

**ZUSATZANWEISUNG**  
ZUR  
**AUSFÜHRUNG METEOROLOGISCHER**  
**BEOBACHTUNGEN AUF FLUGPLÄTZEN**



MÜNCHEN 1937.

Deutscher Wetterdienst

in der U.S.Zone

Zentralamt, Abt. IV

Nr. 42 E

Entwurf

einer Zusatzanweisung zur

Ausführung meteorologischer Beobachtungen auf Flugplätzen.



*F. v. D. 161*

München 1937

Der Luftkreismeteorologe im Luftkreis 5

Gedruckt bei der Wetterwarte München-Oberwiesenfeld.

### Vorbemerkungen.

Als bindende Grundlage für die Ausbildung der Meteorologen und Techniker im Luftkreis 5 und als Richtlinie für die Eignungsprüfungen gilt die vorliegende "Zusatzanweisung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen auf Flugplätzen" bis zum Erlaß einer endgültigen Anleitung.

Die vorliegende Anweisung wird als Entwurf bezeichnet, um zum Ausdruck zu bringen, daß Ergänzungen und Verbesserungen jederzeit möglich sind. Alle Angehörigen des Wetterdienstes im Luftkreis 5 werden hiermit angewiesen, an der Vervollständigung dieser Anweisungen mitzuarbeiten.

Die vorliegende Anweisung ist die notwendige Ergänzung zu den folgenden Anleitungen, auf die laufend Bezug genommen wird:

1. Anleitung für die Beobachter an den Wetterbeobachtungsstellen des deutschen Reichswetterdienstes. Ausgabe für den Klimadienst. Allgemeiner Teil für die Stationen I. bis III. Ordnung. Berlin 1936:  
angezogen mit der Abkürzung: "A. f. K."
2. Wetterschlüssel für Hauptmeldestellen. Herausgegeben vom Reichsluftfahrtministerium. Berlin 1937. Ausgabe I B:  
angezogen mit der Abkürzung: "W. f. H. I B."
3. Wetterschlüssel für Hilfsmeldestellen. Berlin 1937. Ausgabe I A:  
angezogen mit der Abkürzung: "W. f. H. I A."
4. Internationaler Atlas der Wolken und Himmelsansichten. Auszug zum Gebrauch für den Beobachter aus der vollständigen Ausgabe. Paris 1930.

München, Oktober 1937.

Der Luftkreismeteorologe  
im Luftkreis 5.

## Inhaltsverzeichnis.

Vorwort	(1)
Inhaltsverzeichnis	(2)
I. Arbeitsbereich	(5)
II. Allgemeine Anweisungen	(6)
A. Aufzeichnung von Beobachtungen	
a) Allgemeines	
b) Terminbeobachtungen	
1. Synoptische Beobachtungen	
2. Klimatologische Beobachtungen	
c) Ständiger Beobachtungsdienst	
d) Sonderbeobachtungen	(7)
B. Abgabe von Wettermeldungen	
III. Beobachtungen und Instrumente	1
A. Die Orientierung	
a) Hilfsmittel zur Orientierung	
1. Orientierung nach dem Kompaß	
2. Orientierung nach der Karte	
3. Orientierung nach dem Polarstern	
4. Orientierung nach der Sonne ohne Theodolit	
5. Orientierung nach der Sonne mit Theodolit	
b) Festlegung der Orientierungspeilmarken	2
B. Das Wetter	3
a) Witterungszustand	
b) Witterungsverlauf	
c) Erdbodenzustand (Platzzustand)	
C. Gefahrenbeobachtungen	
D. Die Sicht	4
E. Die Bewölkung	
a) Die Wolkenarten	5
b) Die räumliche Anordnung der Wolken	7
c) Bestimmung der untersten Wolkengrenze	
Schätzung	
Messung	8
d) Die Wolkenmenge	9
e) Zugrichtung und Geschwindigkeit der Wolken	
Instrumente: 1. Einfachstes Gerät	
2. Wolkenspiegel	10

F. Der Wind	11
a) Allgemeines	
b) Der Bodenwind	
1. Windrichtung	
2. Windstärke (=Windgeschwindigkeit)	13
3. Die Böigkeit	14
c) Der Höhenwind	15
1. Der Theodolit	
2. Der Pilotballon	16
3. Die Verfolgung des Pilotballones	19
4. Auswertung	20
aa) Auftragung der Flugbahn	
bb) Ermittlung der Windrichtungen	21
cc) Ausmessen der Windgeschwindigkeit	
dd) Sonderfälle	
G. Der Luftdruck	22
a) Quecksilberbarometer	
1. Temperaturkorrektur	
2. Schwerekorrektur	
3. Reduktion auf Plathöhe (qfe)	
4. Reduktion auf Meeresspiegel NN (qff)	
5. Maßeinheiten	23
b) Arbeitsgang für die Bestimmung von qff	
c) Das Aneroidbarometer	24
1. Das Aneroidbarometer als Zeigeraneroid (qfe-Aneroid)	
2. Das Aneroidbarometer als Barograph	25
aa) Aufstellung des Barographen	
bb) Kontrolle	
cc) Tendenz	
H. Temperatur und Feuchte	26
Fehlerquellen bei Thermometern, Psychrometer, Haarhygrometer: Ihre Erkennung und Behebung	
1. Thermometer	
2. Prüfung des Aspirators	27
3. Haarhygrometer	
Registrierinstrumente der Temperatur und Feuchtigkeit	28
1. Der Thermograph	
2. Der Hygrograph	
J. Der Niederschlag	29
Regenschreiber	
K. Die Luftdichte	30
L. Der Sonnenscheinautograph	

## Anhang

A. Allgemeines über Registrierinstrumente	32
1. Das Hebelwerk	
2. Die Schreibfeder	
3. Die Trommel	33
4. Der Schreibstreifen	34
5. Die Zeitmarken	
6. Arbeitsgang beim Streifenwechsel	35
B. Versand von Instrumenten	
a) Der Theodolit	
b) Das Quecksilberbarometer	36
c) Das Que-Aneroid	
d) Die Registrierinstrumente (Barograph, Thermograph, Hydrograph und Hygrometer)	
C. Vorschriften über die Behandlung von Wasserstoffgas= flaschen für Pilotballone	37
a) Gefahrenquellen	
b) Vorsichtsmaßregeln	38
c) Druckminderventil	
d) Die einzelnen Handgriffe	
Tabellen	
Umrechnungstafel für Windgeschwindigkeiten	40
Windstärke	41
Aufstiegsgeschwindigkeit von Pilotballonen	42

## 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 **S i c h t**, die **B e w ö l k u n g** (Höhe der untersten Wolkengrenze, Art, Raumerfüllung, Menge, Zugrichtung), der **W i n d** (Richtung, Stärke, Böigkeit) am Boden und in der Höhe, der **L u f t d r u c k** am **B e o b a c h t u n g s o r t** (qfe), der allgemeine **W i t t e r u n g s z u s t a n d** (vor allem das Verhalten der Hydrometeore Regen, Schnee, Hagel) und der **W i t t e r u n g s v e r l a u f**; bei besonderen Wetterlagen **T e m p e r a t u r** und **F e u c h t e**.

Bei den synoptischen Wetterbeobachtungen kommen dazu: der **L u f t d r u c k** in **M e e r e s h ö h e** (qff), **H ö c h s t -** und **T i e f s t w e r t e** der **T e m p e r a t u r**, die **M e n g e** des gefallenen **N i e d e r s c h l a g e s**, der **Z u s t a n d** des **E r d b o d e n s**, die **S c h n e e h ö h e**; bei den klimatologischen Beobachtungen außerdem **S o n n e n s c h e i n d a u e r** und **S t r a h l u n g**.

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 und seiner Weiterentwicklung möglich.

**R e g e l m ä ß i g e** **W e t t e r m e l d u n g e n** sind abzusetzen: zu den europäischen und mitteleuropäischen synoptischen Terminen (02, 05, 08, 11, 14, 17, 19, 23 Uhr), für die synoptischen Flugwettermeldungen nach den gültigen Bestimmungen, auf Anforderung für besondere Zwecke.

**N i c h t r e g e l m ä ß i g e** **W e t t e r m e l d u n g e n** müssen abgegeben werden: auf Anforderung an Luftfahrzeuge im Fluge, besonders vor der Landung am Beobachtungsort, an Wetterwarten für Beratungen und Auskünfte. Ohne Anforderung bei Auftreten von Wettergefahren für Flugzeuge, Flugplätze und für die Öffentlichkeit, so bei Einbruch von Nebel, bei Sturm, Gewitter, Starkregen (**G e f a h r e n m e l d u n g e n**).

Besonders an größeren Wetterwarten sind Wettermeldungen von anderen Wetterwarten einzuholen und von nicht mit Fachkräften besetzten Beobachtungsstellen, 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 **a u f d e n W e t t e r v e r l a u f g e r i c h t e t e A u f m e r k s a m k e i t**, der kein Wettervorgang und keine Wetteränderung 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 Material und Menschenleben 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 Nebelzeichen ohne irgendeine Stärkeangabe zu setzen und dergl. mehr. Zum mindesten müssen alle in den Vordrucken vorgesehenen Eintragungsstellen ausgefüllt werden. Die Vordrucke sind ein Mindestmaß 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 muß 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.

Von der Verwendung des Tintenstiftes ist abzusehen, da das Buch während der Anstellung von Beobachtungen nie vollkommen vor Witterungseinflüssen geschützt werden kann.

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

#### b) Terminbeobachtungen.

##### 1. Synoptische 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: Zimmertemperatur, abgelesener Quecksilberstand, Korrekturen, Reduktion auf Meereshöhe oder sonst vorgeschriebene Höhe.
- 2.) Temperatur: Abgelesener Wert, Korrektur (für trockenes und feuchtes Thermometer).
- 3.) Relative Feuchtigkeit: Prozentsatz aus der Psychrometertafel und Hygrometerwert.
- 4.) Wolkenarten (vergl. Seite 5 ff.).
- 5.) Wolkenhöhe mit Angabe, ob geschätzt oder gemessen.
- 6.) Wetter (vergl. Seite 3).

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 Verkehrsunfall: Nebelbeobachtungen, Aufzeichnungen über Sicht, Glatteis usw.). Schlüssel: Die eingetragenen Beobachtungen werden nach dem jeweils gültigen Wetterschlüssel verschlüsselt (siehe W. f. H. I B).

##### 2. Klimatologische Beobachtungen.

Alle Einzelheiten sind in der Anleitung für den Klimadienst (A. f. K.) enthalten.

#### c) Ständiger Beobachtungsdienst.

Tagebuch: 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 linken Seite 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, Wolkenformen, Wind, optische Erscheinungen, Straßenbeschaffenheit usw. Die Eintragung 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: Sichtverminderung, 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
- } vgl.Anweisung des LKK5 Nr.Vb 31393 vom 5.12.1935.  
} RfW M 15 1936.

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 gesonderten Gefahrenmeldungen 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.

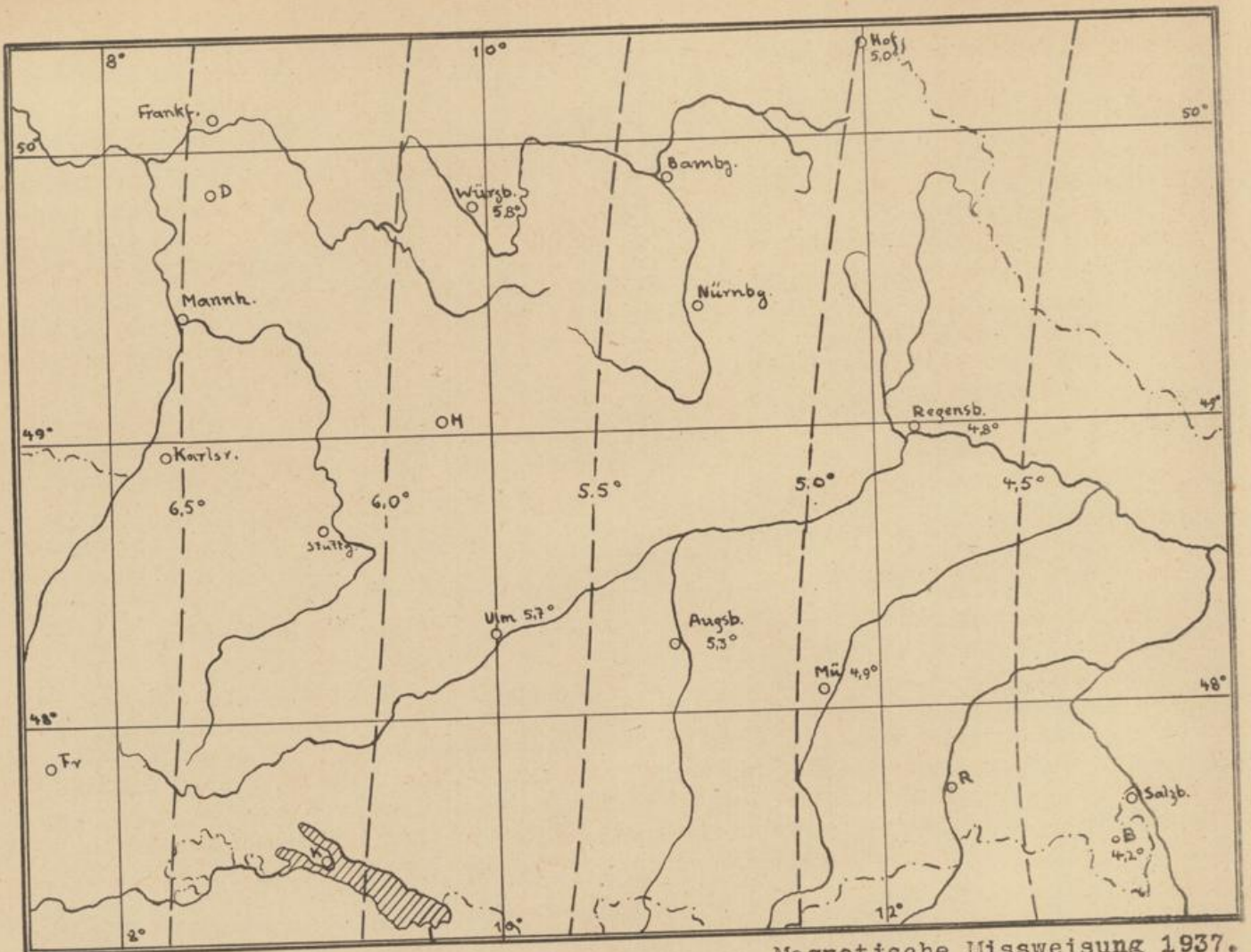


Bild 1

Magnetische Missweisung 1937.

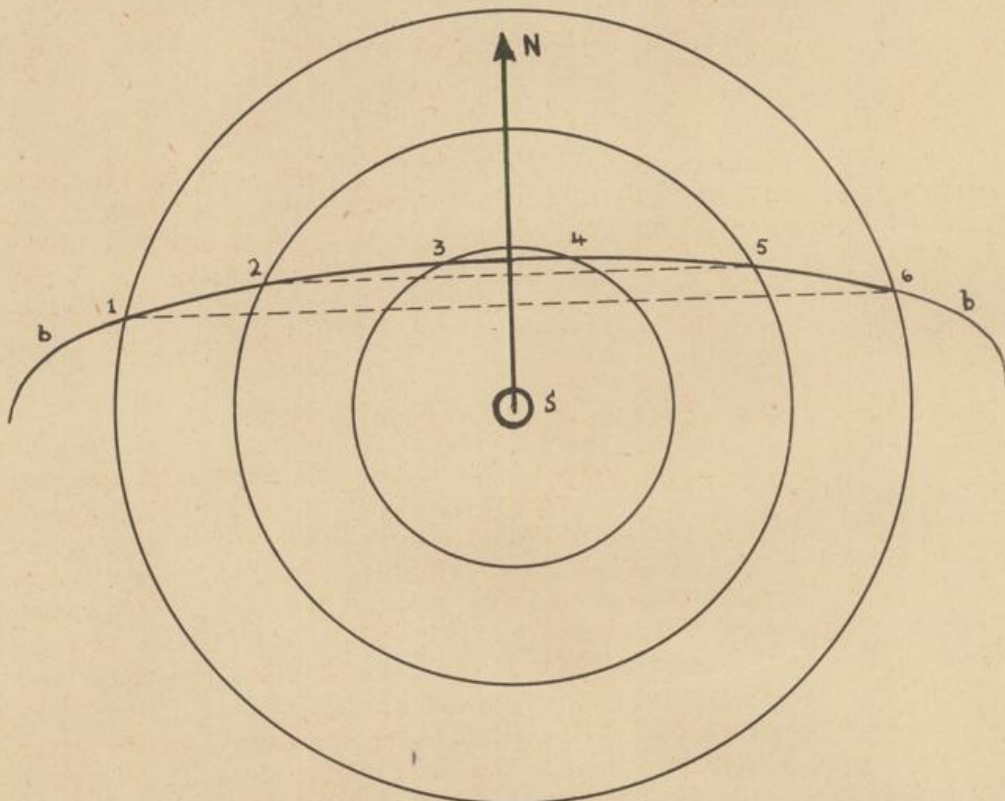


Bild 2 Festlegung der Nord-Südrichtung mit einem Stab.  
 S = Stab                      bb = Bahn des Schattens  
 123456 = Schnittpunkte der Schattenbahn mit den  
 Kreisen im Laufe des Tages.

### III. Beobachtungen und Instrumente.

#### A. Die Orientierung.

Die erste Aufgabe bei Einrichtung eines Flugwetterpostens ist die Orientierung, d.h. die Festlegung der Himmelsrichtungen vom Beobachtungsplatze aus. Es ist zweckmäßig, einen festen Beobachtungsplatz zu haben, von dem aus alle Beobachtungen angestellt werden können. Der Platz muß freie Sicht möglichst über das ganze Himmelsgewölbe gestatten. Auch soll der Horizont möglichst gut zu übersehen, also nicht durch nahe Gegenstände (Gebäude und Bäume) verdeckt sein. Die besonderen Anforderungen, die an den Beobachtungsplatz zu stellen sind, ergeben sich aus den Darlegungen bei den einzelnen Abschnitten.

Zur gewöhnlichen Orientierung, die für fast alle Zwecke, insbesondere auch für die Bestimmung der Bodenwindrichtung ausreicht, genügen die folgenden Hilfswege 1 - 4; für Höhenwindmessungen muß die Richtung der Himmelsgegenden genauer festgelegt werden. Hierfür ist die Bestimmung nach 5 vorzunehmen.

#### a) Hilfswege zur Orientierung.

##### 1. Orientierung nach dem Kompaß.

Bei Beobachtungen des Kompasses ist sorgfältig darauf zu achten, daß keine Eisenmassen in der Nähe des Beobachtungsplatzes sich befinden. Es ist ferner die "Mißweisung" der Nadel, d.h. ihre Abweichung gegen die Nord-Südlinie zu berücksichtigen. Norden liegt rechts vom magnetischen Nordpol und zwar für jeden Ort um einen bestimmten, zeitlich veränderlichen Betrag gedreht. Bild 1 gibt eine Uebersicht über die zur Zeit (1937) geltende Mißweisung im Bereiche Süddeutschlands. Genauere Angaben müssen jeweils von den amtlichen Vermessungsstellen oder der Deutschen Seewarte erbeten werden. Die übrigen Himmelsrichtungen legt man durch einige deutliche Marken, Baumgruppen oder Schornsteine, fest.

##### 2. Orientierung nach der Karte.

Für Zwecke der Sichtbestimmung müssen amtliche Karten vorhanden sein (siehe Abschnitt D.). Es empfiehlt sich, die Orientierung mit dem Kompaß durch die Karte zu verbessern, und zwar ist hierfür nur die Karte 1:25000, das "Meßtischblatt", geeignet.

##### 3. Orientierung nach dem Polarstern.

Der Polarstern, der nahezu genau in der Verlängerung der Erdachse liegt, bewegt sich kaum am Himmel. Es ist also durch ihn fast die genaue Lage der Nord-Südlinie gegeben, sodaß er mit Vorliebe für Orientierungszwecke herangezogen wird. Der Polarstern gehört zum Sternbild des Kleinen Bären; er ist am leichtesten zu finden, wenn man die beiden äußersten Sterne des Großen Bären (Großer Himmelswagen) miteinander verbindet und diese Verbindungslinie etwa fünfmal verlängert.

##### 4. Orientierung nach der Sonne ohne Theodolit.

Ein Stab oder Stock wird senkrecht in die Erde gesteckt. Um den Fußpunkt dieses Stockes zieht man eine Reihe von Kreisen mit verschiedenen Durchmessern. Dann wird die Bahn des Schattens des Stockendes beobachtet und die Schnittpunkte dieser Bahn mit den verschiedenen Kreisbögen sorgfältig markiert.

Die Beobachtungen sind vormittags und nachmittags auszuführen, um die beiden entsprechenden Schnittpunkte des Schattenendes mit jedem Kreise zu erhalten. Die Mitte zwischen dem Vormittags- und Nachmittagsschnittpunkte auf demselben Kreise, verbunden mit dem Fußpunkte des Stockes, ergibt die Nord-Südlinie. Man erhält ebensoviele Bestimmungen der Nord-Südlinie als man Kreise gezeichnet hat. Es wird dann wieder der Mittelwert aus den einzelnen Bestimmungen genommen. Die so festgelegte Nordlinie ist durch den festen Beobachtungspunkt und durch einen Pfahl oder Pflock deutlich und sicher zu markieren. Bild 2 mag zur Veranschaulichung dienen.

##### 5. Orientierung nach der Sonne mit Theodolit.

Das Prinzip dieser Messung ist genau dasselbe wie das der vorhergehenden, wird aber im Vergleich dazu wesentlich genauere Ergebnisse zeitigen; erforderlich

ist nur ein geschwärztes Glas zum Schutze der Augen bei der Beobachtung der Sonne. Die Kenntnis der Zeit ist nicht notwendig.

Man stellt den Theodoliten vormittags auf, ohne sich um die Stellung des Seitenwinkel- (Azimut-) Kreises zu kümmern. Nun wird sorgfältig einnivelliert (siehe Abschn. Höhenwindmessung: Aufstellung des Theodoliten) und das Fernrohr gegen die Sonne gerichtet, bis man diese im Fadenkreuz hat, worauf der Seitenwinkel abgelesen und notiert wird (Beispiel:  $200,8^\circ$ ). Der Höhenkreis darf nun nicht mehr verstellt werden, da der Höhenwinkel während der ganzen Messung unverändert bleiben muß. Dann dreht man das Fernrohr an der Schraube des Seitenwinkelkreises hinter der Sonne her, wobei an der Schraube des Höhenwinkelkreises nicht mehr gedreht werden darf! Da die Sonne bei diesem Nachdrehen infolge Zunahme ihrer Höhe nach kurzer Zeit aus dem Gesichtsfeld auswandert, muß man ungefähr über Visier und Korn peilen. Erscheint nun nachmittags die Sonne infolge Abnahme ihrer Höhe wieder im Gesichtsfeld, so dreht man am Seitenwinkelkreis (aber nur an diesem!) nunmehr so lange nach, bis Sonnenmitte und Fadenkreuz wiederum genau zusammenfallen. Jetzt wird der neue Seitenwinkel abgelesen (Beispiel:  $260,4^\circ$ ). Die Nord-Südrichtung liegt dann bei  $\frac{200,8+260,4}{2} = 230,6^\circ$ . Jetzt wird an der Schraube am Seitenwinkelkreis solange gedreht, bis der Nullpunkt am Ablesonius über der Zahl  $230,6^\circ$  am feststehenden Seitenwinkelkreise erscheint. Dann wird das Fernrohr durch Drehen an der Höhenkreisschraube soweit gedreht, bis ein Erdpunkt (Marke) im Fadenkreuz erscheint. Dies ist der Südpunkt. Ist keine auffällige Marke vorhanden, so wird in 100 bis 200m Entfernung vom Theodoliten ein Pfosten eingeschlagen.

#### b) Festlegung der Orientierungspeilmarken.

Der Flugwetterposten hat alle markanten Gegenstände genau nach der Himmelsrichtung vom Beobachtungsplatze aus festzulegen, um jederzeit bei teilweise behinderter Sicht die Richtung der meteorologischen Erscheinungen genau bestimmen zu können.

Bei Beobachtungen mit dem Theodoliten müssen sogenannte Peilmarken festgelegt werden ~~kennnen~~, um den Theodoliten genau aufstellen zu können. Als Peilmarken dienen am besten Türme, Hausgiebel, Funktürme oder bei geringerer Entfernung vom Beobachtungsplatze aus Fahnenstangen und Blitzableiter. Ein jeder Flugwetterposten, der Theodolitbeobachtungen ausführt, hat mindestens drei Peilmarken als leicht auffindbare Marken festzulegen. Eine dieser Marken soll nicht weiter als 300 bis 500m entfernt sein, damit man den Theodoliten auch bei Bodennebel genau orientieren kann. Oft gelingt ja noch eine Höhenwindmessung bei Bodennebel, wenn dieser nicht sehr hoch reicht und darüber gute Sicht herrscht. Es muß genau beachtet werden, daß bei Festlegung der Peilmarken ebenso wie bei der Festlegung der Nord-Südlinie nach der Sonne mit dem Theodoliten (a 5) alle Beobachtungen genau von der Stelle aus vorgenommen werden, die für die möglichst freie Aufstellung des Theodoliten bei Pilotballonbeobachtungen in Frage kommt. Es ist zweckmäßig, den Platz zu kennzeichnen und für die Fußspitzen des Statives kleine Holzpflocke einzuschlagen, die aber nicht über den Erdboden hinausragen dürfen.

Bei allen Theodolitmessungen muß das Gerät sorgfältig einnivelliert werden. Die Ausmessung der Peilmarken geschieht auf folgendem Wege:

Hat man den Nordpunkt oder den Südpunkt durch eine Marke im Gelände oder einen eingeschlagenen Pfahl gekennzeichnet, so stellt man nunmehr den Nullpunkt des Ablesonius auf Null Grad des Azimutkreises und dreht das ganze Instrument, indem man den Fuß fest mit beiden Händen packt, solange, bis die Nordmarke im Fadenkreuz erscheint; hatte man eine Südmarke durch eine Marke im Gelände oder einen Pflock gekennzeichnet, so stellt man den Nullpunkt des Ablesonius auf 180 Grad des Azimutkreises und dreht den Fuß solange, bis die Südmarke im Fadenkreuz erscheint. Dann wird erst wieder einnivelliert. Der Theodolit ist jetzt "orientiert", d.h. man liest 0 Grad bzw. 360 Grad am Azimutkreise ab, wenn das Fernrohr nach Norden zeigt. Nun visiert man etwa 3 leicht auffindbare Marken wie Türme, Hausgiebel oder Funktürme in verschiedener Entfernung an und notiert sich deren Azimute, die man als Peilmarkenwinkel bezeichnen kann.

## B. Das Wetter.

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

### a) 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 gibt er Klartextzusätze, reicht dann einen Bericht ein und fordert Auskunft an.

### 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, auf Gefahrenmomente, die ihnen besonders aufgefallen sind, den Beobachter 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 (Aufzeich.d.Beob.; Gefahrenbeob. und W.f.H. IB.).

### c) Erdbodenzustand (Platzzustand).

Der Zustand des Flugplatzes wird ebenfalls angegeben, soweit er durch Weterereinflüsse 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. IB und A.f.K.). 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 Abschaufeln 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). Nähere Angaben über Schneehöhenmessung und Bestimmung des Wassergehaltes der Schneedecke siehe A.f.K.

## 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 allem für die Bestimmung der tiefsten Wolken sowohl bei Tag wie 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).

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 usf. (siehe Heft I, Aufzeichnung der Beobachtungen). Die Zeit, zu der eine Gefahrenmeldung abzugeben ist, sowie die Abfassung dieser Meldung legt der Schlüssel fest (siehe W.f.H. IB). Es sei noch besonders darauf verwiesen, daß nach beendeter Gefahr eine Besserungsmeldung zu geben ist (W.f.H. IB). Die auf

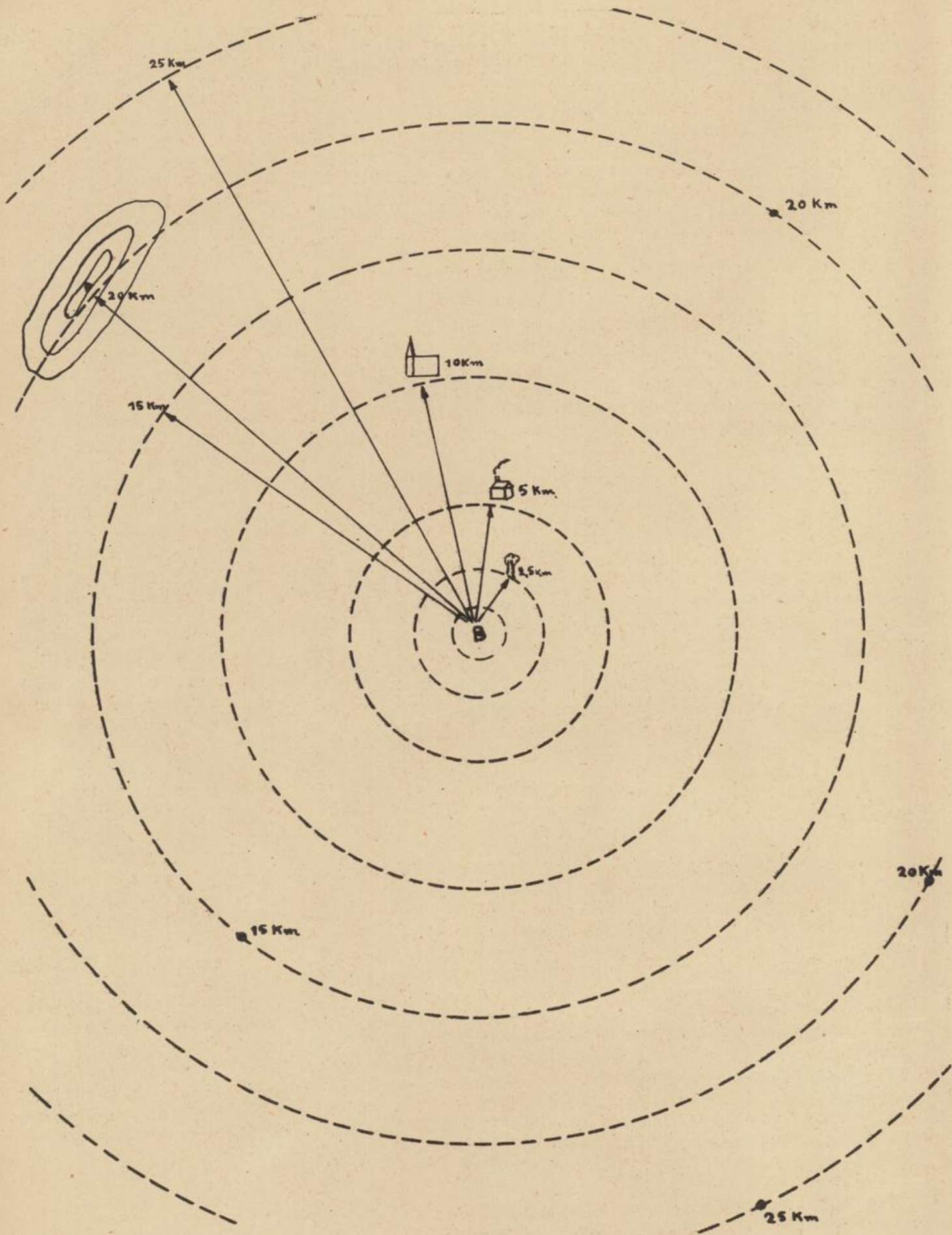


Bild 3

Verteilung der Sichtmarken.

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, gegebenenfalls 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 telephonische Verbindungen zu anderen Beobachtungsstellen, so sind auch diese sofort zu warnen (Sturmwarnung!).

#### D. Die Sicht.

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 Maßstab 1:25000, für die weitere Umgebung Einheitsblatt 1:100000) 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 bis 200m 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: 50m, 200m, 500m, 1km, 2km, 4km, 10km, 20km und 50km. 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. IB).

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 5km, 10km und so fort) auch in verschiedenen Richtungen fest (siehe Bild 3). 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 Lichter von Bahnhöfen, Lichtreklamen, Gasthäusern auf Bergen oder die Scheinwerfer der Nachtflugstrecken, deren Entfernung ebenfalls festzulegen ist, als Sichtmarken.

Die Verschlüsselung der angestellten Beobachtungen erfolgt nach dem jeweils gültigen Schlüssel (siehe W.f.H. IB). Auch über Gefahrenmeldungen bei schlechter Sicht oder Sichtsondermeldungen ist dort nachzulesen. Vielerorts werden Abmachungen getroffen über ständige zusätzliche Klartextmeldungen. 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 (siehe W.f.H. IB) notwendig macht.

#### 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.

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 Alto-cumulus ähneln. Der Stratocumulus unterscheidet sich vom Nimbus durch das Ballen- oder walzenförmige Aussehen und auch dadurch, daß kein Niederschlag fällt.

#### 7. 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.

#### 8. 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 Fractocumulus (Fcu).

#### 9. Cumulonimbus, Gewitterwolken, Böenwolken, Platzregenwolken (Cb).

Gewaltige Wolkenmassen, die sich in Form von mächtigen Kuppeln erheben, oder zu hohen Türmen und 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.

#### 10. Stratus (St), Hochnebeldecke.

Gleichförmige nebelgraue Wolken-schicht, 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 normalerweise 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 auszeichnet, größere Cu und Cb häufig in geschlossener Böenfront (Wolken- oder Böenkragen) auf, wobei dann Schauerniederschläge 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 2500m).

Hierbei ist zu bemerken, daß die Cu, deren untere Grenze ebenso tief liegt (1500 bis 2500m) und sie daher zu den tiefen Wolken gerechnet werden müssen, oft mehrere 1000m hinaufreichen; die Cb erreichen nicht selten bei Gewittern und Böen die Höhe von 8000m.

2. Mittlere Wolken:

Ac, As, mittlere Höhe 4000m.

3. Hohe Wolken:

Cc (6500m), Cs (8000 bis 9000m), Ci (9000 bis 10000m).

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 Durchführung eines Fluges mit Bodensicht eine "Sicherheitsgrenze" vorgeschrieben, d.h. die Wolkenuntergrenze darf eine bestimmte Höhe über Grund nicht unterschreiten.

Schätzung: Die Wolkenuntergrenze wird bei Tag meist auf Grund der Kenntnis 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 dem Stand des Beobachters ebenfalls bekannt sein muß, geschätzt. In diesem Falle empfiehlt es sich, sinnge-

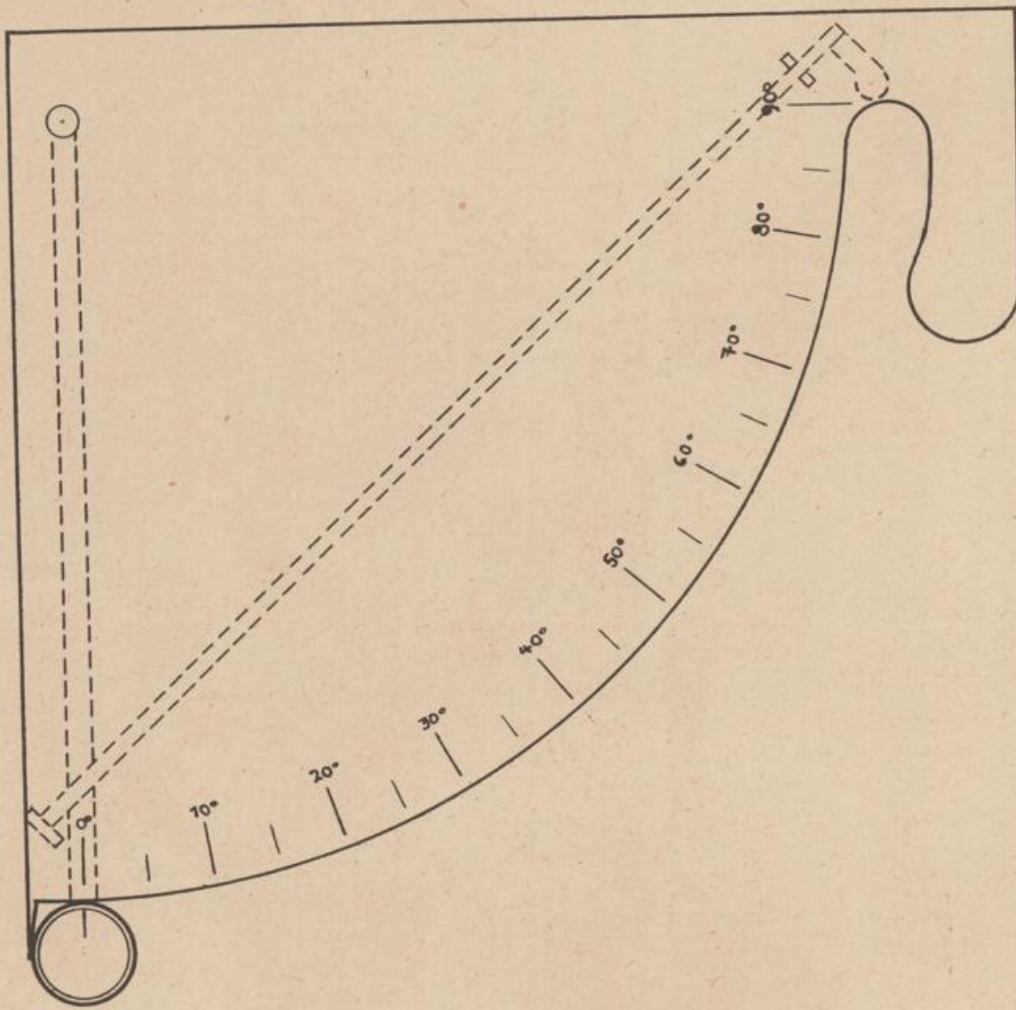


Bild 4

Senkelquadrant.

mäße Klartextzusätze zur verschlüsselten Meldung zu geben: Berge in Wolken oder Fetzen an den Bergen.

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 ausgeprägten Wolken oder einer sehr tiefen, geschlossenen Wolkendecke äußerst schwierig und unsicher ist (siehe Abschnitt Gefahrenbeobachtung!).

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 Auffliegenlassens des Ballons und des Eintauchens in Wolken die Untergrenze errechnet werden kann. Verschwindet z. B. ein Ballon von der Steiggeschwindigkeit 100m pro Minute schon nach 45 Sekunden in Wolken, dann liegt die Untergrenze derselben bei 75m über Grund. Doch muß man sich der Schwäche auch dieser Methode bewußt sein: kleine Ballone 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 Wolkenscheinwerfer; allerdings setzt sie dämmeriges Licht oder Dunkelheit voraus. Man beleuchtet die Wolken mittels eines senkrecht nach oben strahlenden Scheinwerfers. In einem genau ausgemessenen 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 Abstände des Beobachters vom Scheinwerfer wird die Höhe der Wolkenuntergrenze bestimmt. Ist  $b$  der Abstand des Beobachters vom Scheinwerfer in m,  $\beta$  der ermittelte Höhenwinkel, dann ergibt sich die Höhe  $H$  der untersten Wolken aus der Beziehung:  $H = b \cdot \operatorname{tg} \beta$ . Um aber nicht für jede einzelne Beobachtung die Berechnung aus obiger Formel aufs neue anstellen zu müssen, legt man sich zweckmäßig eine Tabelle oder eine graphische Darstellung der zu den jeweils ermittelten Höhenwinkeln gehörigen Wolkenhöhen an. Die Ermittlung des Höhenwinkels kann auf dreierlei Weise vorgenommen werden: 1. Man bedient sich des einfachen Senkelquadranten mit Visiereinrichtung. Dabei hat man zur Sicherheit jedoch mehrere Anvisierungen zu machen (mindestens drei), 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  $b$  verwendbar. Ist dagegen die Teilung des Viertelkreises in Graden durchgeführt (siehe Bild 4), so hat man mit der abgelesenen Gradzahl in die oben erwähnte Tabelle oder graphische Darstellung der Wolkenhöhen einzugehen, um die Untergrenze in m zu erhalten. Da bei Grädeinteilung des Senkelquadranten die Entfernung  $b$  bei der Aufstellung der Tabelle berücksichtigt wurde, kann das Instrument 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. IB).

#### 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 ~~Zimt~~ 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 (zusammengerückt 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.IB).

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 Wolken" (Ac, As) 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.

Gute Beobachtungen über die Zugrichtung erhält man mit Hilfe folgender Geräte:

1. Ein auf jedem Flugplatz leicht herzustellendes Gerät: Aus 3 bis 4mm starkem Drahte wird ein Reif von 1m 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 verspannt, wobei an die Stelle des Schirmstockes ein 4 bis 5cm starker Pfahl oder irgendein Mast auf der Beobachtungsplattform tritt. Dieser Windrosenschirm muß 2m 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 gang 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.

Wichtig bei allen Beobachtungen des Wolkenzuges ist:

1. Genaue Angabe der Wolkenart und ungefähr geschätzte Höhe.
2. Beobachtung eines leicht erkennbaren, auffallenden Wolkenzipfels.
3. Kopf fest anlegen, während der ganzen Beobachtung nicht verrücken.

## 2. 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 30cm 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 eingezogenen 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:

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

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:  $H = 1500\text{m}$ ;  $t = 15$  Sekunden;  $s = 0.03\text{m}$ ;  $h = 0.3\text{m}$ ; 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.

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 (Kopf fest gegen das Gemäuer stemmen!). Auch Fahnenmaste oder Antennen können als Festpunkte gewählt werden.

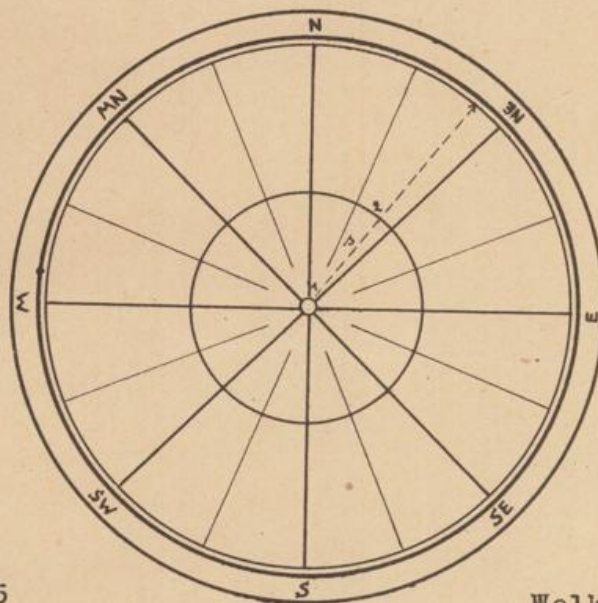


Bild 5

Wolken Spiegel.

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 (siehe A.f.K.). 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 (siehe A.f.K.), 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.

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

*1 behinderungsmäßig*

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

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, IB) 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: (siehe auch A.f.K.)

Unter Bodenwind versteht man die Luftbewegung bis zu etwa 100m 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 Beobachtungsplatz so ausgewählt werden, daß die dort ausgeführten Messungen auch möglichst frei von solchen Einflüssen sind.

1. Windrichtung (siehe A.f.K.).

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. Außer den in der A.f.K. aufgeführten Hilfsmitteln zur Bestimmung der Windrichtung ist noch zu empfehlen, einen Wimpel aus leichtem Stoff zu benutzen, der an einem Stock so hoch gehalten wird, daß die Richtungsbestimmung etwa 2m 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 (siehe A.f.K.). Auch die Bestimmung der Windrichtung auf diese Weise kann noch Fehler in sich schließen. Vor allem muß sich der Beobachter

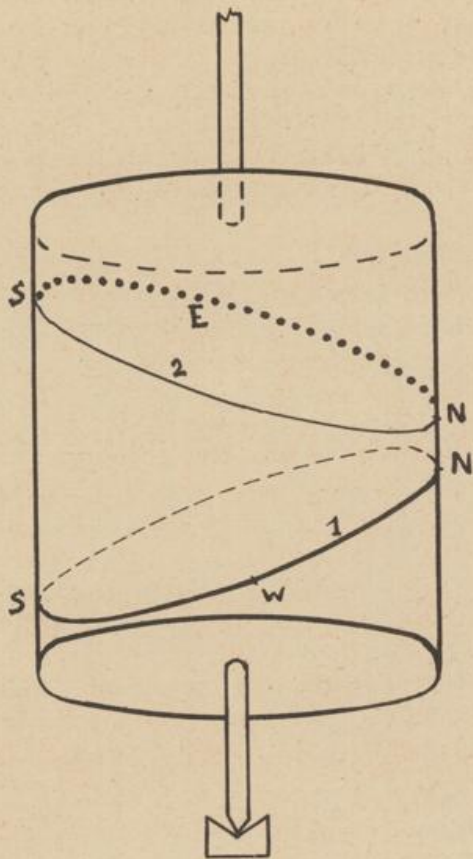


Bild 6

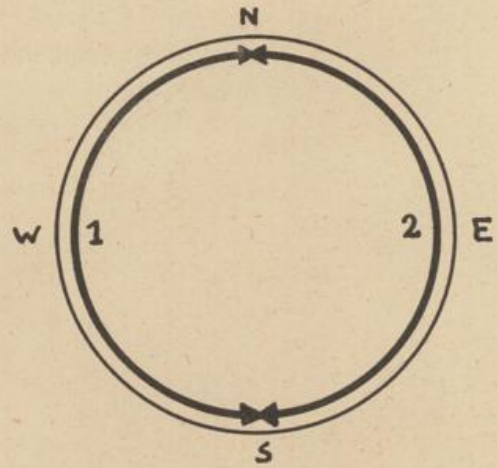


Bild 7

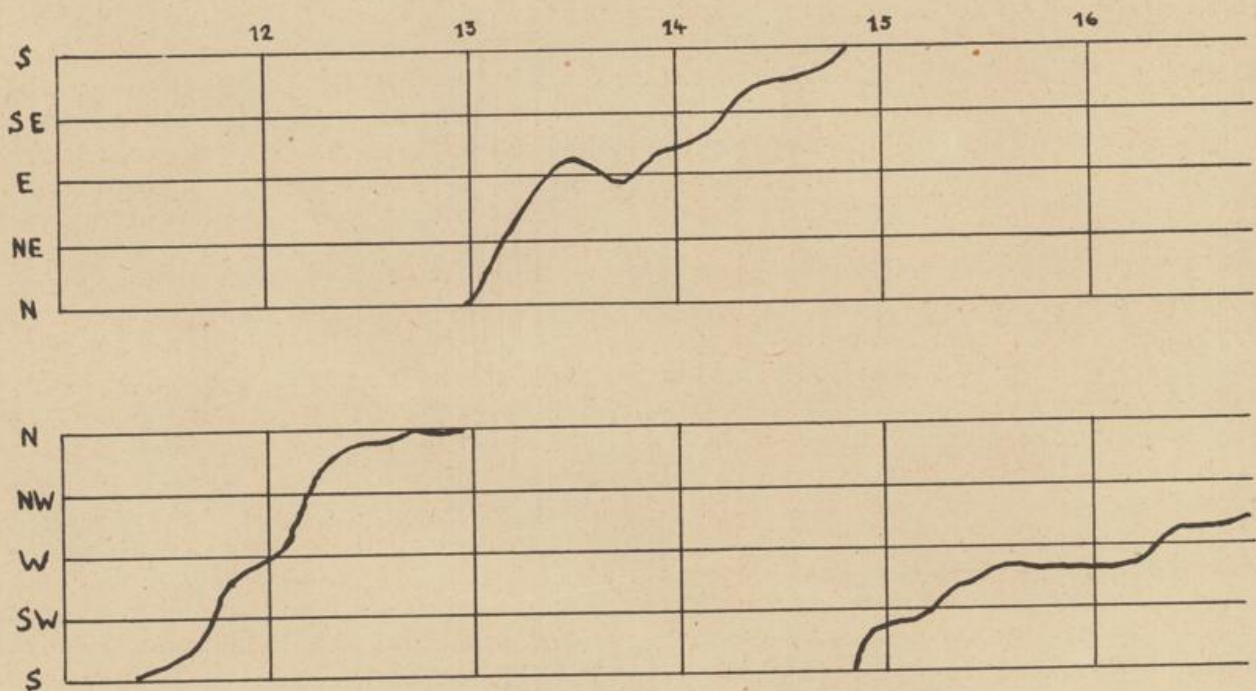


Bild 8

Registrierung der Windrichtung.

vor der perspektivischen Täuschung (siehe Rauchfahne der Schornsteine!) hüten. Um (ähnlich wie beim Luftdruck) die Winddrehungen 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 Winddrehung 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 3m) darüber 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. Die Übertragung vom Aufnahmegerät (Windfahne) zum Anzeigegerät (Trommel) kann dabei mechanisch oder elektrisch erfolgen.

**Mechanische Übertragung:** 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 6) eingekerbt, in denen je ein Führungsstift für einen vertikal beweglichen Schlitten läuft. Der Schlitten trägt den Schreibfedermechanismus. Die Nute 1 ist auf der stark ausgezeichneten Hälfte gleichmäßig tief eingekerbt. Der Führungsstift ist demnach längs dieses Teilstückes tief eingesenkt. Nur solange der Führungsstift 1 sich längs dieses Teilstückes der Nute bewegt, schreibt die mit dem Schlitten verbundene Schreibfeder auf der Registriertrommel. 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 tief eingekerbten 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 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 6 und 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 ein an der Wand des Dienstraumes angebrachtes, nach den 4 Haupt-

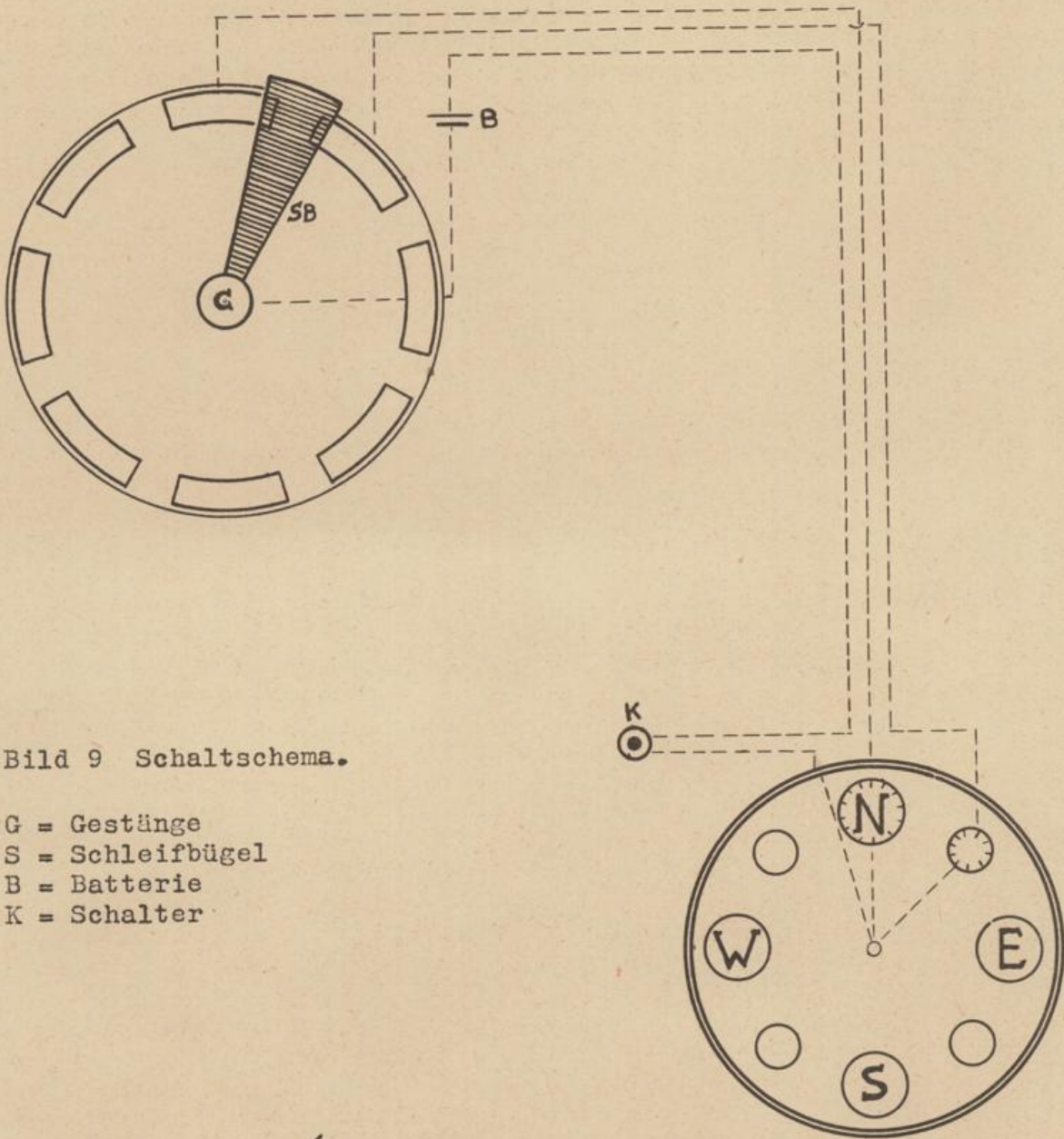
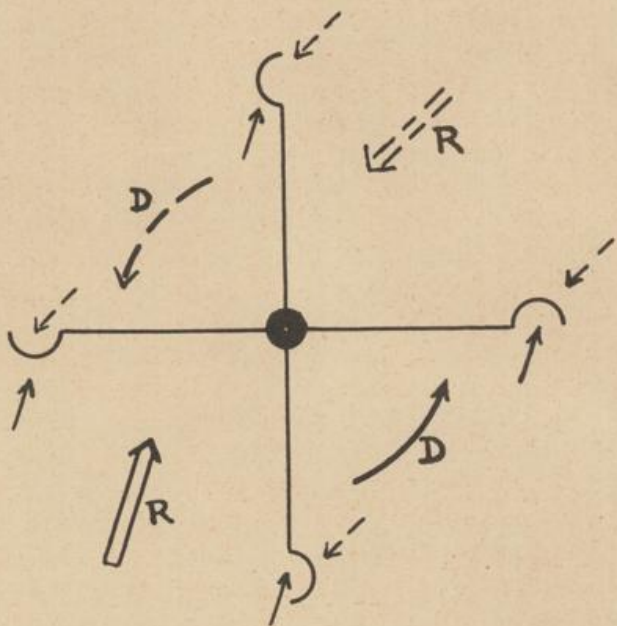


Bild 9 Schaltschema.

- G = Gestänge
- S = Schleifbügel
- B = Batterie
- K = Schalter



- R = Windrichtung
- D = Drehsinn des Systems

Bild 10

Schalenkreuz

und den 4 Nebenwindrichtungen angeordnetes Lampensystem verbunden. Jedesmal, wenn der Schleifkontakt über einen Sektor hinwegstreift, 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 nächstbenachbarten Lämpchen aufflammen. Ist also beispielsweise die Windrichtung NNE, so brennt das Nordlämpchen und das Nordostlämpchen gleichzeitig (siehe 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 nächstbenachbarten Schreibhebel angegeben.

## 2. Die Windstärke (= Windgeschwindigkeit).

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 Beaufortskala (siehe A.f.K.), 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 die 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 (siehe A.f.K.). 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.

Neben der Stärketafel dient jetzt meist das Schalenkreuzanemometer zur Messung der Windgeschwindigkeit. Es besteht aus einem System von halbkugeligen, Leichtmetallschalen (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 (vergl. dazu Stärketafel!). 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 2m 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

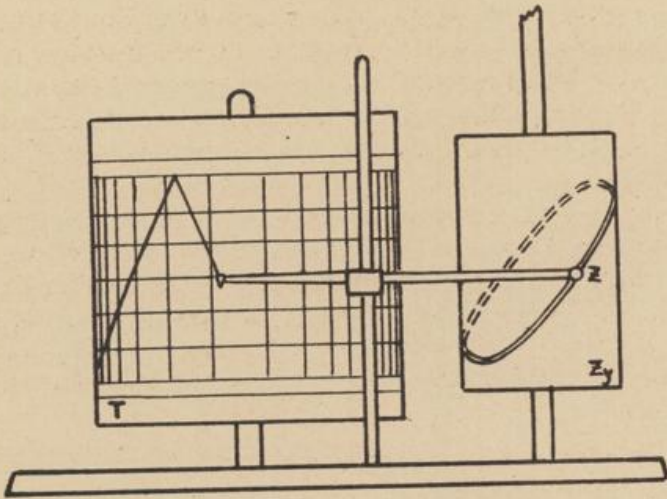


Bild 11

Z = Zapfen  
Zy = Zylinder

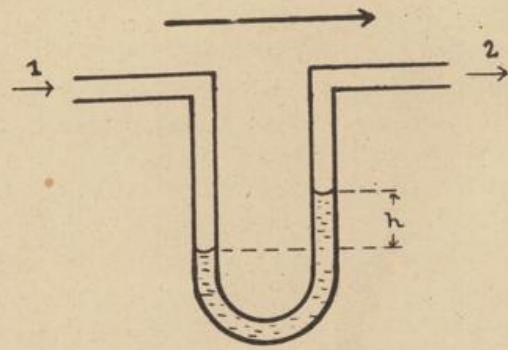


Bild 12

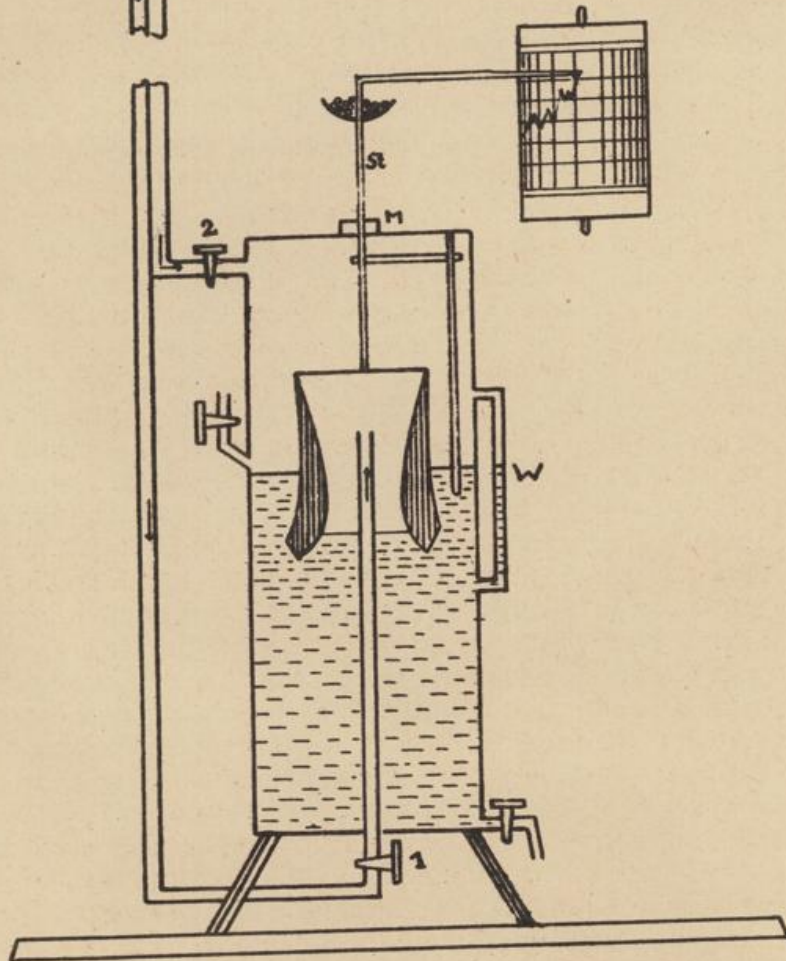
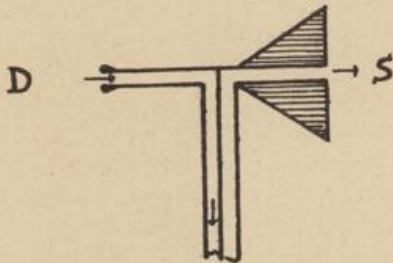


Bild 13

Böenschreiber.

te 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.

Die mechanische Übertragung:

Das Gestänge des Schalenkreuzes (Achse) dreht im einfachsten Falle einen Zylinder, in dem auf einer Nute ein Zapfen gleitet, 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.

Die elektrische Übertragung:

Nach ~~bei~~ 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 Summton hörbar gemacht.

Die hier angeführten Möglichkeiten, die Windgeschwindigkeit zu messen, entbinden aber den Beobachter nicht von der Aufgabe, sie stets auch nach der Beaufortskala zu schätzen und die geschätzten Werte mit den gemessenen zu vergleichen. Dies ist besonders darum wichtig, weil häufig der Wind am Aufstellungsort des Anemometers aus irgendeinem unkontrollierbaren Grunde beeinflusst wird, wogegen die Schätzung nach Beaufort 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.

### 3. 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 (siehe dort), die Änderung der Windstärke durch die Prandtl'sche Staudüse.

Grundprinzip: (siehe Zeichnung 12) Läßt man gegen ein U-förmig gebogenes, halb mit einer Flüssigkeit gefülltes Rohr Wind strömen, so übt der Windstrom 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 Flüssigkeitssäule 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 in 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 weitergeleitet, wo sie die Änderungen am Stand der Flüssigkeit (Wasser) verursachen. Die Staudüse ist mit der Windfahne gekoppelt. Das eine Ende D (siehe Bild 13) 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. 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 Dreivegehähne 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 M kann durch Beschweren der Taucherglocke mit Schrotkugeln 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 und 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 ( $\frac{1}{2}$  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 bei Gegen- und Querwind; 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.

#### 1. Der Theodolit.

##### aa) 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 waagrechte 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 vermittels 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.

##### bb) Die Aufstellung des Theodoliten.

Orientierung: Man stellt das auf dem Stativ vorerst noch lose (entspannte Feder) angeschraubte Fernrohr vermittels der Azimutschraube über den Azimutkreis so, daß man an der 0-Marke des Ablesenonius 360,0 Grad abliest, und dreht den Fuß des In-

strumentes so lange, bis im Fadenkreuz des Fernrohres die Geländenordmarke erscheint (siehe III A, b). Liegt die Orientierungsmarke (Peilmarke) nicht genau in der Nordrichtung, so wird die Nullmarke des Ablesonius über den nach der Orientierungsmethode (III A, b) festgestellten Peilmarkenwinkel am Azimutkreis festgestellt und der Fuß des Instrumentes so lange gedreht, bis die Peilmarke im Fadenkreuz erscheint.

Kontrolle: Stets muß die Nullmarke des Ablesonius über 360,0 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 Fußschrauben 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 überein stimmt, 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.

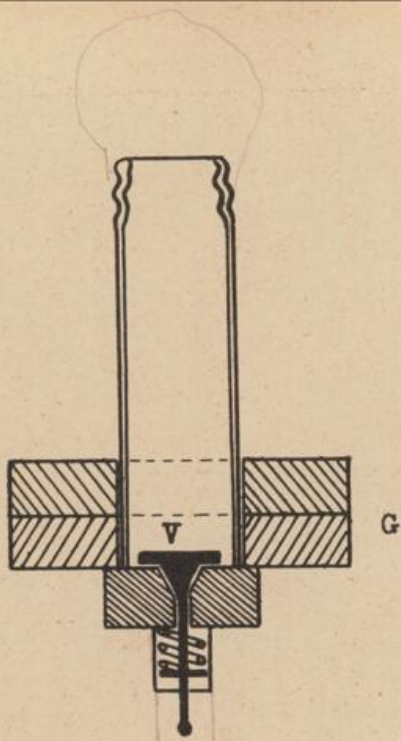
Festspannung und Halterung:

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 fest steht. 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 Festspannen 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.

## 2. Der Pilotballon.

Der Erfolg hat gezeigt, daß mit Wasserstoff gefüllte, frei fliegende Gummiballone, die fest verschlossen sind, sodaß die eingeschlossene Gasmenge sich nicht



G = Gewichte, auswechselbar  
V = Ventil

Bild 14 Fülltülle.

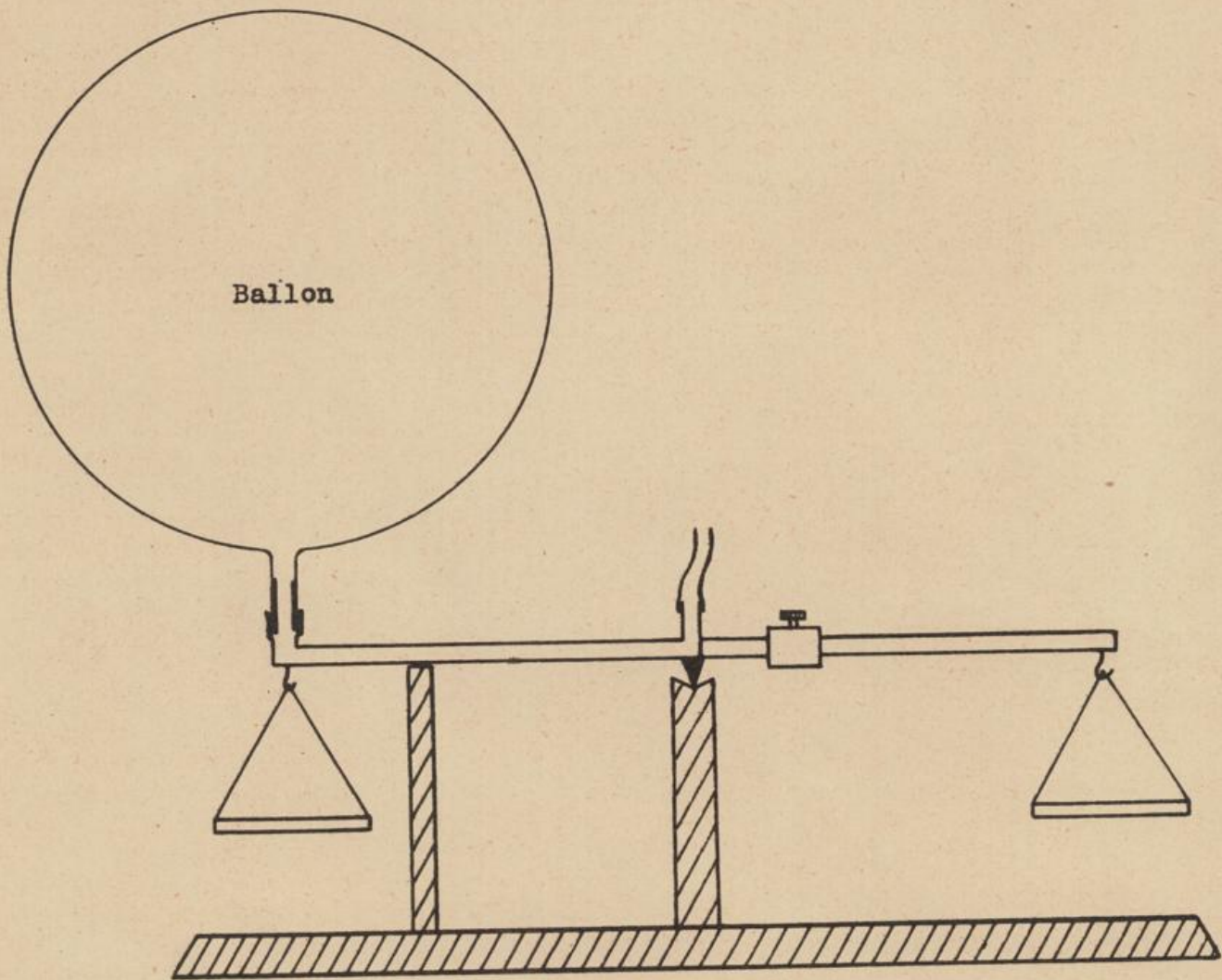


Bild 15

Füllwaage.

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 Ballones. 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 (100m pro Minute) benützt man häufig zur Bestimmung der Wolkenuntergrenze, indem man die Zeit abstoppt, die vergeht vom Loslassen des Ballons bis zu seinem Verschwinden in den Wolken (siehe Abschnitt E, c).

aa) 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 Tabelle im Anhang enthält für bestimmtes Ballongewicht und bestimmte Steiggeschwindigkeit den zugehörigen Wert des Auftriebes.

bb) 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.

1. Fülltülle. (siehe Bild 14!)

Ein kurzer Rohrstutzen ist an einem Ende mit einem Ventil versehen. Am anderen Ende kann der Füllansatz des Ballones 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.

2. Füllwaage. (siehe Bild 15!)

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 Wasserstofffla-

sche 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.

cc) Aufbewahren und Flicker der Ballone.

Die Aufbewahrung der Gummiballone hat frostsicher, dunkel, kühl und feucht zu erfolgen, am besten in einem Zinkblechkasten mit Lattenrosteinsatz. Der Boden des Kastens wird mit einer dünnen Wasserschicht benetzt, die Ballone selbst dürfen nicht im Wasser liegen. Bewährt hat sich auch ein starkes Einstäuben der Ballone mit Speckstein (Talkum), wobei auch der Boden des Blechkastens 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 Aufstiegsgeschwindigkeit, 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 geplatzen Ballon kreisrund auszuschnitten 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 Ein-sendung der schlechten Ballone zu melden.

dd) Höhenwindmessung bei Nacht.

Bei nächtlichen Höhenwindmessungen wird der Ballon durch Anhängen einer kleinen Batterie (Stabbatterie mit angelöteter Lampenfassung) mit kleiner Lampe sichtbar gemacht. Bei windschwachem Wetter erreicht man damit Höhen bis zu 2000m. 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 Waage:

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 50g schweren Batterie Schaden anrichtet. Zu diesem Zwecke wird ein etwa 30.30cm 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 75cm tiefer zusammengeknötet, 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 Einschleiben 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 geplatzten 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.

### 3. Die Verfolgung des Pilotballones.

#### aa) 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, anpeilt. 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 abgelesen 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 auszuklinken 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 bloßem 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 5mm 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.

#### bb) Wolken- und Dunstsichten, 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

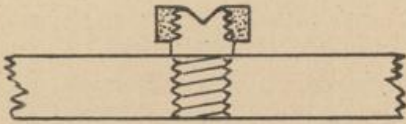


Bild 16

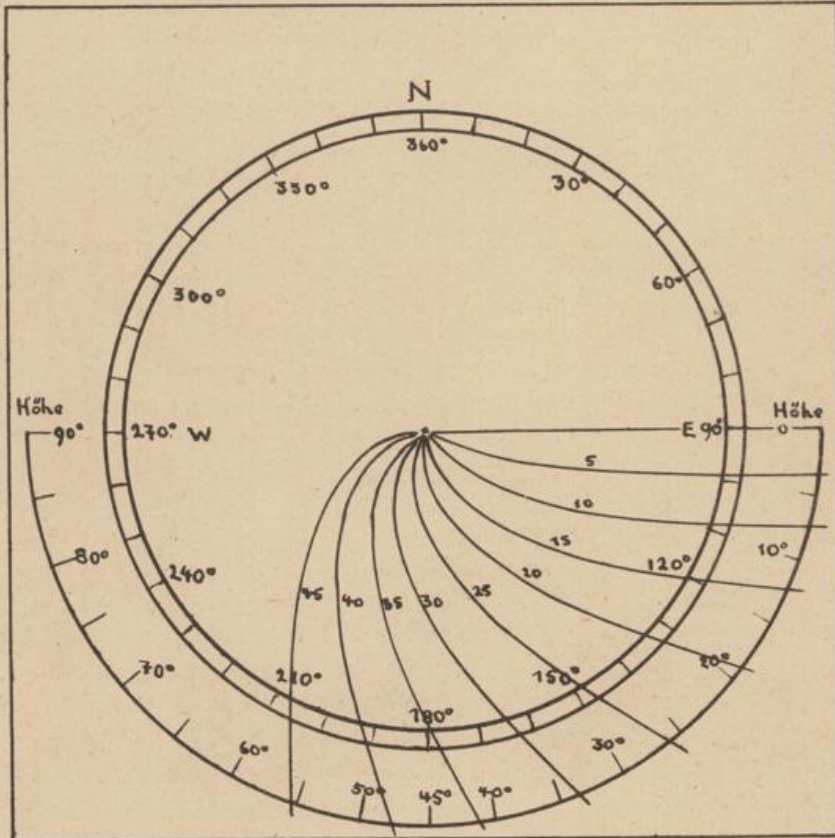


Bild 17

Auswertpapier.

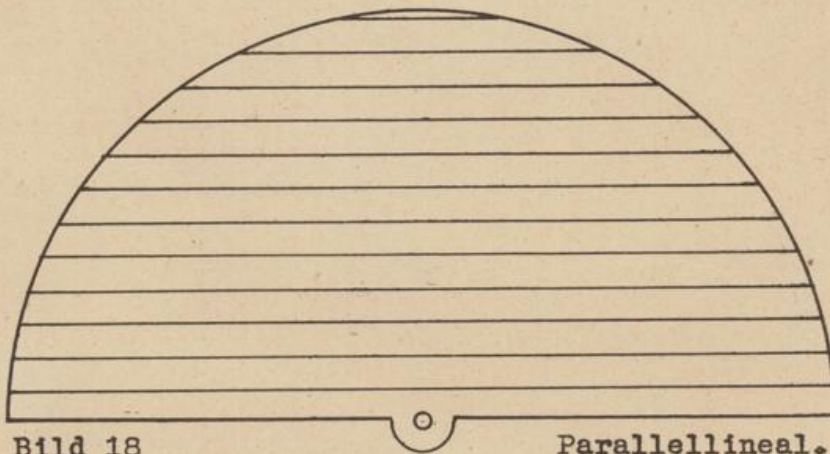


Bild 18

Parallellineal.

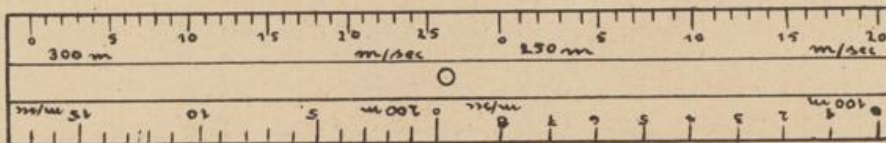


Bild 19

Auswertmasstab.

der Ballon 1800m erreicht (bei einer Aufstiegs geschwindigkeit von 150m pro Minute), dann ist die untere Wolkengrenze, in die der Ballon eintaucht, auch in 1800m 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 Wolkhöhe wird der Beobachter seine Übung im Schätzen der Wolkhöhe zu vervollkommen suchen, während umgekehrt genaue Kenntnis der Wolkenarten und große Übung im Schätzen der Wolkhöhe das Urteil darüber erleichtern wird, welcher Ursache man das Verschwinden des Ballons zuzuschreiben hat. Die Beurteilung besonders der Höhe mehrerer Wolkenschichten (worüber im Protokoll Vermerke zu machen sind), hängt wesentlich von der Übung sowohl im Verfolgen wie im Schätzen der Wolkhöhen 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 Dunstsicht in 1800m 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. Dunstsicht zusammenfallend mit Windsprung deutet auf die Grenzschicht einer sich bildenden Wolkendecke hin.

#### 4. Auswertung.

Im folgenden wird eine sehr einfache Auswertmethode beschrieben:

Zubehör:

1. Eine Sperrholzplatte (1.40.50cm) mit Schraube und Schraubenmutter im Mittelpunkt. Die Vertiefung im Kopf der Schraube (Bild 16) dient zum Einsetzen des Stechzirkels.
2. Vorgedrucktes Auswertpapier (Bild 17).
3. Parallellineal (Bild 18), das ist eine halbkreisförmige Zellophanplatte mit eingekerbten Parallelen. Das Parallellineal kann auf der Sperrholzplatte mit Hilfe der Schraube drehbar befestigt werden.
4. Stechzirkel.
5. Auswertmaßstab (Bild 19) mit Skala in m/sec für verschiedene Steiggeschwindigkeiten des Ballons (z.B. 100, 200, 250, 300 m pro 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.

#### aa) Auftragung der Flugbahn.

Zuerst wird das Parallellineal auf den gemessenen ersten Höhenwinkel eingestellt. Vom Mittelpunkt aus greift man dann an der Kante des Lineals mit dem Stechzirkel die Entfernung zur ersten Kurve der gegebenen Kurvenschar ab, entsprechend der ersten Minute der Messung. Während man das Parallellineal auf den zugehörigen Seitenwinkel einstellt, bleibt der eine Schenkel des Zirkels im Mittelpunkt (Schraubenkopf!). An der Kante des Lineals wird dann die mit dem Zirkel abgegriffene Entfernung abgetragen und zwar auf der Strecke zwischen Winkelzahl und Mittelpunkt (sehr wichtig!). Entsprechend findet man die weiteren Punkte je nach der 2., 3., 4., 5.... Minute der Messung. Die einzelnen Punkte werden laufend numeriert. Auf diese

Weise kann man minutenweise die Horizontalbahn (Projektion der Ballonbahn in die Horizontalebene) bestimmen.

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 Grad ablesen, wenn das Fernrohr nach Norden weist; dann stand der Theodolit richtig.

#### bb) Ermittlung der Windrichtungen.

Man muß immer die Richtung bestimmen, aus der der Wind weht. Dazu dient jetzt das Parallellineal. Man dreht die Zellophanplatte solange, bis eine der Parallelen mit der Richtung der Strecke vom Mittelpunkt zum ersten Punkt, 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.

#### cc) 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 für die betreffende Höschicht, die der Ballon zwischen den beiden Minuten durchstiegen hat.

#### dd) 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: Verdoppeln, fünffach oder zehnfach. Das heißt also: Man nimmt nach der ersten Minute die 2., 5. oder 10. Kurve. Entsprechend bekommt man die doppelte, fünffache oder zehnfache Windgeschwindigkeit. Die mit dem Auswertmaßstab 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 Horizontalentfernungen 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. Zweckmäßig ist dabei als Verkleinerung das Verhältnis  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{5}$  oder  $\frac{1}{10}$  zu nehmen. Die abgelesenen Windgeschwindigkeiten müssen dann dementsprechend verdoppelt, verfünffacht oder verzehnfacht werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Sobald eine bestimmte Vergrößerung oder Verkleinerung einmal vorgenommen wurde, muß diese Veränderung im gleichen Verhältnis bei jedem folgenden Schritt angebracht werden; es müssen dann eben alle Strecken im gleichen Verhältnis geändert erscheinen, was beim Ausmessen der Windgeschwindigkeit wohl zu beachten ist. Aus dieser allgemeinen Fassung ergibt sich ohne weiteres, wie man bei Anwendung einer anderen Verhältniszahl oder bei wiederholt notwendigen Änderungen im Falle von sehr hohen Windmessungen oder bei sehr schwachen Winden zu verfahren hat.

Weitere Methode der Auswertung (mit dem Rechenschieber).

Zubehör:

1. Rechenschieber mit Skala für Winkelfunktionen.

2. Vorgedrucktes Auswertpapier mit Kreisteilung in 360 Graden.

Die Horizontalentfernung des Ballons vom Beobachter wird jetzt mit dem Rechenschieber berechnet als  $x = m \cdot \cotg \alpha$ , wobei  $m$  die der Minutenzahl entsprechende Steighöhe und  $\alpha$  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.

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.

### a) Quecksilberbarometer.

Beschreibung des Quecksilberbarometers (Stationsbarometer) sowie Anleitung zur Aufhängung und Ablesung siehe A.f.K.

Im folgenden sollen die am abgelesenen Barometerstand anzubringenden Korrekturen besprochen werden.

#### 1. 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 verschiedenen Temperaturen miteinander vergleichen zu können, bezieht man die Höhe der Quecksilbersäule immer auf dieselbe Temperatur und zwar auf 0° Celsius (siehe auch A.f.K.). Die Größe der Korrektur wird aus Tabellen bestimmt, Praktisch ist es dabei, die Tabelle neben dem Stationsbarometer an der Wand anzubringen.

#### 2. Schwerekorrektur.

Das Gewicht der Quecksilbersäule hängt von der Schwerebeschleunigung  $g$  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 Meeresspiegel 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.

#### 3. 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 zuzumaddieren, 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.

#### 4. Luftdruckreduktion auf Meeresspiegel: NN ( $q_{ff}$ ).

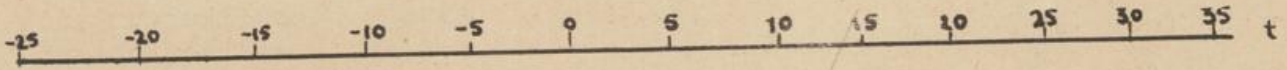
Zum Vergleich des Luftdruckes an verschiedenen Orten und zur gleichen Zeit (Wetterkarte!) sowie für die barometrische Höhenmessung (Flugzeug) ist eine Umrechnung des Luftdruckes auf NN (Normal-Null, Meeresspiegel) notwendig. Der Reduktionswert ist abhängig von der Höhe der Station über dem Meeresspiegel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

aa) Umrechnung aus Tabellen

bb) graphische Methode.

aa) Umrechnung aus Tabellen.

Benutzt werden die vom Reichsamt für Wetterdienst herausgegebenen Tabellensammlungen: "Die Umrechnung des abgelesenen Barometerstandes für die Verwendung des



Luftdruckreduktion auf NN.  
Stationshöhe 500 m.

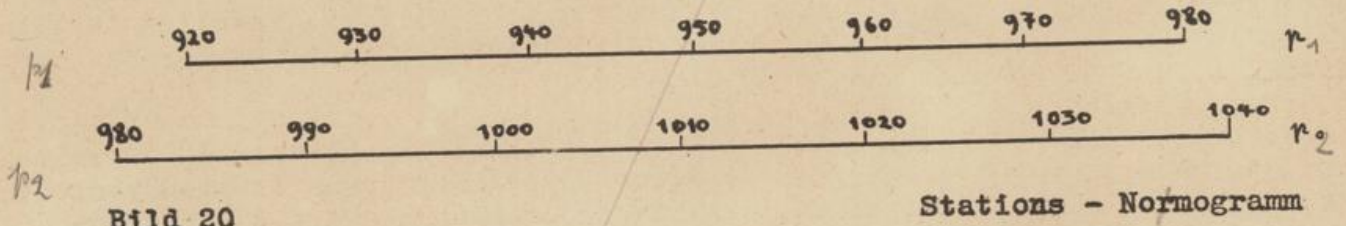


Bild 20

Stations - Normogramm

Luftdruckes zur Zeichnung von Wetterkarten" (R.f.W.1931).

Die Tabellen geben die Verbesserungswerte von 10 zu 10mm Luftdruck, 5 zu 5 Grad Temperaturdifferenz und für Höhenunterschiede von 20 zu 20m. 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.

bb) Graphische Methode.

Bild 20 zeigt ein Normogramm, 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 eingezeichnet.

Um den auf 0 Grad und Normalschwere reduzierten Druck 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 100m 0.5 Grad zu nehmen (Temperaturgradient). Bei Berechnung der Tabellen und des Normogramms empfiehlt es sich, die Mitteltemperatur so zu berücksichtigen, daß man nur mit der an der Station gemessenen Außentemperatur in die Tafel oder das Normogramm einzugehen hat (siehe oben).

5. 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, kann man einfach diese Höhe als Maß für den Druck nehmen, also in diesem Falle: "mm Quecksilber."

In neuerer Zeit verwendet man aber meist 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 1000mbar = 750.08mm Quecksilber.

Auf Grund dieses Zusammenhanges sind die benützten Umrechnungstabellen aufgestellt.

Die in 1, 2, 3 und 4 angegebenen 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 von  $q_{ff}$ . (zweit  $q_{fc}$ )

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. 951.6mbar).

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 München in 48 Grad geogr. Breite 0.1mbar; sie setzt sich zusammen aus Umrechnung auf Schwerebeschleunigung in 45 Grad (wird zum Barometerstand addiert): 0.24mbar.

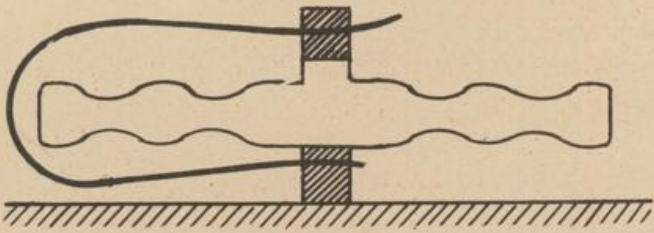


Bild 21 Vidiedose m. Blattfeder

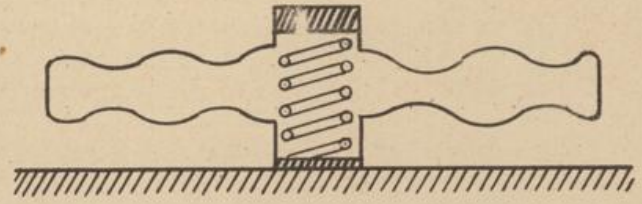


Bild 22 Vidiedose m. Spiralfeder

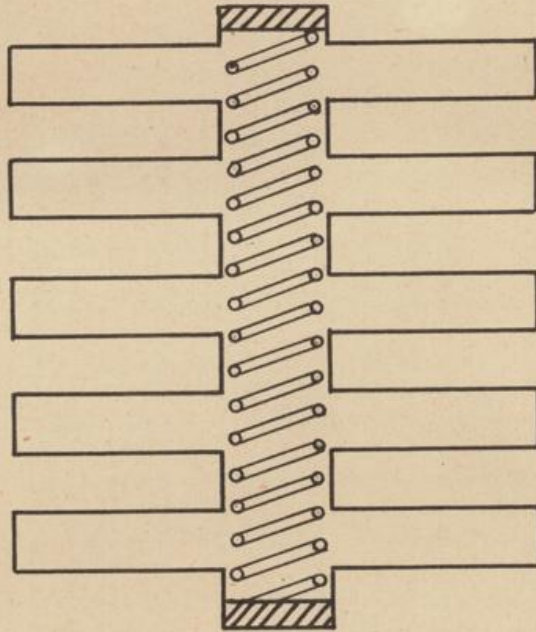


Bild 23 Dosensatz.

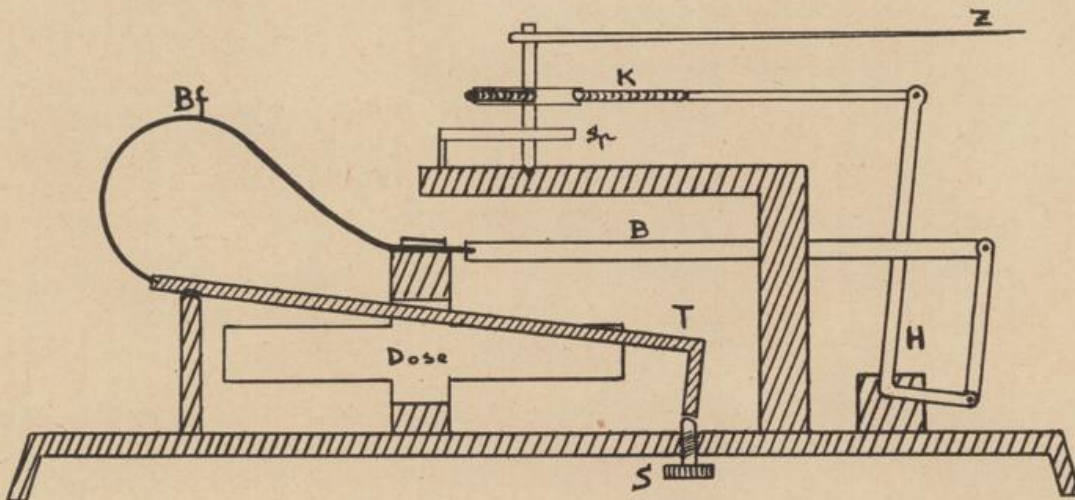


Bild 24

qfe - Aneroid.

Bf = Blattfeder  
Sp = Spiralfeder

Umrechnung auf Seehöhe (München 522m NN): 0.13 mbar. *g. Korrektur!*  
(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 0.1mbar zu-  
gezählt werden.)

Nach 5 wird dann:  $948.7 + 0.1 = 948.8$  mbar. *bis 0° und Normalschwere.*

7. Umrechnung auf Flugplatzhöhe (qfe).

Z.B. für 5m Höhendifferenz: 0.6mbar

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 (Normogramm oder Zahlentabelle) für  
die Höhe des unteren Quecksilberspiegels des Stationsbarometers berechnet. In  
diesem Falle ist der unter 6 bestimmte Wert des Luftdruckes zur weiteren Reduk-  
tion auf NN zu nehmen. Also: Bei einer ~~A~~ßentemperatur von 14.7 Grad: 1009,3mbar.

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

c) Das Aneroidbarometer.

Die elastischen Barometer (Aneroide) beruhen auf der elastischen Zusammendrück-  
barkeit abgeschlossener, evakuierter, dünnwandiger Gefäße durch den äußeren Luft-  
druck. Diese Deformationen können durch Hebelsysteme auf einem Zeiger oder eine  
Schreibfeder übertragen und die Luftdruckänderungen damit sichtbar gemacht wer-  
den.

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 Ver-  
gleich mit einem Quecksilberbarometer von Zeit zu Zeit nötig. So verwendet, er-  
leichtern die Aneroidbarometer aber wesentlich die Arbeit des Beobachters (qfe-  
Aneroid!). Weiterhin sind sie weniger empfindlich gegen Erschütterung als Flüs-  
sigkeitsbarometer, eignen sich daher besonders für Messungen im Flugzeug.

Der Hauptbestandteil eines Aneroidbarometers ist

Die Vidiedose:

Sie besteht aus einer flachen, fast luftleeren Metallkapsel (Neusilber) mit ge-  
welltem, dünnwandigen Deckel und Boden. Die Luftdruckschwankungen rufen Deforma-  
tionen der Dose hervor, denen eine Stahlfeder entgegenwirkt. Die Stahlfeder ist  
entweder außerhalb der Dose als Blattfeder angebracht oder im Innern derselben  
als Spiralfeder (siehe Bild 21 und 22). Meist sind bei Spiralfederanordnung meh-  
rere Dosen durch eine Feder im Innern miteinander verbunden, sodaß dadurch der  
Ausschlag vergrößert wird (siehe Bild 23).

1. Das Aneroidbarometer als Zeigeraneroide (qfe-Aneroid) (Bild 24).

Bei diesem Instrument wird meist eine Vidiedose mit Blattfeder verwendet. Letzte-  
re 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 Stan-  
ge B ist starr mit der Feder verbunden. Durch die Hebelübertragung H und die Ket-  
te K werden die Lageänderungen der Feder auf die vertikale Achse des Zeigers  
übertragen. Der Zeiger selbst wird durch eine kleine Spiralfeder entgegen dem Ket-  
tenzug 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 Zeigerane-  
roid (qfe-Aneroid) besonders geeignet. Es muß dabei nur von Zeit zu Zeit die Ab-  
weichung des Zeigerstandes vom Barometerstand (Quecksilberbarometer) festge-  
stellt und bei der Ablesung am qfe-Aneroid berücksichtigt werden. Als Zeitpunkte  
für die Bestimmung dieser Korrektur wählt man zweckmäßig Termine zur Beobach-  
tung der "großen Wetter", bei denen ohnedies qfe und qff am Quecksilberbarometer  
bestimmt werden müssen. Über die Korrekturen muß laufend Buch geführt werden, so-  
daß eine Kontrolle des Gerätes und der Ablesungen möglich ist.

Z.B. sei der am Stationsbarometer bestimmte Barometerstand, auf Platzhöhe reduziert  
(qfe), gleich 967,3mbar. Gleichzeitig zeige das Aneroidbarometer 967,5mbar. Für die  
folgenden qfe-Ablesungen am qfe-Aneroid ist dann immer (bis zum nächsten Ver-  
gleichstermin) die Korrektur  $-0,2$  mbar anzubringen. Die Aufzeichnungen über die

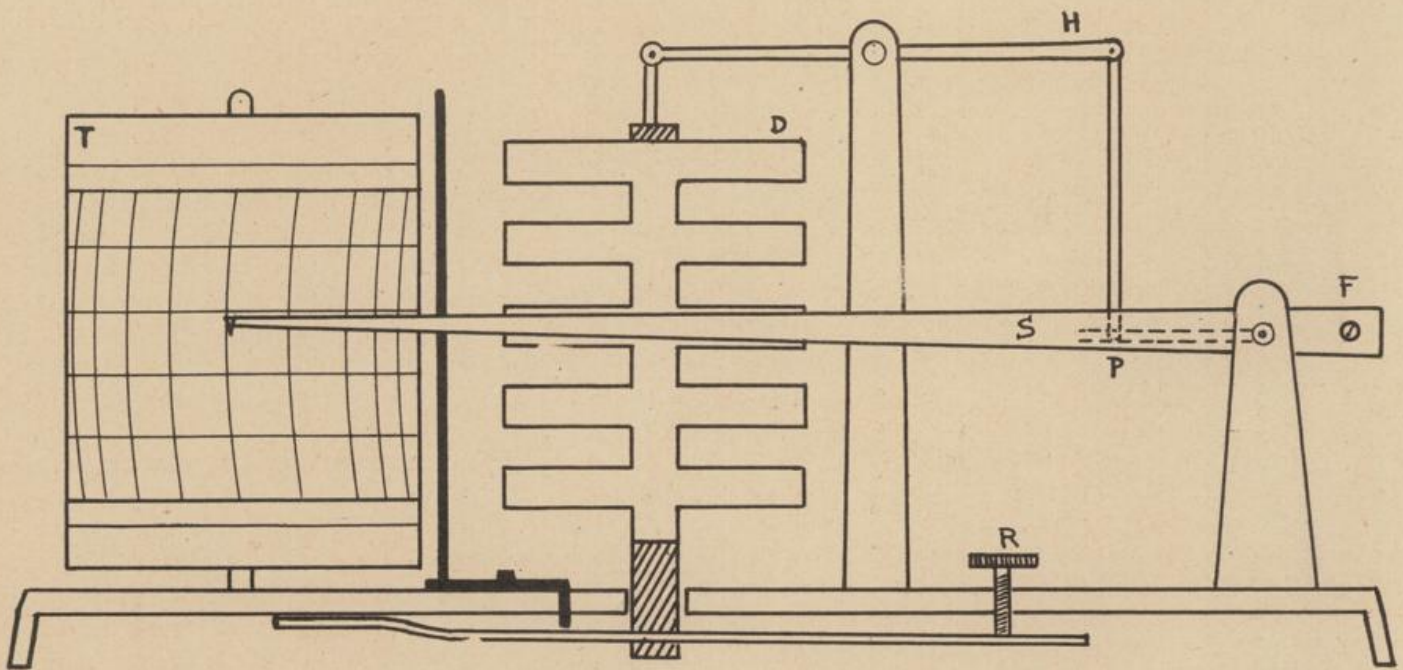


Bild 25

Barograph

F = Federdruckregulierung  
 P = Amplitudenregulierung

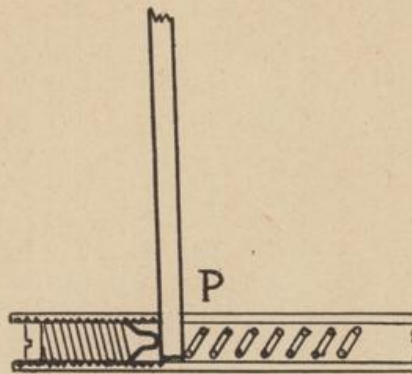


Bild 26

Amplitudenstellschraube

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

2. Das Aneroidbarometer als Barograph (Bild 25).

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 Inneren 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 Rändelschraube R kann die Nullpunkteinstellung vorgenommen werden. Die Amplitude kann bei P (siehe Bild 26) durch eine Schraube verstellt werden.

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

aa) Aufstellung des Barographen.

Es gelten auch hier dieselben Vorschriften wie für Quecksilberbarometer und qfe-Aneroid. 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.

bb) 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.

cc) 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.IB).

## H. Temperatur und Feuchte.

Für die Bestimmung der Luftfeuchte und der Lufttemperatur dient das in der Hütte aufgestellte Psychrometer (siehe A.f.K.). Die relative Feuchte wird außerdem durch das Haarhygrometer bestimmt. Befindet sich am Beobachtungsort keines dieser Instrumente, so kann das Aspirationspsychrometer nach Abmann (Reisepsychrometer) verwendet werden. Es beruht auf den gleichen Grundlagen wie das ventilierete Psychrometer in der Instrumentenhütte; doch werden bei ihm beide Thermometer ventiliert, sodaß sich genauere Werte sowohl für die Lufttemperatur als auch für die Relative Feuchte ergeben (letztere wie üblich berechnet aus den Angaben des trockenen und des feuchten Thermometers). Zudem können mit dem Abmannschen Reisepsychrometer Bestimmungen auch außerhalb der Hütte vorgenommen werden (also an einem beliebigen Ort), da es einen hinreichenden Strahlungsschutz aufweist. Überdies ist es infolge seiner handlichen Form leicht transportabel.

Der Arbeitsgang bei der Bestimmung der Relativen Feuchte ist in der Anleitung für den Klimadienst (A.f.K.) genau beschrieben.

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.

Zur Kontrolle wird bei Bestimmungen nur der Lufttemperatur der Musselin vom feuchten Thermometer entfernt und dieses sorgfältig getrocknet. Beide Thermometer müssen dann (innerhalb der Fehlerquellen) die gleichen Temperaturen zeigen.

Über Beschreibung von Psychrometer, Haarhygrometer und Thermometern siehe A.f.K.

Fehlerquellen bei Thermometern, Psychrometer, Haarhygrometer, ihre Erkennung und Behebung:

### 1. Thermometer.

Ablesefehler siehe A.f.K.!

Es ist streng darauf zu achten, daß die Thermometer auch tatsächlich in der vorgeschriebenen Art und Weise aufgestellt sind (siehe A.f.K.).

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 Hüllrohres 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 beim Maximumthermometer hierauf zu achten, da bei zu robuster Neueinstellung desselben (siehe A.f.K.) leicht eine Beschädigung der Skala selbst oder deren Befestigung eintreten kann. Um dies zu vermeiden, nimmt man die Neueinstellung des Maximumthermometers auf folgende Weise vor: Man faßt es nicht zu weit oben am Kapselende, um beim Schleudern durch die Luft ein Abbrechen des ganzen Thermometerkörpers zu verhindern. Hat man Schwefeläther zur Verfügung, so befeuchtet man damit vor dem Schleudern die Kugel. Die durch das Verdampfen des Äthers hervorgerufene Abkühlung befördert die Einstellung des Quecksilberfadens. Beim Schleudern selbst muß die Längskante (nicht die breite Fläche!) der Skala in der Schleuderichtung liegen. Von Zeit zu Zeit hat man sich ferner 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 infolge unsorgfältiger Behandlung des Thermometers reißt oder daß Luftblasen sich innerhalb des Fadens einstellen. Die Wiedervereinigung des abgetrennten Fadenstückes ~~xxx~~ 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 ~~xxx~~ Thermometer ab. Man taucht es (falls andere Kältemischungen nicht aufzutreiben sind) in eine Mischung von feinzerstoßenem 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 Kapillarinnenwand 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 Quecksilberthermometern 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.

Durch ruckweises Neigen des Minimumthermometers bei der Neueinstellung (siehe A. f. K.) gerät oftmals das Stäbchen außerhalb der Flüssigkeit. Leichtes Stauchen bringt es wieder in die vorschriftsmäßige Lage zurück. Läuft der Aspirator am feuchten Thermometer unruhig, so kann auch hierdurch ein Verrutschen des Stäbchens hervorgerufen werden, desgleichen, wenn die Hütte nicht fest steht oder die Falltüre schlagartig geschlossen wird.

## 2. Prüfung des Aspirators.

Prüfmethode, Beschädigung des Aspirators und Bestimmung der Relativen Feuchte ohne Aspirator siehe A. f. K.

Die über die Thermometer gemachten Ausführungen gelten natürlich auch für die Psychrometer. Zusätzlich prüfe man am feuchten Thermometer, ob seine Einführung in das Ansatzrohr (Lederring) einwandfrei ist.

## 3. Haarhygrometer.

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 Brennspritus abgerieben. Eine Zerrung des Haars muß unbedingt vermieden werden, da dadurch die angezeigten Feuchtigkeitswerte

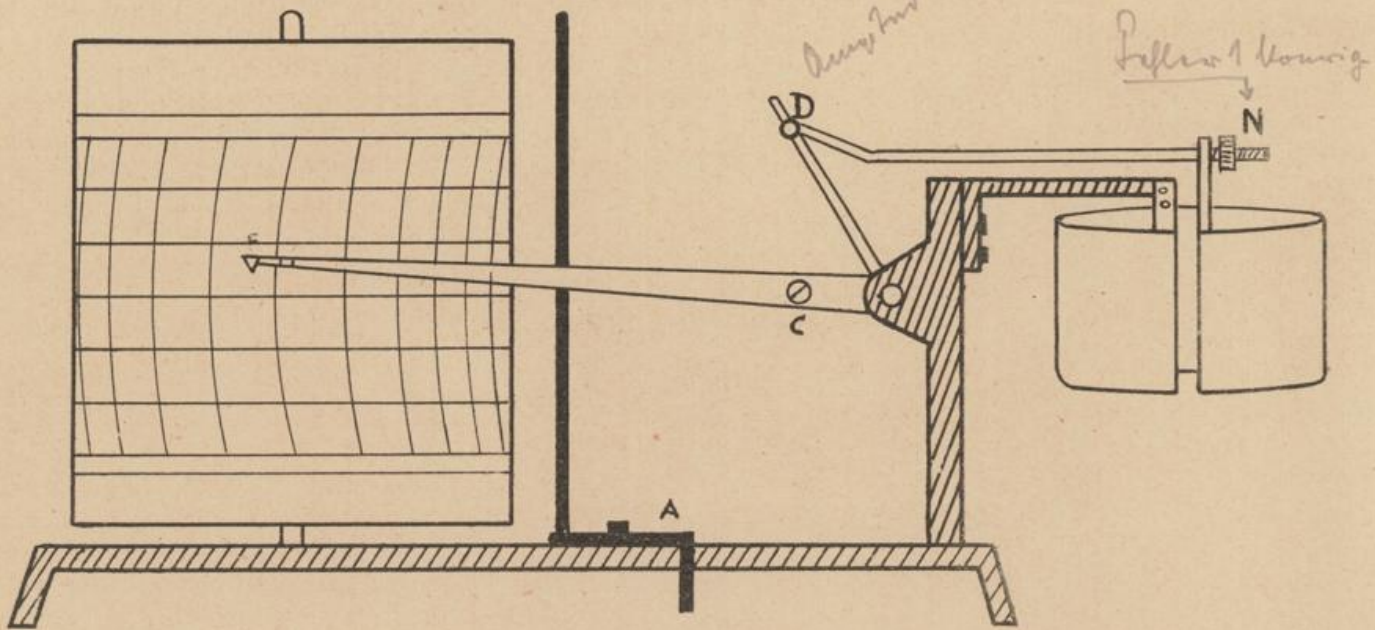


Bild 27

Thermograph (mit Bourdonrohr)

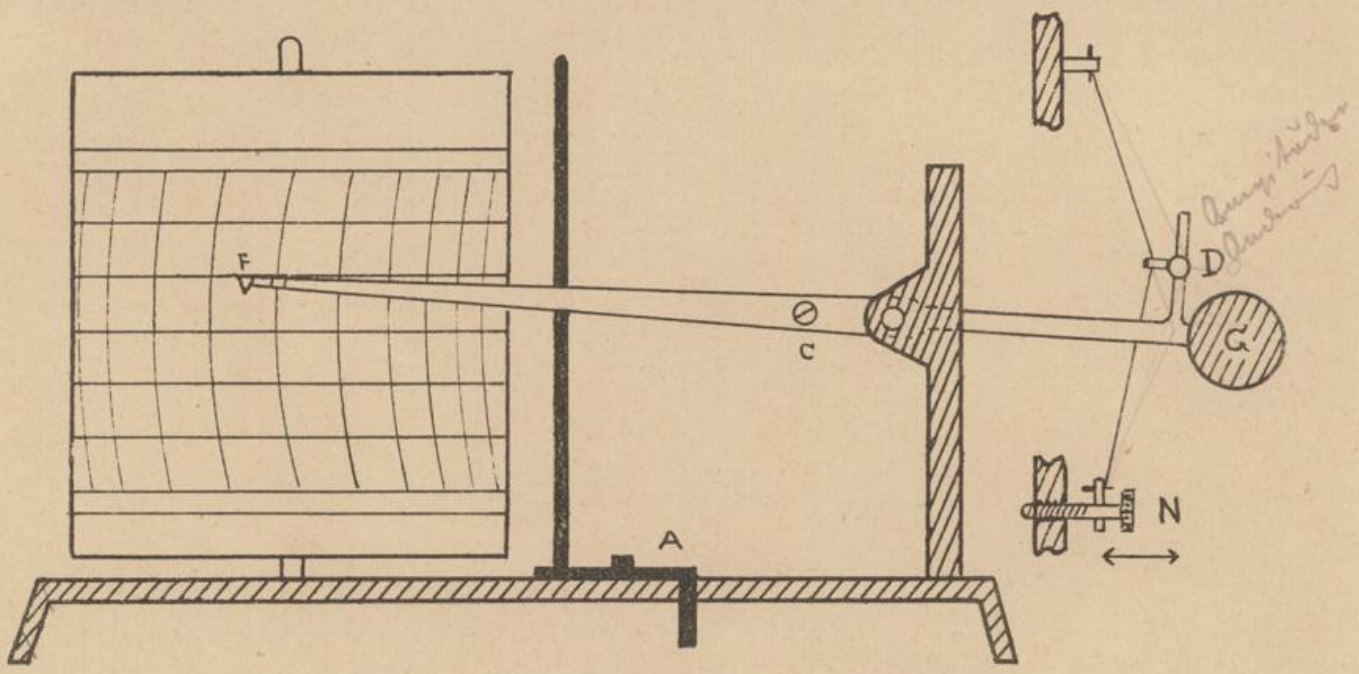


Bild 28

Hygograph

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 Laufrädchen 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 Zeiger nach rechts, d. h. nach höheren Feuchtgraden auf der Skala ausschlägt. Bewegt man demnach den Zeiger nach links (zu niedrigeren Skalenwerten), so muß sich das Haar entspannen. Nach dem Einsetzen des neuen Haares ist eine Eichung des Hygrometers vorzunehmen (siehe A. f. K.).

Registrierinstrumente der Temperatur und Feuchtigkeit.

(Allgemeines über ihre Behandlung siehe Anhang!)

1. Der Thermograph: Bild 27.

Der Thermometerkörper ist meist ein Bourdonrohr, das mit Alkohol 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 besteht aus zwei miteinander verschweißten Metallstreifen, die sich bei Temperaturänderungen verschieden stark ausdehnen bzw. zusammenziehen. Die dadurch hervorgerufenen Krümmungen des Bimetalls werden wie beim Bourdonrohr aufgezeichnet.

Buchstabenerklärung zum Bild 27:

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

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 führen. Erkennt man die Undichtigkeit an der Art der Aufzeichnung werden und am Geruch des Alkohols, 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.

2. Der Hygrograph: Bild 28.

Wie beim Hygrometer wird auch hier die durch die Luftfeuchtigkeit hervorgerufene Längenänderung eines entfetteten Frauenhaares durch Hebelübertragung sichtbar gemacht und mittels einer Schreibfeder fortlaufend aufgezeichnet.

Buchstabenerklärung zu Bild 28:

- D Stellschraube 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.

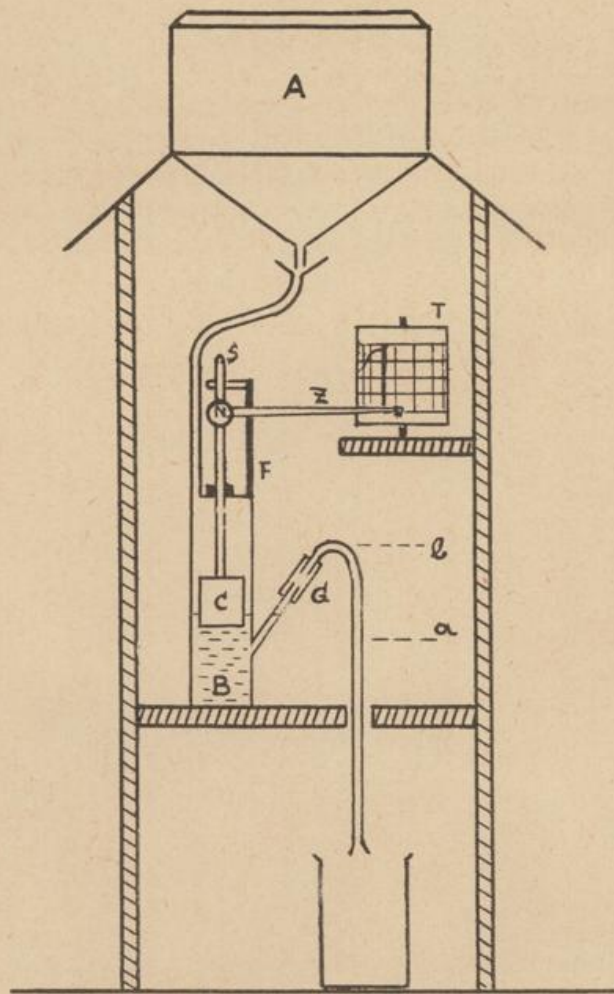


Bild 29

Regenschreiber

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| A = Auffanggefäß       | F = Führungsstange |
| B = Schwimmgefäß       | Z = Zeiger         |
| C = Schwimmer          | T = Trommel        |
| N = Nullpunktsschraube | G = Gummiring      |
| S = Schubstange        | a - b entspricht   |
|                        | 10 mm Niederschlag |

## I. Der Niederschlag.

Aus der Angabe der Menge gefallener 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.

Über den Regenmesser, die Terminablesungen, sowie über die Bestimmung der Schneedecke und des Wassergehaltes derselben gibt die Anleitung für den Klimadienst (A.f.K.) Auskunft.

Um jedoch nicht nur die Menge des gefallenen 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 A (Bild 29), dessen Abfluß den Niederschlag (Regen oder geschmolzener Schnee) in ein darunter befindliches Schwimmergefäß B leitet. Dieses zeigt seitlich ein Heberrohr, durch welches der Inhalt abgehoben wird, sobald sein Spiegel die Höhe des knieförmig abgebogenen Rohres erreicht hat. Die Maße sind so gewählt, daß das Abhebern nach 10mm Niederschlag erfolgt. Die Bewegungen des Flüssigkeitsspiegels im Schwimmergefäß werden durch einen Schwimmer C auf einen Zeiger Z übertragen, dessen Schreibfeder sie auf einem einer rotierenden Trommel T 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 eingeschwenkt 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 gefallenen 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 N (siehe Bild 29), setzt den Zeiger Z längs der Schubstange S höher oder tiefer, bis er auf der Nullmarke steht und zieht die Schraube N wieder fest an.

6. Füllt man nun langsam genau 10mm Wasser durch das Auffanggefäß ein, so muß das Schwimmergefäß abgehoben werden. Geschieht dies schon früher (bei etwa 8,5mm) oder überhaupt nicht (sodaß noch weiter Wasser zugegossen werden müßte), so muß die Amplitude neu eingestellt werden: Man verändert dazu den Abstand a - b (siehe Bild 29!) dadurch, daß man das Heberrohr beim Gummiring G 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. Die Luftdichte.

Die Ermittlung der Luftdichte  $d$  verlangt eine immer steigende Bedeutung. Sie setzt die Kenntnis des Luftdruckes, der Temperatur und der Feuchte voraus. Da diese Größen vom Boden bis zu großen Höhen gemessen werden können, läßt sich für jede Höhe die Dichte der Luft angeben.

##### 1. Bestimmung am Boden.

Physikalische Überlegungen führen für die Berechnung der Luftdichte zu der Formel

$$d = \frac{p}{2,927 \cdot T \left(1 + 501,75 \frac{e}{p}\right)} \text{ kg/m}^3 \quad (1)$$

Darin ist:

- $p$  der Druck in Millibar =  $qfe$   
 $T$  die absolute Temperatur, also  $T = 273 + t$ , wobei  $t$  die am trockenen Thermometer abgelesene Temperatur ist.  
 $e$  der Dampfdruck, der Psychrometertafel zu entnehmen für die festgestellte Temperatur  $t$  am trockenen Thermometer und der am feuchten Thermometer.

Man hat also zur Bestimmung der Luftdichte folgende Größen zu bestimmen:

1.  $qfe$       2. Lufttemperatur      3. Dampfdruck.

Diese Werte setzt man in die Formel ein und erhält die **Dampf** Luftdichte  $d$ .

##### 2. Bestimmung in Höhen über dem Boden.

Zur Bestimmung der Luftdichte in beliebiger Höhe über dem Boden entnimmt man die notwendigen Bestimmungsgrößen (Druck, Temperatur und Feuchte) den Angaben der Höhengänge (Temp). Dabei muß man aber zur herrschenden Temperatur eine Größe zuzählen, die dem Gliede  $(T \cdot 501,75 \cdot e/p)$  im Nenner der oben gegebenen Formel 1 entspricht. Die so erhaltene höhere Temperatur heißt virtuelle Temperatur. Sie ist diejenige Temperatur, welche wasserdampflose Luft bei gleichem Druck haben müßte, um die gleiche Dichte zu besitzen, wie die in der gegebenen Höhe vorhandene feuchte Luft. Zur Bestimmung der virtuellen Temperatur enthalten die "Temp-Blätter" für die Hauptisobarenflächen (1000, 900, 800 mbar usw.) den jeweiligen Zuschlag zur Temperatur in Form von Skalen angegeben. Man sucht sich die zu der gegebenen Höhe gehörige Temperatur und den Druck. Diese Temperatur erhöht man dann um den Prozentbetrag des Skalenintervalls, den die Relative Feuchte in dieser Höhe angibt.

Beispiel: In 1000m Höhe herrsche der Druck von 900mbar, die Temperatur von  $9^{\circ}\text{C}$  und die Rel. Feuchte von 75%. Dann ist der Temperatur von  $9^{\circ}\text{C}$   $3/4$  des Skalenintervalls zuzuschlagen, in dem sie liegt, und man erhält die virtuelle Temperatur von etwa  $9,8^{\circ}\text{C}$ , umgerechnet in absolute Temperatur  $282,8^{\circ}$ . Die Luftdichte ergibt sich dann in einfacher Weise aus der Formel

$$d = \frac{p}{2,927 \cdot T_v} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (2), \text{ wo } p \text{ den Druck in mbar und } T_v \text{ die festgestellte virtuelle Temperatur sind.}$$

Zur Vereinfachung legt man sich meist zweckmäßig ein Diagramm an, auf dessen Ordinatenachse die Drucke und dessen Abszissenachse die zugehörige virtuelle Temperatur abgetragen ist. Die Werte für die Luftdichte (aus Formel 2 berechnet) lassen sich dann unmittelbar auf den Linien gleicher Dichte ablesen.

#### L. Der Sonnenscheinautograph.

An den größeren Beobachtungsstationen wird zu klimatologischen Zwecken die Zeit des Sonnenscheins mittels des Sonnenscheinautographen registriert. Man läßt die Sonnenbahn durch eine Glasvollkugel von 96mm Durchmesser als Brennlinse 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.

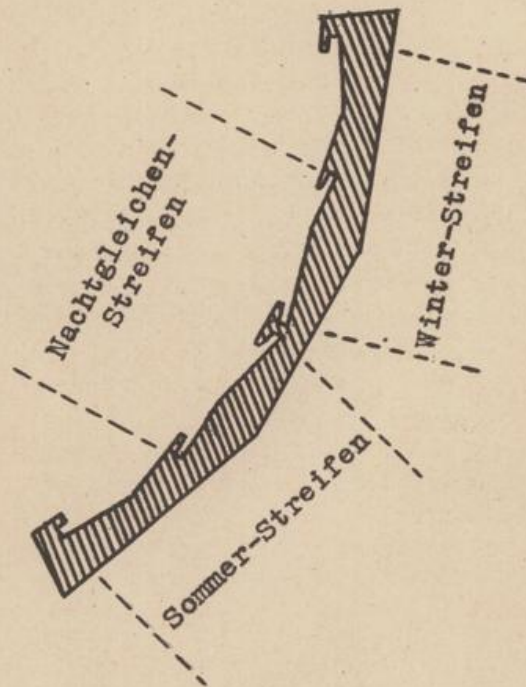


Bild 30

Schnitt durch die Kugelschale  
des Sonnenscheinautographen.

### Aufstellung des Autographen.

Der Aufstellungsort muß möglichst frei gewählt sein, am besten auf einer frei gelegenen Plattform, sodaß die Sonnenstrahlen den Apparat schon zu Sonnenaufgang erreichen können. Der Horizont darf daher 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 kaum möglich ist. Als Kontrolle kann die Brennlinie 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 eingeschoben. 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.

### Zusammenstellung:

Zeit:	Verwendeter Streifen:
Mitte Februar	Nachtgleichenstreifen
Anfang April	Sommerstreifen
Anfang September	Nachtgleichenstreifen
Mitte Oktober	Winterstreifen

Die richtige jahreszeitliche Lage des Streifens in der Kugelschale geht aus dem Bild 30 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.

## Anhang.

## A. Allgemeines über Registrierinstrumente.

Für die in den folgenden Kapiteln behandelten meteorologischen Elemente 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:

a) das Aufnahmegerät: Es mißt fortlaufend das zu untersuchende meteorologische Element.

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

b) 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.

## 1. 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 eingeölt. 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.

## 2. 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 Stellenschraube regulieren (siehe 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: aa) 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!).

bb) 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).

cc) 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 (siehe weiter unten). Auftretende Abweichungen können verursacht werden:

1. Durch Verschiebung der Nullpunkteinstellung der Feder:

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 1mm zu hoch oder zu tief (siehe Bild 31).

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 bis 10mm), 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 Trommelachse (siehe unter Trommel).

4. Abweichungen durch nicht stramm aufgelegten Streifen (siehe unter Schreibstreifen).

### 3. 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 Metallstifte, 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, welches 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 Schwenkklappe 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 weniger leicht geschwungene Kurve. In diesem Falle muß das Instrument ausgewechselt werden.

#### 4. 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 München-Oberwiesenfeld).
- 2) Datum; Tag, Monat, Jahr (Beispiel: 4. Januar 1937).
- 3) Genaue Auflegezeit (Beispiel: 0820 Uhr).
- 4) Nummer des Gerätes und Firma (Beispiel: Fueß Nr. 5057).
- 5) Bei Wochenstreifen neben dem Tagesnamen das zugehörige Datum (Beispiel: Montag, den 4. Januar 1937, Dienstag, den 5. Januar 1937 .....
- 6) Auf dem abgenommenen Streifen hat ebenfalls das Datum und die Uhrzeit der Abnahme angebracht zu werden (Beispiel: Abgenommen am 4. I. 1937, 0819).

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, Nummer 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 (siehe 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 Linie fettig! Abhilfe: Schlemmkreide in kleinen Leinenbeutel einbinden und Streifen kräftig abreiben; dann mit einem sauberen Leinenläppchen wieder sorgfältig abwischen.

Um Unstetigkeiten 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 waagrechten Linien der übereinander gelegten Streifenenden auch tatsächlich übereinander.

#### 5. Die Zeitmarken.

Da der Gang der Registrieruhren immer etwas wechselnd ist, so müssen für spätere Bearbeitungen sogenannte Zeitmarken auf dem Registrierstreifen angebracht werden (täglich mehrere, zum mindesten aber eine). 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 Skalwerten.

In jedem Falle darf die Zeitmarke nur wenige Millimeter 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 (siehe oben). Auf die pünktliche Anbringung der Zeitmarken muß größter Wert gelegt werden; eine nachträgliche Anbringung ist auf jeden Fall zu unterlassen.

## 6. 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 nicht nötig).  
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, nimmt man meist die Trommel ab. 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 Uhrwerkes 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 (Nullpunkteinstellung).
- 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 (siehe 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 Inneren den Ausmaßen des Instrumentes genau angepaßte und gepolsterte Lager. Zum Einbringen des Instrumentes in den Kasten ist nur nötig, daß alle Teile richtig gestellt sind. Merkt man beim Einschieben, daß sich irgendein Teil klemmt, so darf nicht etwa durch Gewalt versucht werden, das Instru-

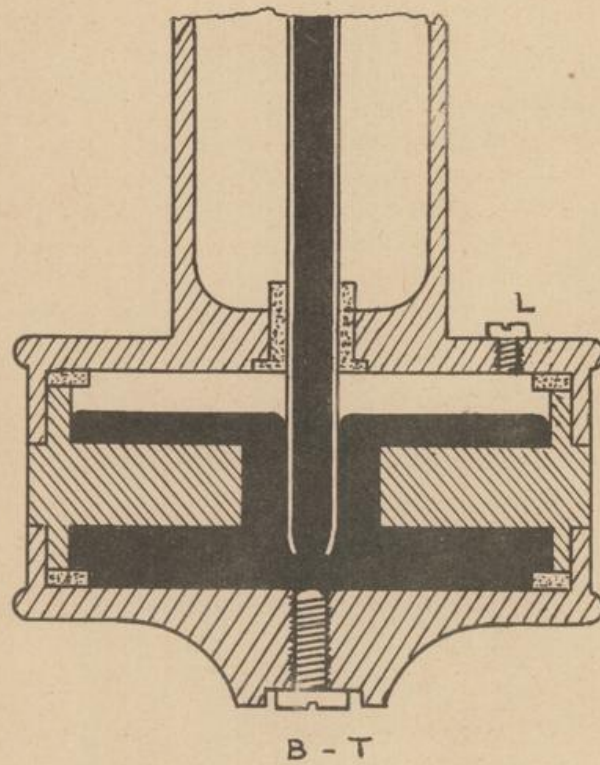


Bild 32

Barometergefäß.

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

ment 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 Inneren 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 (zum Beispiel Anlieferung von der Fabrik oder Versand zur Reparatur).

2. Verschickung mit Begleitperson (nach Eichung oder Platzverlegung).  
Bei der ersten Art muß immer eine Umfüllung des Quecksilberinhalts vorgenommen werden. Da aber die Quecksilbermenge genau abgewogen 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 zweiten Art des Transportes ist die Herrichtung des Gerätes einfacher und kann leicht vom Beobachter selbst ausgeführt werden: Zuerst ist die Luftschraube L (Bild 32) am Gefäß des Barometers, die bei betriebsfertigem Gerät nur lose sitzen darf, fest anzuziehen. 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 Betriebsschraube B herausgenommen und durch die Transportschraube T ersetzt. Größte Vorsicht! Es darf kein Tropfen Quecksilber verloren gehen.

Ist die Transportschraube fest angezogen, dann kann das Barometer in den Transportkasten gelegt werden. Dabei ist zu beachten, 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 folgend: 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 Quecksilber-Aneroid.

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 Nullpunkteinstellung verändert werden darf. Die Trommel kann, sofern die Uhr abgelaufen ist, auf der Achse bleiben. Vielfach nimmt man sie aber auch ab und verpackt sie gesondert im Paket. 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 28 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 Holzwohle) 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 6cbm Wasserstoffgas, das auf 150 Atmosphären verdichtet ist. Beim Arbeiten mit Gasflaschen sind allgemein folgende Gefahrenquellen vorhanden:

#### a) Gefahrenquellen.

##### 1. Platzen der Flaschen.

##### aa) 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.

##### bb) 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 Aneinanderschlagen der Flaschen beim Transport sind unbedingt zu vermeiden. Stehend aufbewahrte Flaschen sind durch Halteringe vor dem Umfallen zu schützen.

##### 2. 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!

##### 3. Selbstentzündung des ausströmenden Wasserstoffs.

Beim Füllen der Pilotballone wird dies verhindert, wenn das Gas mit Hilfe eines Reduzierventils (Druckminderventils, Bild 33) der Flasche entnommen wird. Beim Aufstellen aller Gasflaschen ist vor allem auch darauf zu achten, daß im Falle eines Abgleitens des Gummischlauches vom Füllnippel 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 be-

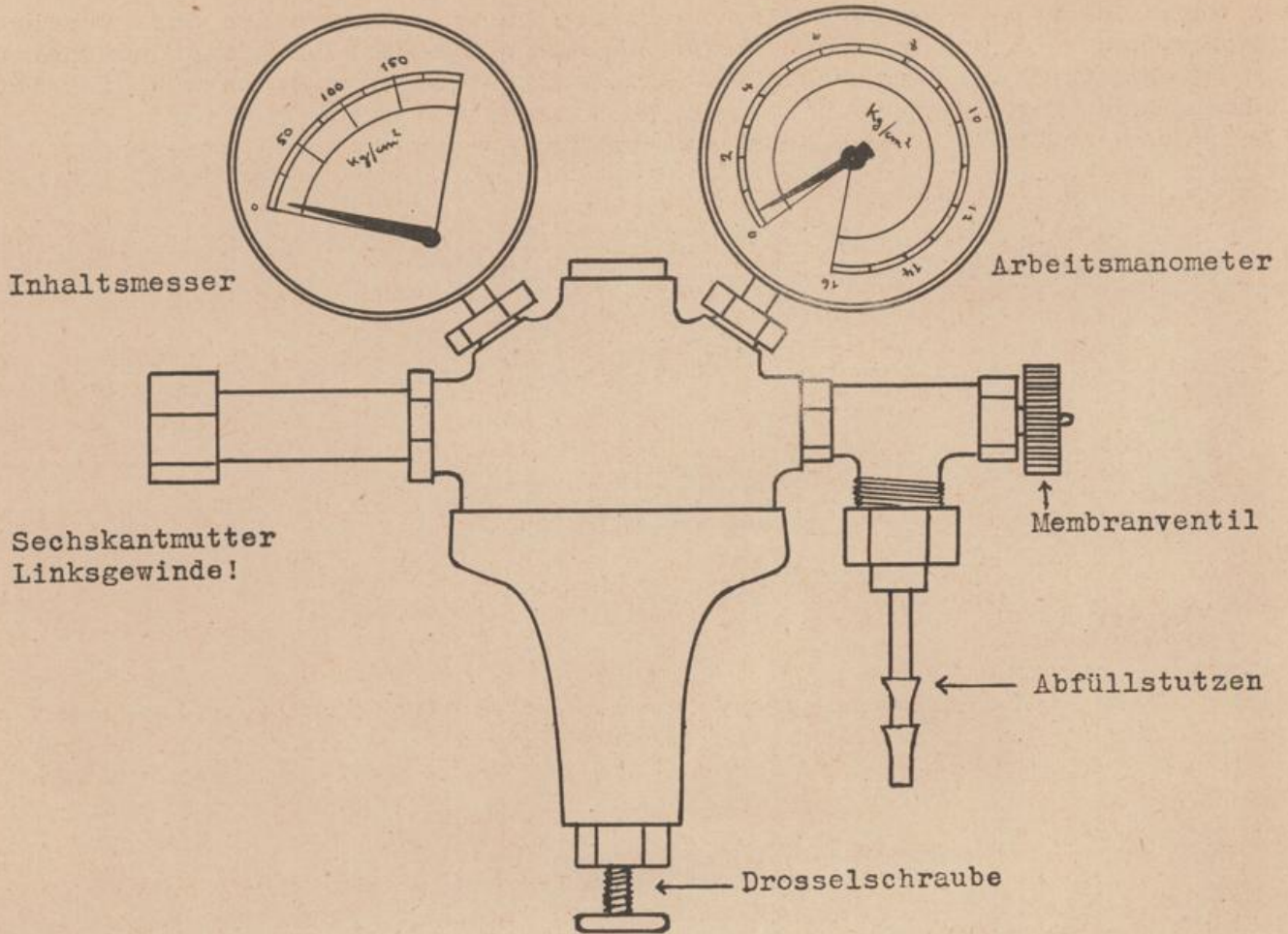


Bild 33

Reduzierventil.

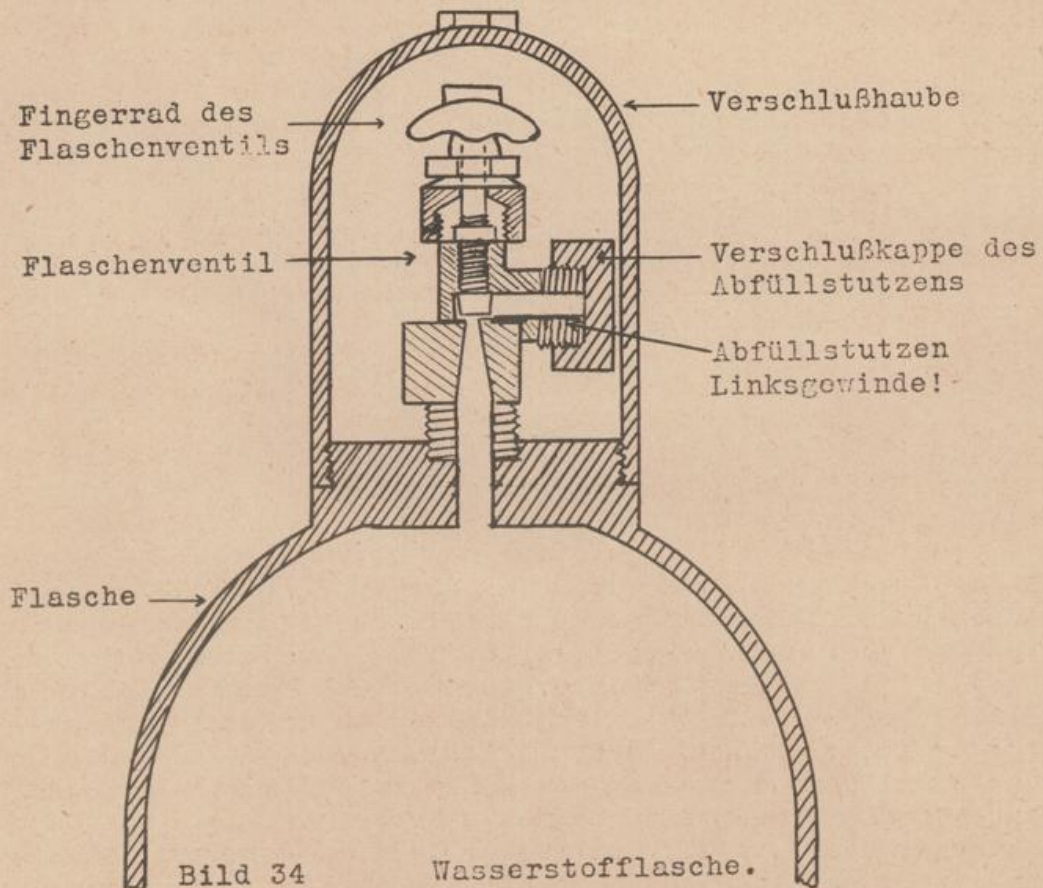


Bild 34

Wasserstoffflasche.

sonderen Bedenken, Wasserstoff gelegentlich auch in Büroräumen aufzubewahren. Im allgemeinen wird man das aber vermeiden. Bläst die Wasserstoffflasche nach dem Aufdrücken 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 hart 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 abrutscht.

c) Druckminderventil (Reduzierventil, Bild 33).

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 34).
  - aa) Große Verschlusshaube von der Flasche abschrauben (Normalgewinde).
  - bb) Verschlusskappe (Sechskantmutter) vom Abfüllstutzen abschrauben. (Achtung! Linksgewinde bei Wasserstoffflaschen, also rechtsherum drehen beim Losschrauben!)
  - cc) Flaschenventil ganz kurz öffnen und sofort wieder fest schließen, um Staub und Feuchtigkeit herauszublasen (Fingerrad hat Normalgewinde). Kopf und Hände weg vom austretenden Gasstrahl: Gefahr der Selbstentzündung!
2. Anschrauben des Druckminderventils.
  - aa) Die Sechskantüberfallmutter des Druckminderventils wird an den Abfüllstutzen angeschraubt; da dieser Linksgewinde hat (vgl. 1 bb), wird linksherum mit Hilfe des Schlüssels festgeschraubt. Kontrolle, ob nicht das Gehäuse des Druckminderventils irgendwo am Flaschenhalse anstößt!
  - bb) Drosselschraube (Normalgewinde) ganz weit heraus schrauben, bis die dahinter liegende Feder entspannt ist (linksherum drehen!). Die Drosselschraube sieht ähnlich aus wie ein gewöhnlicher Wasserleitungshahn.
  - cc) Membranventil 2 bis 3 Umdrehungen weit öffnen. Rote geriffelte Schraube mit der 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 33 und 34).
  - aa) Langsames Aufdrehen des Flaschenventils: Der Zeiger am sogenannten "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. 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!

bb) 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.

aa) 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

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

cc) 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.

dd) Das Arbeitsanemometer. Beachten, daß die rote Membranschraube immer leicht geöffnet bleibt, und daß der Zeiger des "Arbeitsanemometers", 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 Gase 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 Pilotballonfüllungen 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.

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

bb) Zudrehen des Flaschenventils. Der Inhaltsmesser muß seinen Stand weiter beibehalten.

cc) Losmachen und Abbinden des Pilotballons.

dd) 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!

ee) 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.

aa) Kontrolle, ob Drossel ganz herausgeschraubt ist (vgl. 5 ee).

bb) Kontrolle, ob Membranschraube aufgeschraubt ist (vgl. 2 cc und 4 dd). Die Membranschraube soll immer offen sein.

cc) Flaschenventil aufdrehen (4 bb).

dd) Drossel langsam hineinschrauben und dadurch füllen (4 cc).

ee) Drossel herausschrauben und dadurch Füllung beenden (5 aa).

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

41

W i n d s t ä r k e .

Stärke Beaufort	Meter in der Sekunde von - bis	km/h abgerund. Mitt.	Name	Wirkung auf Rauch, Flaggen und Bauten	Wirkung auf Bäume	Wirkung auf stehende Gewässer: 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 bemerkb.
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 Äste		
5	7,5-9,8	30	Frischer Wind	Streckt Flag= gen	Bewegt unbe= laubte große= re Äste	Wirft Wellen	Schon un= angenehm
6	9,9-12,4	40	Starker Wind	Flaggen knat= tern	Bewegt schwä= chere Bäume	Wirft Wellen mit vereinz. Schaumköpfen	Fauchen an Häuser wird hörb.
7	12,5-15,2	50	Steifer Wind		Bewegt unbe= laubte mittel= starke Bäume	Wirft Wellen m. viel. Schaum= köpf., die sich ob. überstürzen	
8	15,3-18,2	60	Stürmisch. Wind		Bewegt stärk. Bäume, bricht Zweige u. kl. Äste		Hemmt Ge= hen im Freien
9	18,3-21,5	70	Sturm	Beschädigt Dächer	Bricht unbe= laubte große= re Äste		
10	21,6-25,1	85	Voller Sturm		Bricht Bäume		
11	25,2-29,0	100	Schwerer Sturm	Deckt Dächer ab	Bricht Gehölze	Zerstörende Wirkungen schwerer Art	
12	>29m/sec	>100 km/h	Orkan	Wirft Schorn= steine um	Bricht Wälder	Verwüstende Wirkungen	

## Aufstiegsgeschwindigkeit von Pilotballonen.

w \ B	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

(Nach O.Tetens 1910.)

