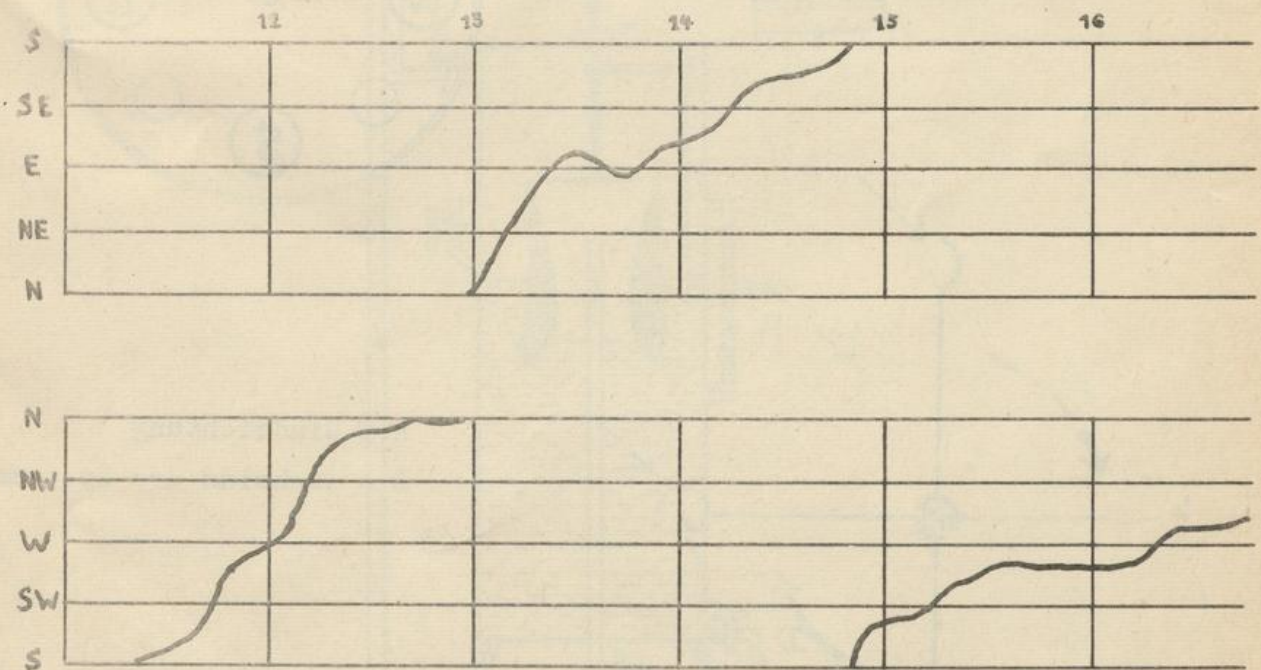


Bild 8 Beispiel einer Winddrehung auf Windstreifen

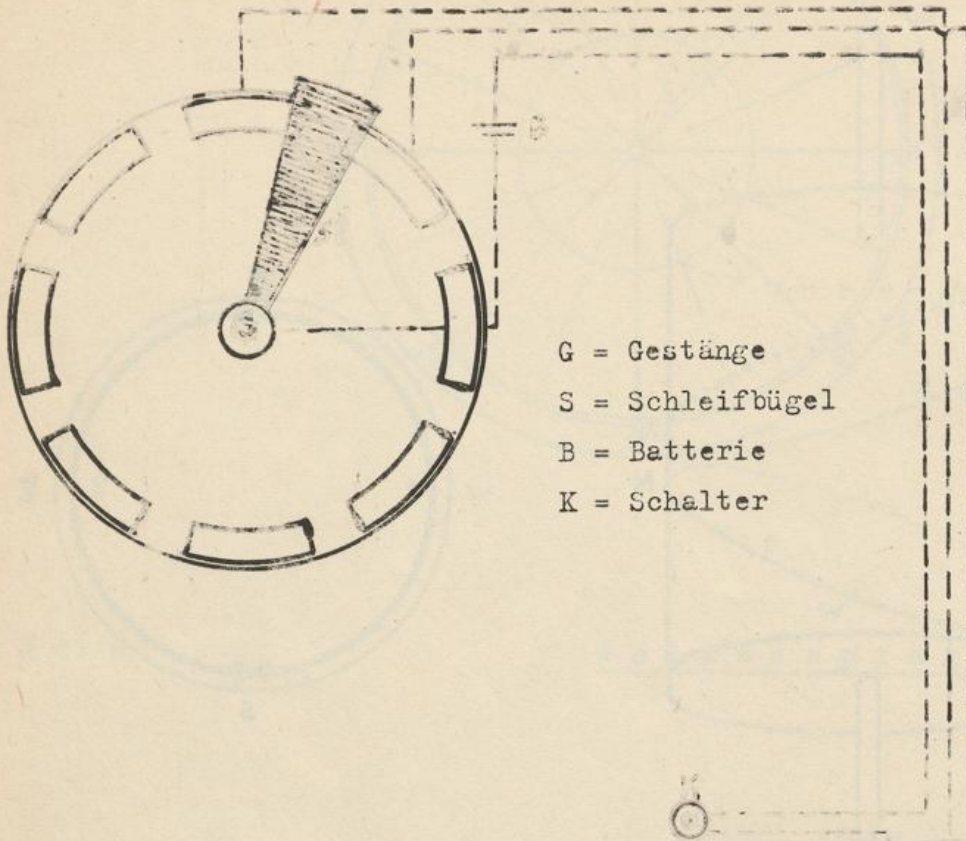
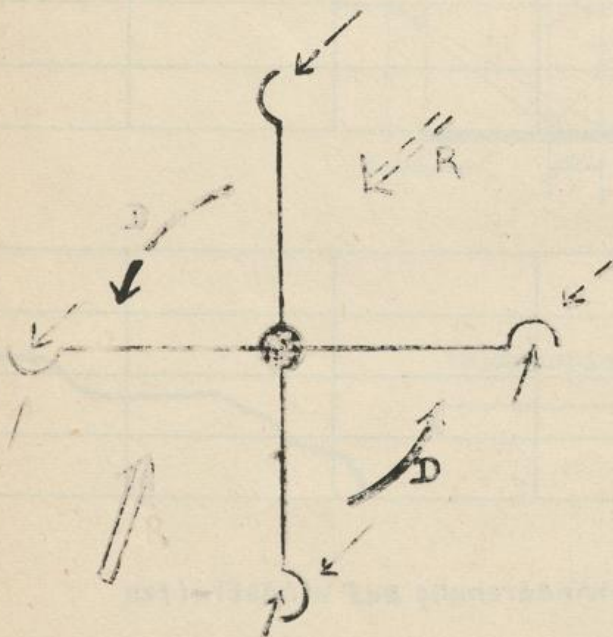
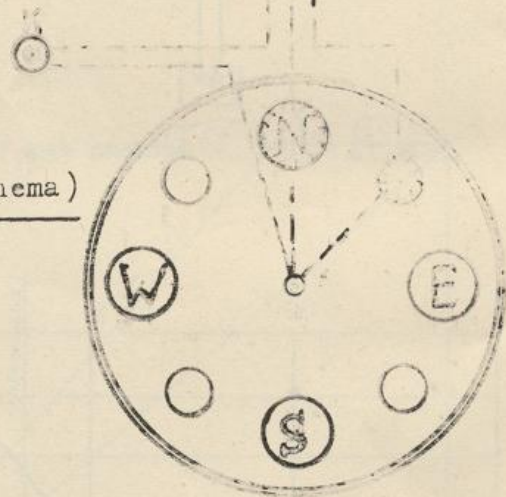


Bild: 9

Elektrischer Windrichtungsanzeiger (Schaltchema)



R = Windrichtung
 D = Drehsinn des Systems

Bild: 10 Schalenkreuz

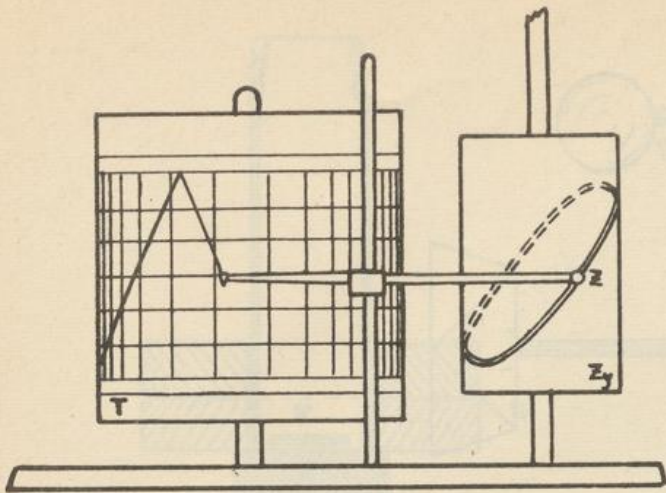


Bild 11 Z = Zapfen
 Zy = Zylinder
 Windwegschreiber (schematisch)

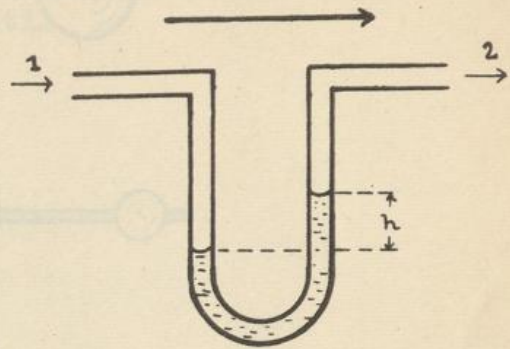


Bild 12 Wirkung der Staudüse

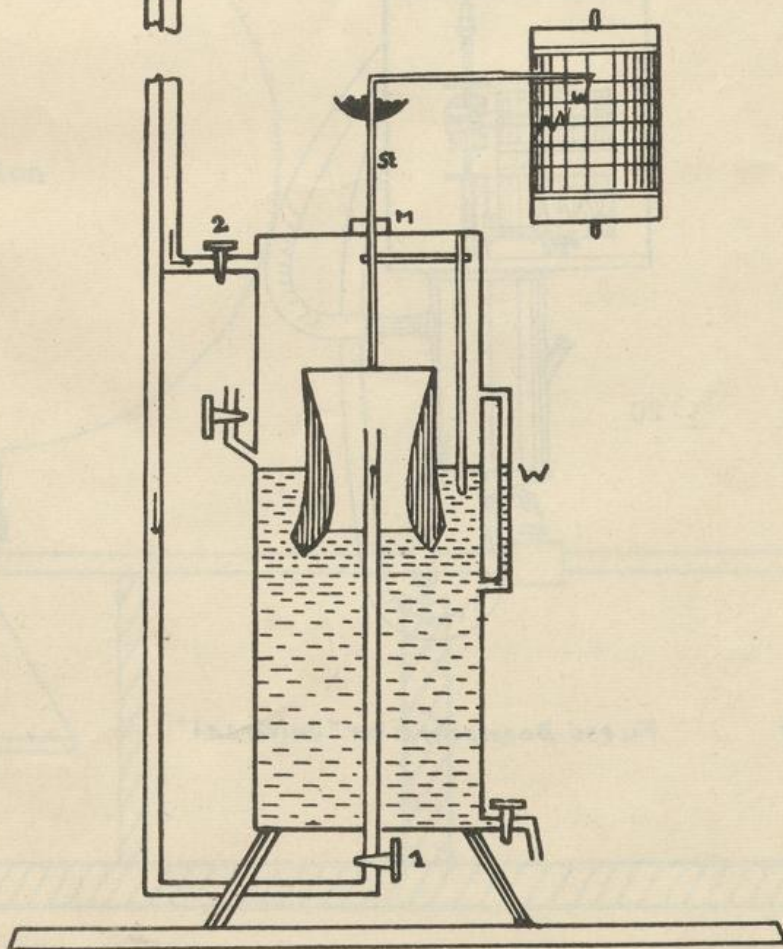
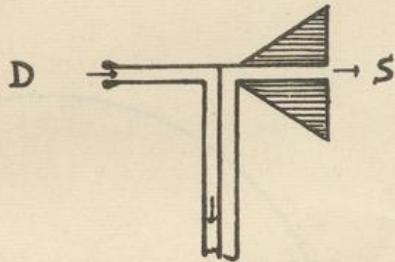
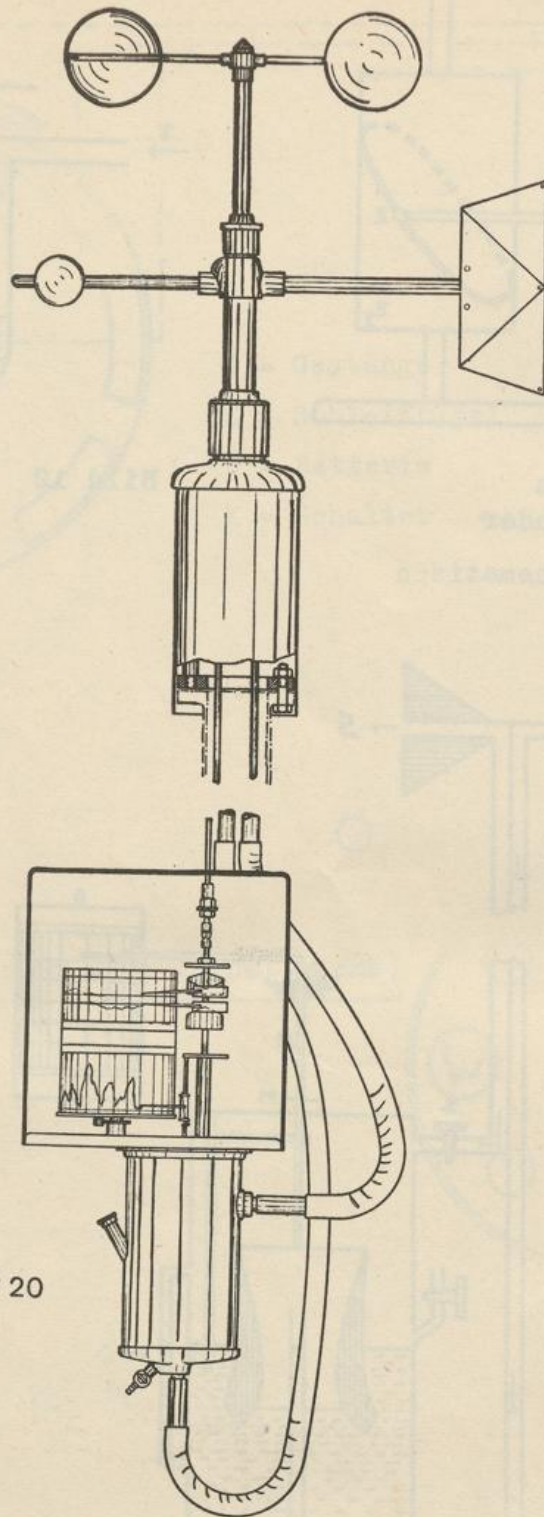


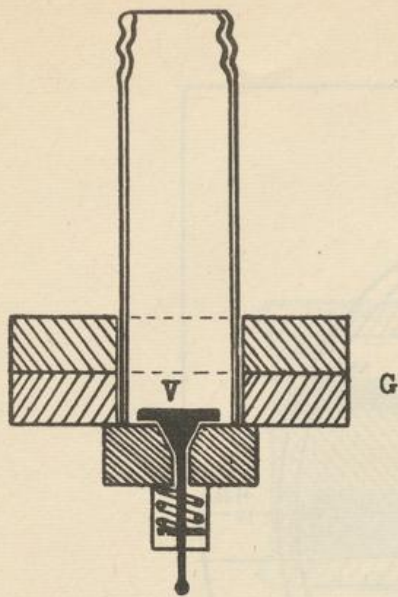
Bild 13

Böenschreiber.



B i l d 14

Fuess Boenschreiber "Universal"



G = Gewichte, auswechselbar
V = Ventil

Bild 15 Fülltülle.

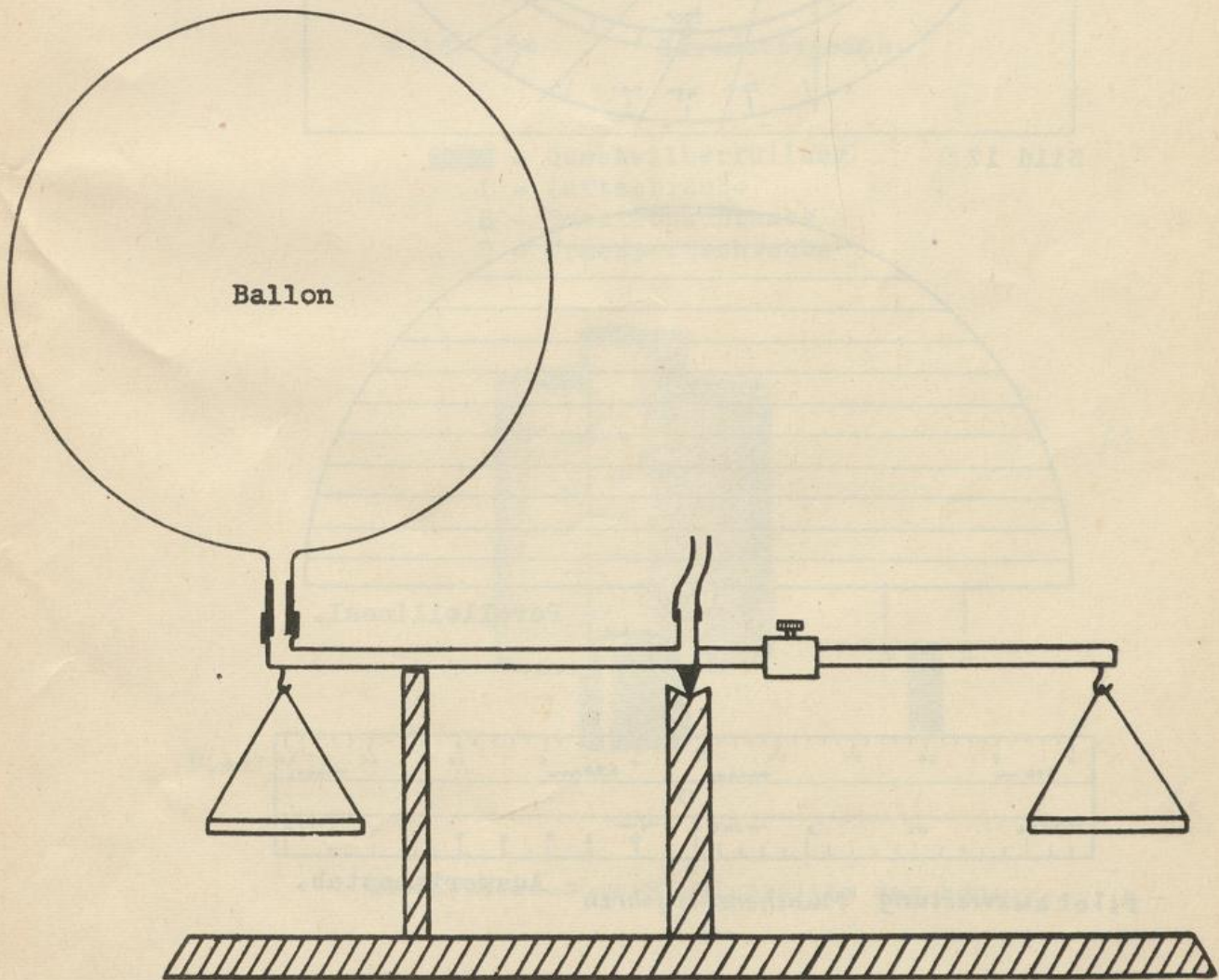


Bild 16

Füllwaage.

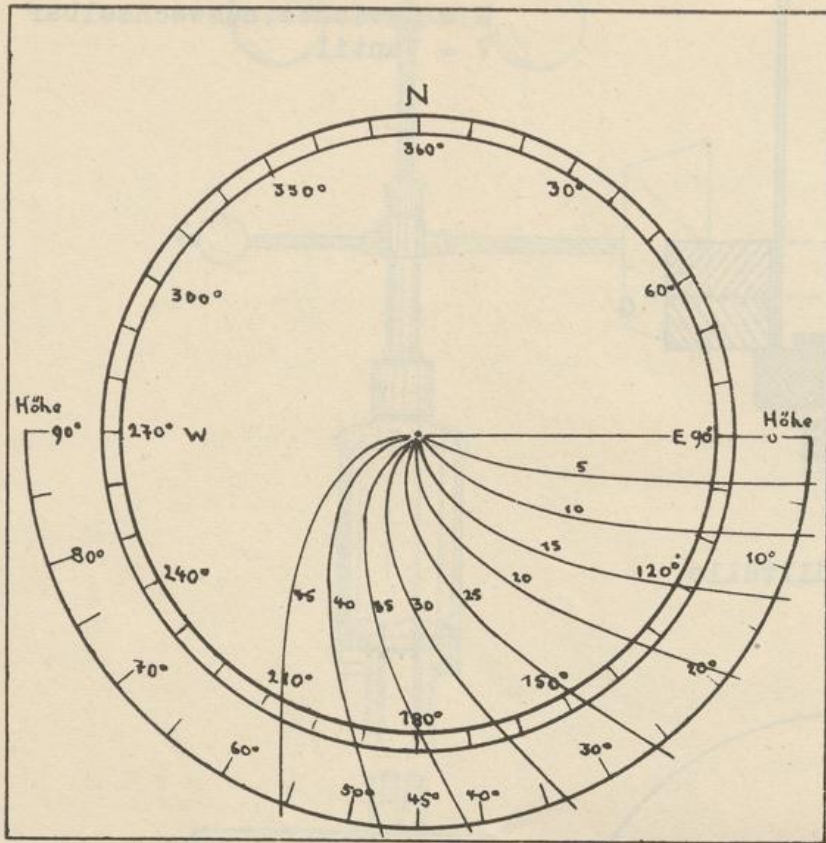
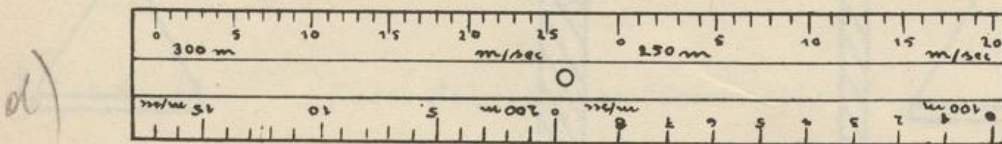
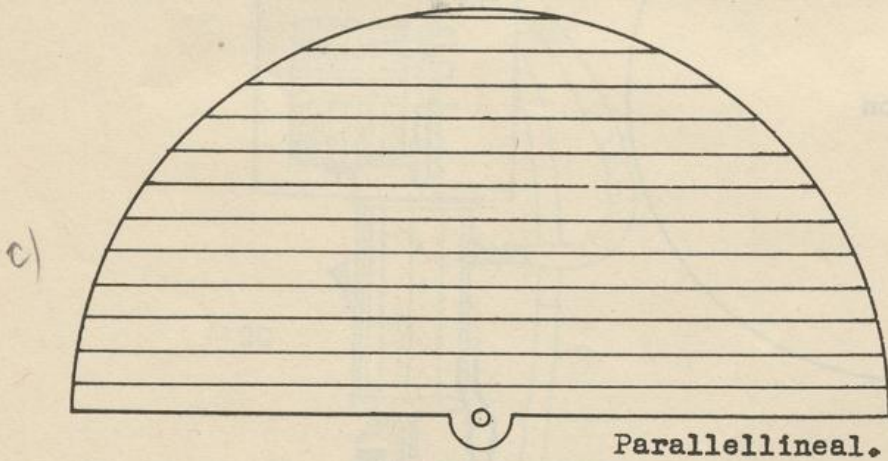


Bild 17



Pilotauswertung "Münchener-Verfahren" Auswertmasstab.

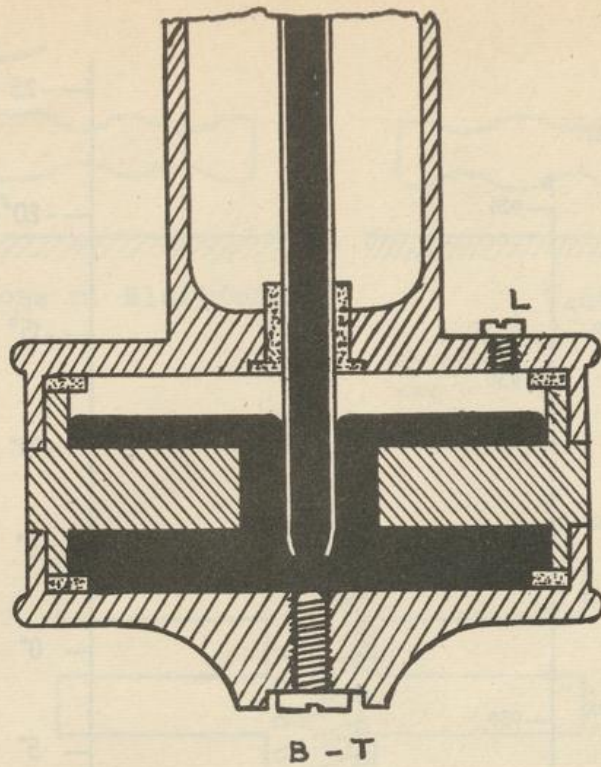


Bild 18 Barometergefäß.

- = Quecksilberfüllung
- L = Luftschraube
- B = Betriebsschraube
- T = Transportschraube

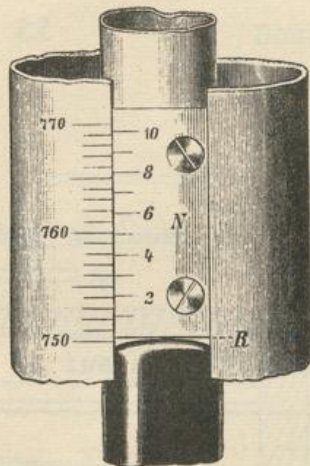
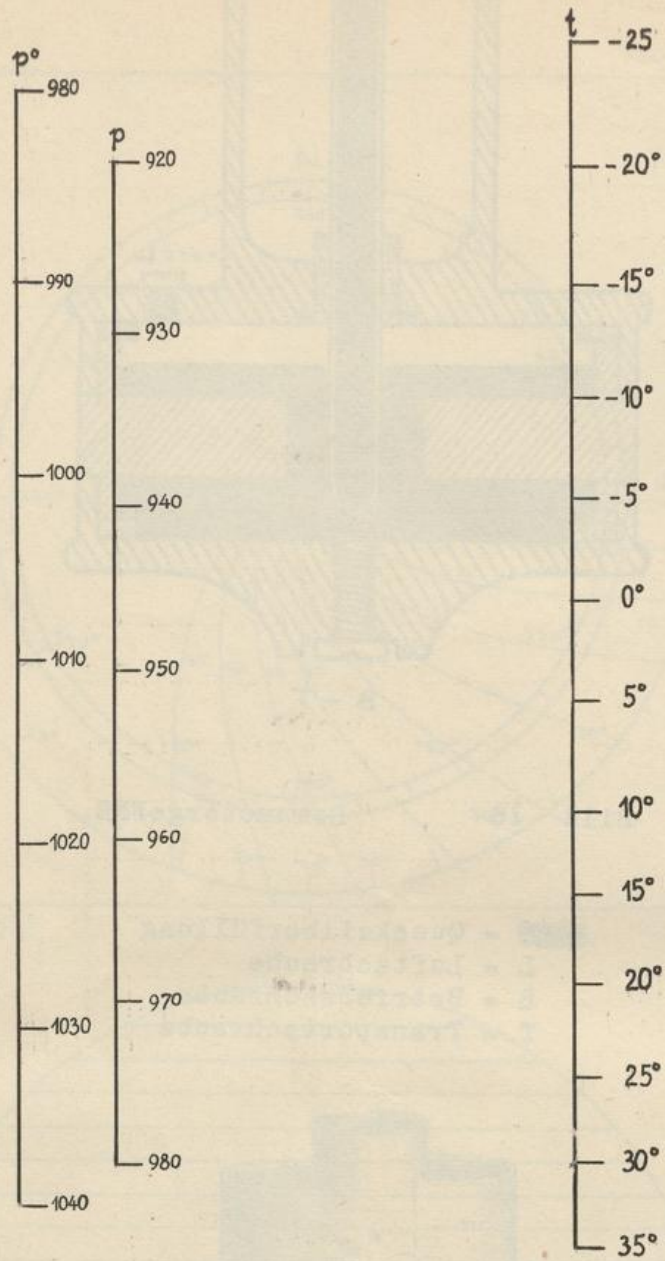


Bild 19

Quecksilberbarometer. Einstellen des Nonius.



B i l d: 20

Luftdruckreduktion auf NN (Stationsnomogramm)

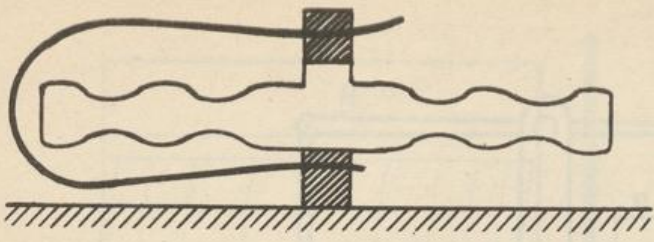
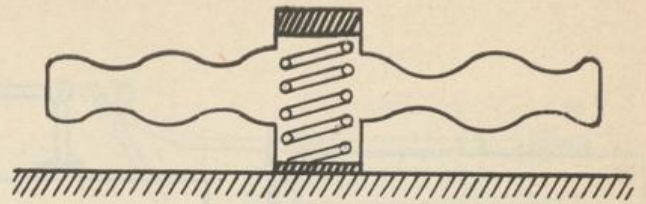


Bild 21 Vidiedose m. Blattfeder



Vidiedose m. Spiralfeder

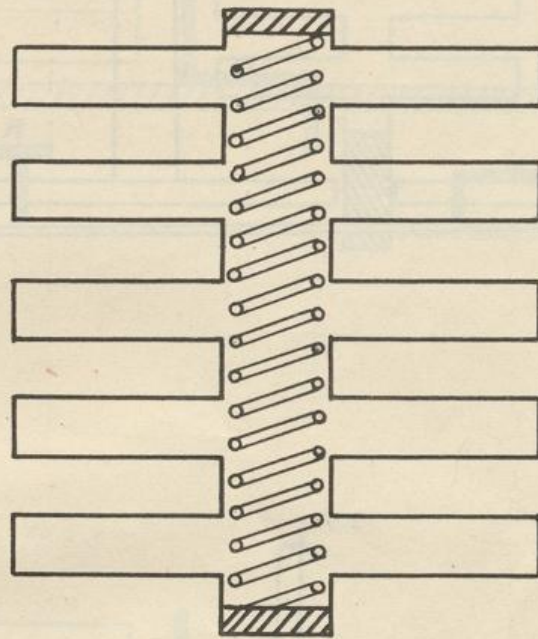


Bild 22 Dosensatz.

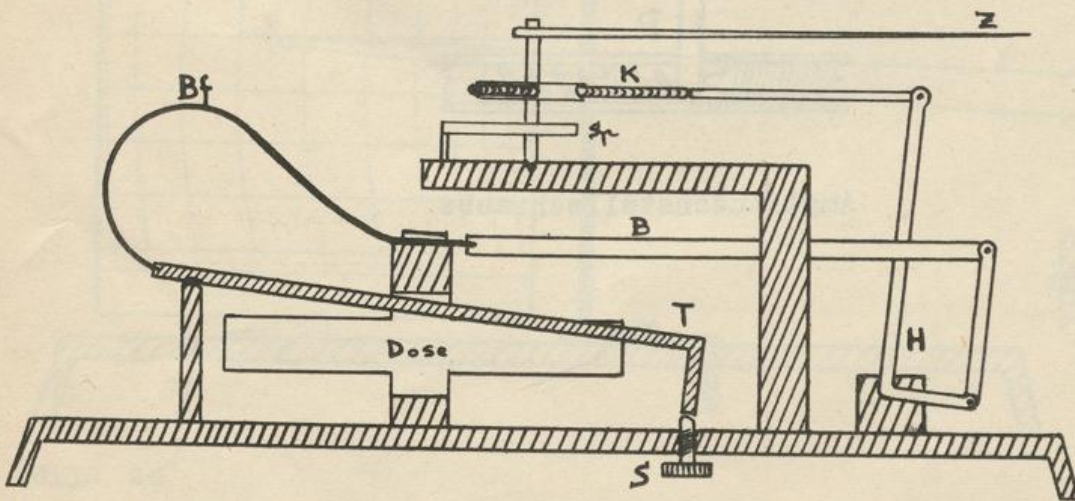


Bild 23

qfe - Aneroid.

Bf = Blattfeder
 Sp = Spiralfeder

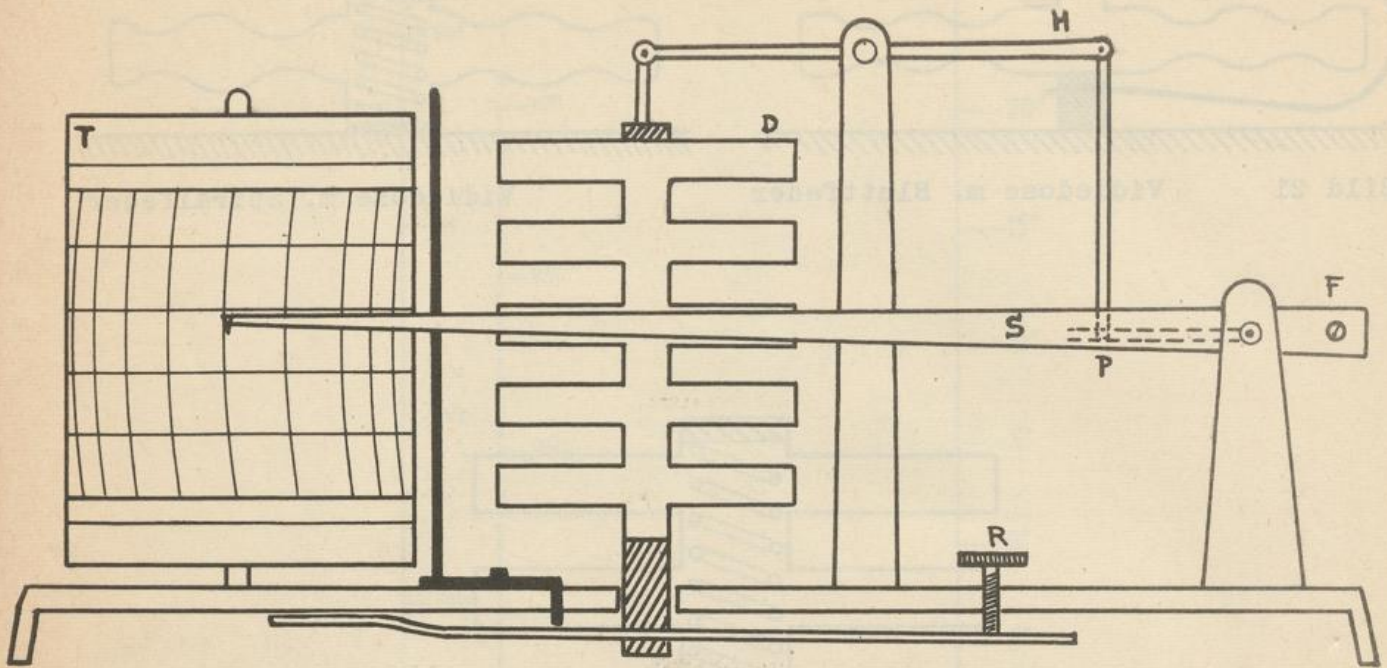
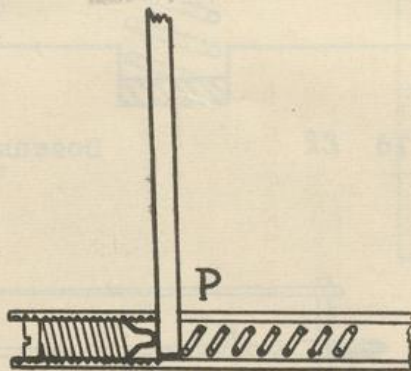


Bild 24

Barograph

F = Federdruckregulierung
 P = Amplitudenregulierung



Amplitudenstellschraube

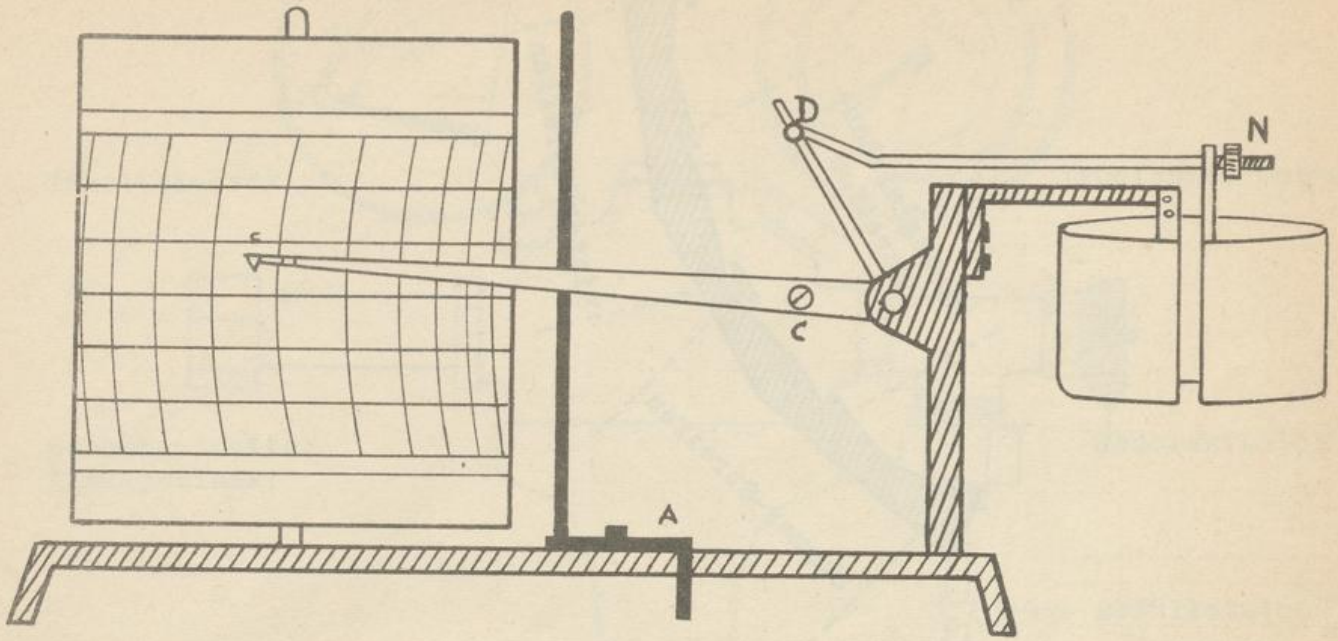


Bild 25

Thermograph (mit Bourdonrohr)

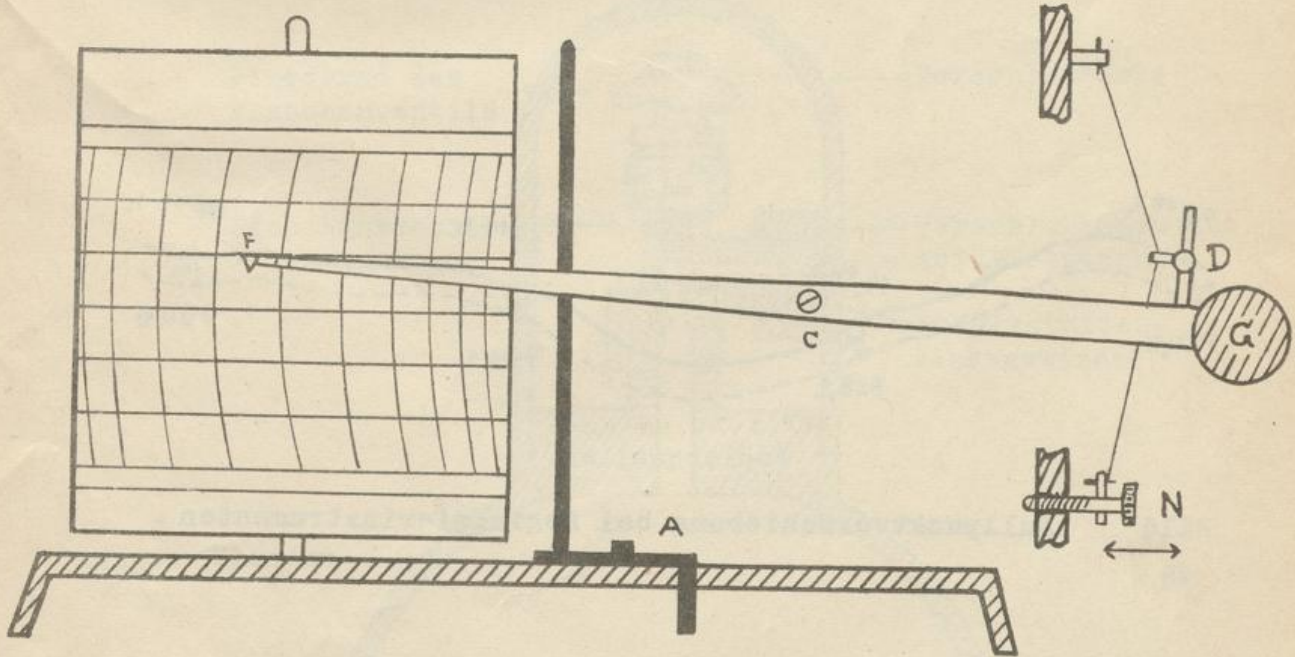


Bild 26

Hygograph

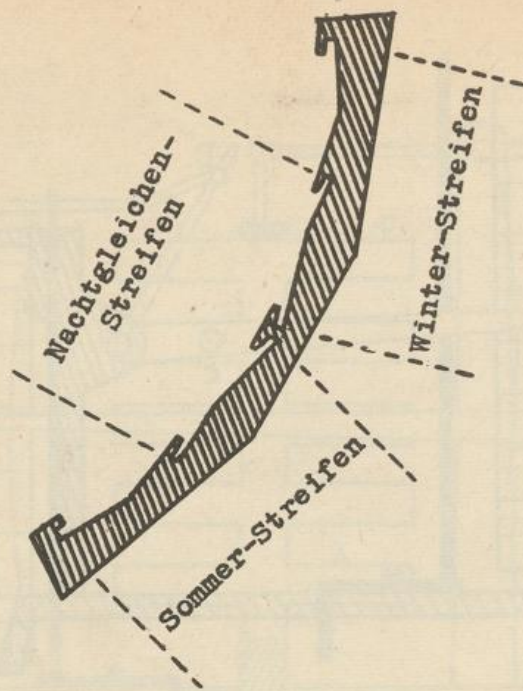
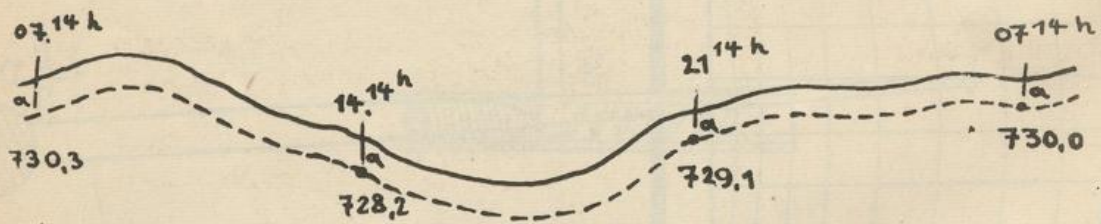


Bild 27

Schnitt durch die Kugelschale
des Sonnenscheinautographen.



Fehlerquellen

Bild

Nullpunktverschiebung bei Registrierinstrumenten .

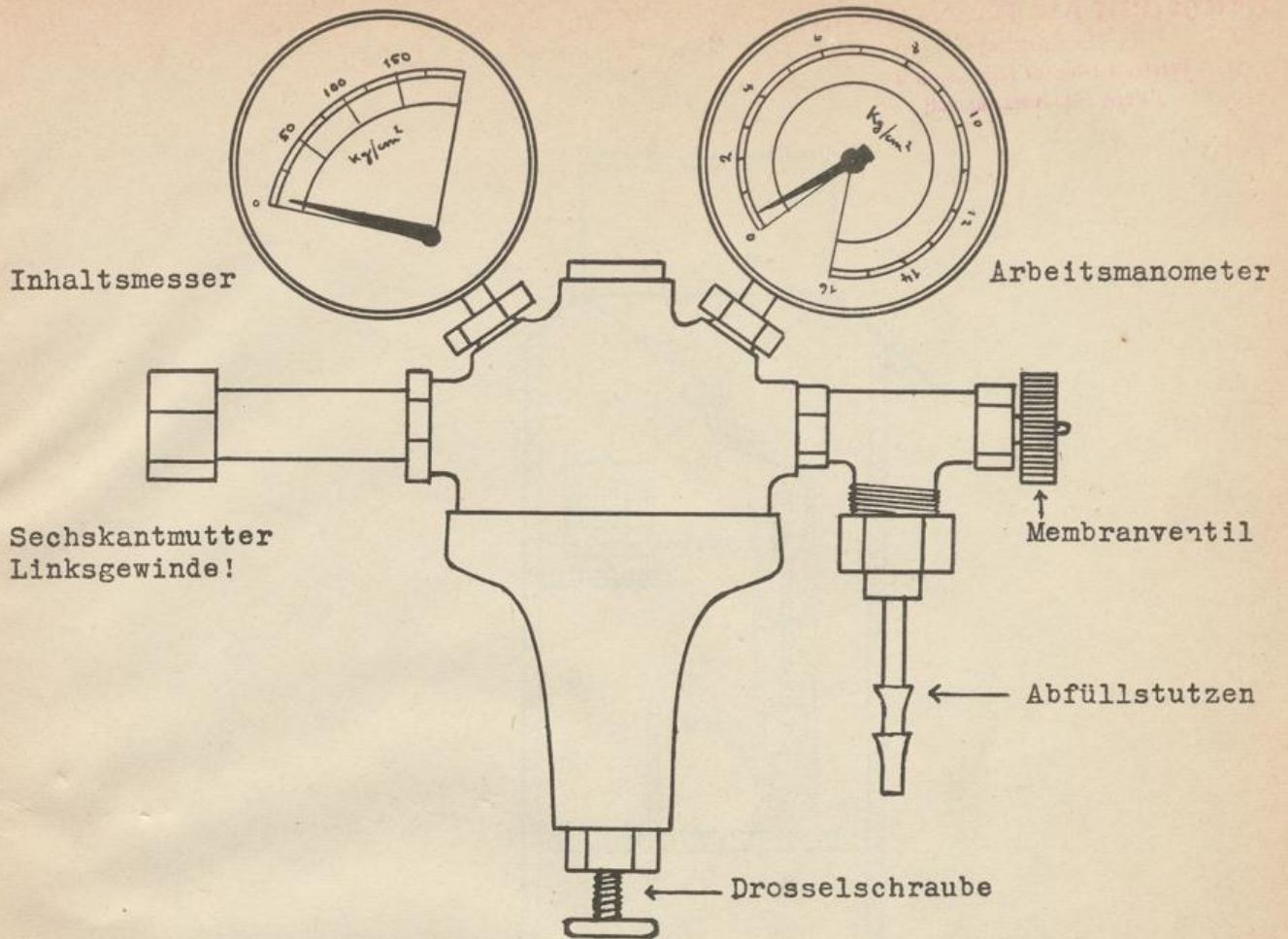


Bild 29

Reduzierventil.

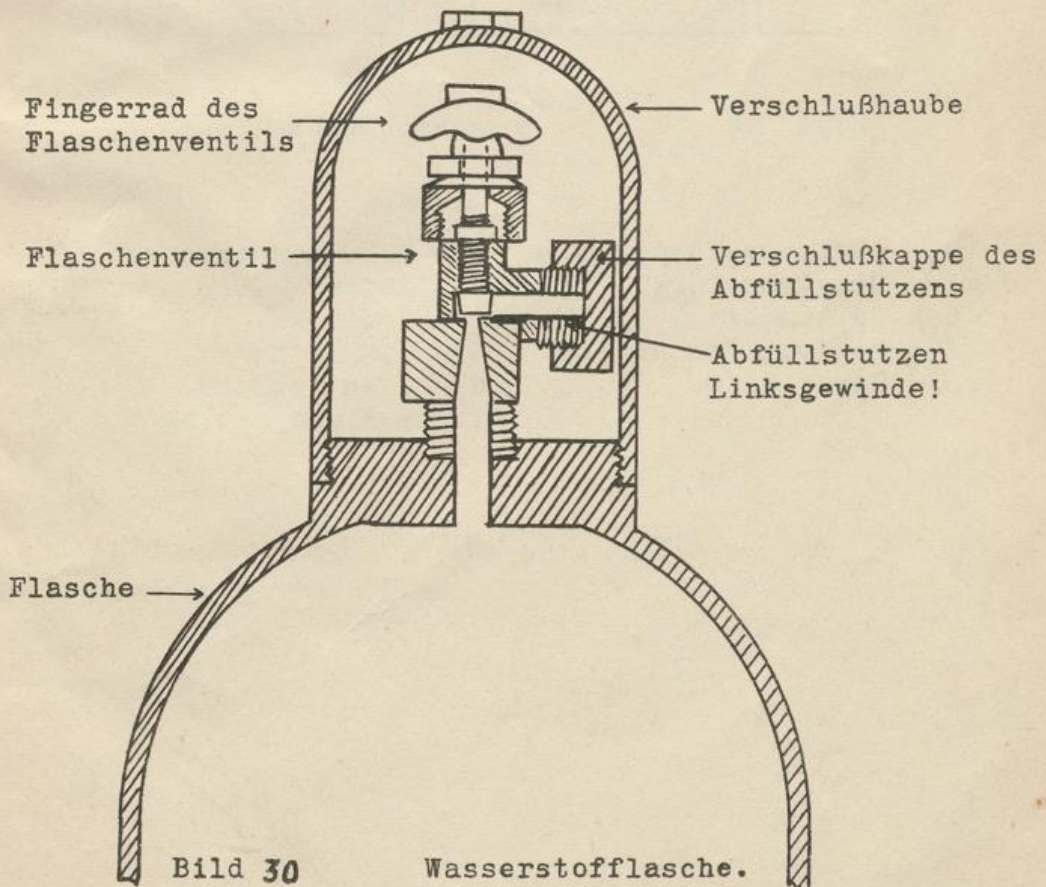


Bild 30

Wasserstoffflasche.

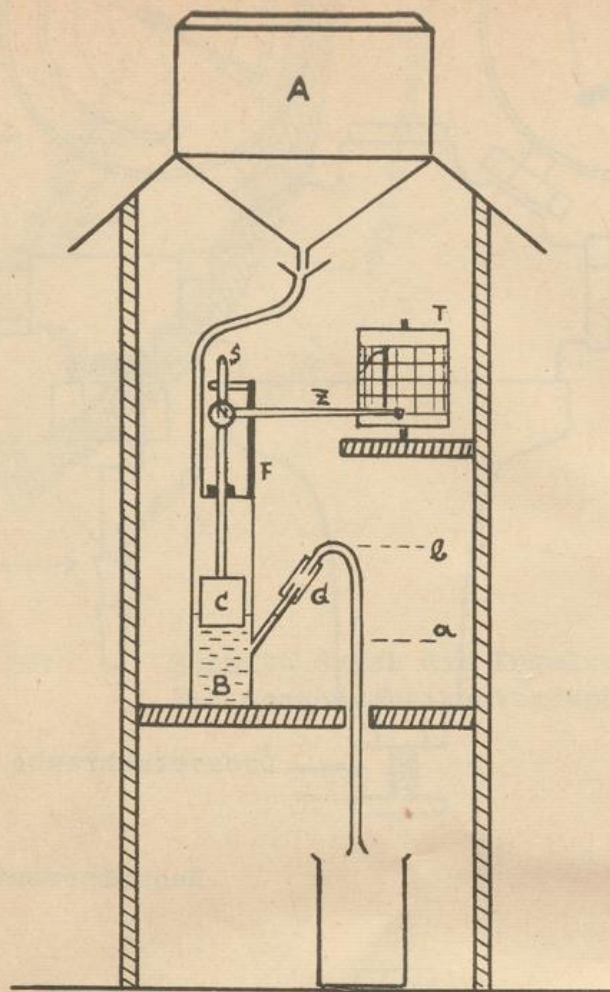


Bild 31

Regenschreiber

A = Auffanggefäß
B = Schwimmgefäß
C = Schwimmer
N = Nullpunktsschraube
S = Schubstange

F = Führungsstange
Z = Zeiger
T = Trommel
G = Gummiring
a - b entspricht
10 mm Niederschlag

