

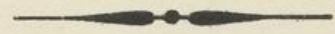
R 86

~~9898~~

Deutscher Flugwetterdienst

Erfahrungsberichte

1. SONDERBAND



HERAUSGEGEBEN VON DER

LEITUNG DES FLUGWETTERDIENSTES BERLIN W 9

POTSDAMERSTRASSE 129-30

1113

Opusculum de Philosophia

de Philosophia

de Philosophia

de Philosophia

de Philosophia

de Philosophia

Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes

HERAUSGEGEBEN VON DER LEITUNG DES FLUGWETTERDIENSTES

1. SONDERBAND

Vorträge

anlässlich

der 1. wissenschaftlichen Tagung

der

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Flugmeteorologen

in Berlin

18. - 20. Oktober 1930

E i n f ü h r u n g

Die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Flugmeteorologen wurde im Jahre 1926 gegründet und als eine ihrer Hauptaufgaben war die Förderung der wissenschaftlichen Arbeit der Flugmeteorologen gedacht. Meist getrennt von den eigentlichen Stätten wissenschaftlicher Forschung, im täglichen Kampfe mit allen möglichen Tücken des Luftverkehrs, fehlt dem Flugmeteorologen die Zeit und leider auch häufig die Lust zu geruhsamer wissenschaftlicher Arbeit.

Ihnen geht es wie den Frontsoldaten: der tägliche Kampf wird zur Gewohnheit und Selbstverständlichkeit; es ist nicht immer leicht, alle ihre Erlebnisse aus ihnen herauszulocken.

So sollte die Tagung der Flugmeteorologen am 18. Oktober zwei Aufgaben erfüllen, einmal den Flugmeteorologen zu zwingen, aus dem Schatz seiner Erfahrungen auszupacken, und dann ihm die Möglichkeit zu geben, von fachkundiger Seite über die ganzen Fragenkomplexe wissenschaftlicher und technischer Art, soweit sie den Flugmeteorologen interessieren könnten, informiert zu werden.

Die Arbeitsgemeinschaft hat die Verpflichtung, allen denen zu danken, die es ermöglicht haben, die Tagung erfolgreich zu gestalten; vor allem Herrn Geheimrat Hergesell für die Übernahme des Ehrenpräsidiums und die Ermöglichung der Herausgabe dieses Bandes; dem Reichsverkehrsministerium, besonders Herrn Dr. Benkendorff, und der Direktion der Deutschen Lufthansa für tatkräftige Unterstützung, sowie der Direktion der Flughafengesellschaft Berlin für die Überlassung des Vortragssaales.

Die Anordnung der Vorträge erfolgt in der programmäßigen Reihenfolge. Wenn eine schriftliche Ausarbeitung nicht zu erlangen war, wurde nur ein kurzes Referat eingeschoben.

Nürnberg, den 15. 12. 1930

W. S t ö b e

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Seite
Eröffnungsrede	Geh.Rat Dr. H. Hergesell 3
1. Entwicklung des Luftverkehrs (Selbstreferat)	Dr. Knauss, Deutsche Luft Hansa 4
2. Neue Navigationsinstrumente	Dr.Wendroth,Deutsche Luft Hansa 6
3. Funkberatung und Funkpeilung	Dr.Schmidt-Reps, D. Luft Hansa 8
4. Nachtflug und Nachtbeleuchtung	Dr.Dierbach, Deutsche Luft Hansa 12
5. Flugzeugentwicklung (Selbstreferat)	Dr.E.Schatzki,Deutsche Luft Hansa 14
6. Das Blindfliegen (Referat)	Flugkap.Polte,Deutsche Luft Hansa 15
7. Sonderaufgaben d. Luftfahrtmeßtechnik (Referat)	Dr. Koppe, Berlin 15
8. Halten die heutigen Funkpeilmethoden jeder Kritik stand?	Dr. Duckert, Lindenberg 15
9. Fragen und Ziele der Flugsicherung	Dr.R. Benkendorff, Berlin 19
10. Bemerkungen zur Frage der Förderung des Luftverkehrs durch die Meteorologie	Dr. K. Keil, Berlin 20
11. Bemerkungen zur Frage der Förderung der Meteorologie durch den Luftverkehr	Dr. H. Seilkopf, Hamburg 25
12. Anwendung der Wetterflug-Ergebnisse	Dr. K. Wegener, Berlin 33
13. Synoptische Flugwetterberatung	Dr. K. Schreiber, Halle/Leipzig 37
14. Flugberatung und Flugzeugführer	Dr. R. Arenhold, Halle/Leipzig 46
15. Nachtflugberatung	Dr. Hebner, Berlin 48
16. Das Flugwetter im Winter	Dr. W. Stöbe, Nürnberg/Fürth 52
17. Erfahrungen über die Flüge München-Mailand	Dr.L. Egersdörfer, München 61
18. Die Vereisungsgefahr bei Flugzeugen	Dr. H. Noth, Berlin 63
19. Kurs- und Flugzeit-Sucher	Dr. H. John, Erfurt 75
20. Berechenbarkeit von Wolkenhöhen	Reg.Baum. Lay, Königsberg 81
21. Über den Einfluß der Stadt auf die Sicht über dem Tempelhofer Feld	Dr. R. Reidat, Berlin 90
22. Bemerkungen zur Entwicklung der Flugwetterprognose	Dr. H. Steinhäuser, Frankfurt 93
23. Strömungseinfluß des mitteldeut- schen Gebirgsrandes und seiner Be- deutung für die Flugmeteorologie dieses Gebietes	Dr. Baumann, Warnemünde 96
24. Ergebnisse der Diskussion	100
25. Sachverzeichnis	104
26. Namenverzeichnis	112

Verzeichnis der Teilnehmer an der 1. wissenschaftlichen Tagung der Arbeits-
gemeinschaft Deutscher Flugmeteorologen zu Berlin

Arenhold	Dr.	Flugwetterwarte	Schkeuditz
Bauer	Dr.	Flugwetterwarte	Köln
Baumann	Dr.	Verkehrsfliegerschule	Warnemünde
Beck	Dr.	Flugwetterwarte	Saarbrücken
Bell	Dr.	Flugwetterwarte	Stettin
Bender		Zentrale für Flugsicherung	Staaken
Benkendorff	Dr.	Reichsverkehrsministerium	Berlin
Berson	Dr.	Wissenschaftl. Gesellsch. f. Luftfahrt	Berlin
Bürger	Dr.	Flugwetterwarte	Dresden
Chun		Wetterflugstelle	Berlin
Daubert	Dipl. Ing.	Flugwetterwarte	Böblingen
Dierbach	Dr.	Deutsche Luft Hansa	Berlin
Disselkamp	Dr.	Flugwetterwarte	Essen
J. Eckart		stud. phil.	
Eckardt	Dr.	Flugwetterwarte	Hannover
Egersdörfer	Dr.	Flugwetterwarte	München
Engelmann	Dr.	Flugwetterwarte	Berlin
Engelmann		Flugwetterwarte	Fürth
Ernst		Flugwetterwarte	Berlin
Everling	Dr.	Reichsverkehrsministerium	Berlin
v. Ficker	Dr.	Preuß. Met. Institut	Berlin
Frank		Wetterdienststelle	Hamburg
v. Gablenz		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Ganthe	Dr.		Berlin
Habermehl	Dr.		Berlin
Heberer	Dr.	Flugwetterwarte	Schkeuditz
Hebner	Dr.	Flugwetterwarte	Berlin
Heck	Dipl. Ing.		Berlin
Heise	Dr.	Flugwetterwarte	Dresden
Helm		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Henke		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Hergesell	Geh. Rat	Leitung des Flugwetterdienstes	Berlin
Hermann	Dr.	Flugwetterwarte	Bremen
Höhndorf	Dr.	Technische Hochschule	Darmstadt
John	Dipl. Ing.	Flugwetterwarte	Erfurt
Juliusberger		Flugwetterwarte	Breslau
Keil K.	Dr.	Leitung des Flugwetterdienstes	Berlin
Keil W.	Dr.	Physikal. Technische Reichsanstalt	Berlin
Kirsten	Dr.	Leitung des Flugwetterdienstes	Berlin
Klein	Dr.	Wetterdienststelle	Königsberg
Klingler	Dr.		Berlin
Kluge		Reichsverkehrsministerium	Berlin
Knauss		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Knoch	Dr.	Preuß. Meteorologisches Institut	Berlin
Koppe	Dr.	Technische Hochschule	Charlottenburg
Kraut		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Krügler		stud. phil.	Berlin
Kühle	Dr.		Heidelberg
Kühnert	Dr.	Flugwetterwarte	Wien

Landmann			
Lautner	Dr.	Wetterflugstelle	München
Lay	Reg. Baum.	Flugwetterwarte	Königsberg
Lieb		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Lohr	Dr.	Wetterflugstelle	Hamburg
Mahrt	Dr.	Flugwetterwarte	Frankfurt
Maron		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Mey	Dr.	Landeswetterwarte	Bremen
Meyer		Lambrecht	Göttingen
Meyer Willi		Bund Deutscher Flugzeugführer	Berlin
Mierdel	Dr.	Flugwetterwarte	Danzig
Möller			Berlin
Mroczkowski		Zentrale für Flugsicherung	Berlin
Noth	Dr.	Flugwetterwarte	Berlin
Paech	Dr.	Flugwetterwarte	Köln
Perlewitz	Dr.	Deutsche Seewarte	Hamburg
Petersson		Flugwetterwarte	Berlin
Petzelt	Dipl. Ing.	Zentrale für Flugsicherung	Berlin
Polte		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Pummerer	Dr.	Flugwetterwarte	Hamburg
Raethjen	Dr.	Wetterflugstelle	Darmstadt
Reichel		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Reidat	Dr.	Wetterflugstelle	Berlin
Rotzoll	Dr.	Deutsche Verkehrsfliegerschule	Braunschweig
Rühl	Dr.	Flugwetterwarte	Berlin
Schatzki	Dr.	Deutsche Luft Hansa	Berlin
Schinze	Dr.	Wetterdienststelle	Breslau
Schmidt-Reps	Dr.	Deutsche Luft Hansa	Berlin
Schneider	Dr.	Landeswetterwarte	Weimar
Scholtz		Flugwetterwarte	Breslau
Schreiber	Dr.	Flugwetterwarte	Schkeuditz
Scultetus	Dr.	Flugwetterwarte	Berlin
Soltau	Dr.	Deutsche Seewarte	Hamburg
Stade	Dr.	Preuß. Meteorologisches Institut	Berlin
Steiner	Dr.	Wetterflugstelle	Königsberg
Steinhäuser	Dr.	Flugwetterwarte	Frankfurt
Stöbe	Dr.	Flugwetterwarte	Fürth
Süring	Geh. Rat	Observatorium	Potsdam
Thiede		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Vandamme		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Vegricht	Dr.	Flugwetterwarte	Wien
Veres	Dr.		Budapest
Wedding	Dr.	Flugwetterwarte	Königsberg
Wegener	Dr.	Zentrale für Wetterflug	Berlin
Weickmann	Dr.	Geophysikalisches Institut	Leipzig
Wendroth	Dr.	Deutsche Lufthansa	Berlin
Wenzel	Dr.	Flugwetterwarte	Berlin
Wiechmann	Dr.	Flugwetterwarte	Bremen
Wieprich		Deutsche Luft Hansa	Berlin
Wörner	Dr.	Flugwetterwarte	Königsberg
Zeysig		Zentrale für Wetterflug	Berlin
Zistler	Dr.	Bayrische Landeswetterwarte	München

Eröffnungsrede des Herrn Geheimrat Hergesell.

Meine Herren !

Wenn ich Sie heute hier begrüßen kann, so danke ich Ihnen zunächst für die Ehre, daß Sie mich zu Ihrem Ehrenvorsitzenden gewählt haben. Ich tue dies aber auch mit einem Gefühl der Freude, daß es Ihrer Arbeitsgemeinschaft gelungen ist, diese Zusammenkunft zustande zu bringen und eine so große Anzahl von Mitgliedern und Gästen hier zu versammeln.

Wie Sie aus dem Programm ersehen können, ist der Hauptzweck, Erfahrungen aus Ihrem Arbeitsgebiet auszutauschen mit dem bestimmten Ziel, die wissenschaftliche Forschung, die das große Arbeitsgebiet der Meteorologie notwendig macht, auch bei Ihren Bestrebungen in den Vordergrund zu stellen. Wie Sie wissen, habe ich seit der Gründung Ihrer Arbeitsgemeinschaft diesem Gedanken stets fördernd gegenüber gestanden und bei allen in Frage kommenden Behörden vertreten. Das Reichsverkehrsministerium hat mit großem Verständnis alle diese Bestrebungen unterstützt. Es ist Ihnen ja bekannt, daß seit mehreren Jahren ein regelmäßiger Kursus gerade für die wissenschaftliche Aussprache und Belehrung von dem Reichsverkehrsministerium eingerichtet ist, der hoffentlich auch in diesem Jahre wieder zustandekommen wird. Die Entwicklung des Flugwetterdienstes, die in letzter Zeit stattgefunden hat, bringt es mit sich, daß sich auch die Aufgaben dieses Kurses etwas geändert haben, und daß es sich nicht so sehr um eine anfängliche Ausbildung Ihrer Mitglieder mehr handeln wird, als um eine Vertiefung des ganzen wissenschaftlichen Stoffes an Hand Ihrer Erfahrungen. Es wird von Wesenheit sein, daß gerade die Älteren von Ihnen zur tätigen Mitarbeit zu diesem Kursus einberufen werden.

Umfangreich und voll Verantwortung ist der Beruf des Flugmeteorologen, von dem täglich und stündlich nicht nur Menschenleben, sondern auch wertvolle Güter abhängen. Die Meteorologie ist ja in dem Sinne keine exakte Wissenschaft, daß sie alles mit absoluter Sicherheit voraussagen kann. Dazu wird sie auch in Zukunft wohl niemals gelangen. Alles menschliche Werk ist ja Stückwerk. Die Katastrophe des R 101 bei Beauvais ist noch nicht verklungen, bei der ihrer Wesenheit nach unbekannte Einflüsse ein stolzes Luftschiff zerschmettert haben. Und ebenso wenig ist die Katastrophe von Dresden vergessen, an der vielleicht auch die Atmosphäre und ihre Einflüsse, soweit sie bei der Anlage eines Flugplatzes zu studieren sind, mit schuldig waren. Diese traurigen Erinnerungen werden vielleicht manchen zu dem Resultat führen, daß es vergeblich sein wird, gegen die Naturgewalten zu kämpfen. Diese Meinung aber ist nach meiner Ansicht falsch. Ebenso wenig wie der Mensch der absolute Beherrscher der Natur werden wird, ebenso sehr muß er darauf denken, den Kampf gegen die Naturgewalten aufzunehmen. Unsere Erfahrungen werden immer reicher und so die Möglichkeiten vermehrt werden, schwere Unglücksfälle zu vermeiden. Hierzu bedarf es noch wie bisher Ihrer mühevollen Kleinarbeit.

Gerade Ihre besondere Aufgabe wird es sein, hier in den ersten Reihen der Forscher und Kämpfer zu stehen. Ihre spezielle Aufgabe ist es, an der Erkenntnis der Phänomene des Luftozeans mitzuwirken. Bei der Lösung dieser Aufgabe stehen Sie in der vordersten Linie, da den Flugmeteorologen wie keinem anderen die enge Verbindung mit den Besonderheiten der Atmosphäre geboten wird. Es ist unsern Bestrebungen gelungen, daß Ihnen möglichst oft Gelegenheit gegeben wird, den Luftocean im Flugzeug zu durchmessen, daß besonderer Wert darauf gelegt wird, daß die Flugstrecken, die Sie sichern und beraten sollen, auch von Ihnen im Flugzeug erkannt werden. Wir sind allen Behörden, die hierbei in

Betracht

Betracht kommen, zu großem Danke verpflichtet, daß gerade auf diesen Punkt der praktischen Erfahrung ein besonderer Wert gelegt wird. Das Reichsverkehrsmi-
nisterium hat sich ein großes Verdienst erworben, daß es an 5 Stellen Deutsch-
lands Flugstellen einrichtete, die lediglich die Erforschung der Zustände der
Atmosphäre über den Flugplätzen, wo sie angelegt sind, zur Aufgabe haben. Wir
stehen noch mitten in der Arbeit, diese aerologischen Flugzeugaufstiege zu or-
ganisieren und ihre Resultate den Flugwetterwarten zugänglich zu machen.
Auch in Ihrem Programm wird ja davon die Rede sein.

Deshalb begrüße ich Sie heute mit dem besonderen Wunsche, daß die erste
wissenschaftliche Tagung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Flugmeteorologen
dazu beitragen möge, bei jedem einzelnen die Erkenntnis und das Bestreben zu
erwecken, daß nur ernste wissenschaftliche Arbeit des Flugwetterdienstes ihn
auf der Höhe erhalten kann, auf der er heute ohne Zweifel steht. Wir wissen
alle, daß Ihre Arbeit und Ihre Inanspruchnahme von seiten des Dienstes eine
sehr große und starke ist, die nicht nur die Kräfte des Körpers, sondern auch
die des Geistes in Anspruch nimmt. Die Gefahr liegt gerade bei Ihrem Dienst
nahe, daß das rein Wissenschaftliche von dem Schematischen Ihrer Arbeitstätig-
keit überdeckt und gehindert wird. Daß, in Zukunft dieses Gefühl der Verpflich-
tung, an allem mitzuarbeiten, was die Wissenschaft des Flugwetterdienstes er-
höhen und verbreitern kann, erhalten und erhöht werde, das ist mein innigster
Wunsch. Die erste wissenschaftliche Tagung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher
Flugmeteorologen begrüße ich deshalb noch einmal mit besonderem Dank und be-
sonderer Freude.

Entwicklung des Luftverkehrs (Selbstreferat)

Dr. Knauss, Deutsche Luft Hansa

Aufgabenziele des deutschen Luftverkehrs.

Ausgangspunkt Geschwindigkeitsüberlegenheit des Flugzeuges über andere Ver-
kehrsmittel, daher Schnellbeförderungsmittel über weite Strecken, jedoch nicht
Massenbeförderung, sondern Beförderung von Menschen, Gütern, Post mit hohem
"Eilwert".

Akzelerator des Verkehrs.

Verbindungslinien zwischen Gebieten größter Wirtschaftsintensität. Stärkste
Verkehrsströme. Dort auch Hochstraßen des Weltluftverkehrs

- 1.) Europa - Nordamerika
- 2.) Europa - Südamerika
- 3.) Europa - Ostasien.

Zu 1) 80% des Welthandels überbrücken den Atlantischen Ozean.

Bis zu technischer Reife des Transatlantikverkehrs Teil- und Zwischenlösungen:

Postnachbringerdienst Cherbourg
Katapultdienst "Bremen" "Europa".

Durchschnittliche Zeitersparnis bei Katapult 48 Stunden in Richtung Europa;
durch Kombination Nachbringerflüge Cherbourg und Katapult erheblich mehr.

Zu 2) Kombiniertes Flugzeug-Dampferpostverkehr Deutschland-Südamerika. Auf
europäischem "Ufer" Berlin-Barcelona-Cadiz-Canarische Inseln durch Lufthansa.
Auf amerikanischem Ufer Pernambuco-Rio durch Condor-Syndicat.

Freie Ozeanstrecke durch Postübergabe an Schnelldampfer der Hamburg-Süd "Cap
Arcona" und "Cap Polonio". Bei beiderseitiger Durchführung des Flugzeuganschluß-
dienstes ist mit sicherem Zeitgewinn von 4 - 5 Tagen zu rechnen. Hierdurch

Verminderung

Verminderung der Postlaufzeit bei den schnellsten Dampfern von 14 - 15 Tagen auf 9 - 10 Tage. Gleich praktischen Beförderungsergebnissen der Aeropostale für Post zwischen Berlin und Rio.

Zusammenarbeit mit Zeppelin.

Zu 3) Transeurasia-Projekt. Vertrag Luftverkehrs mit Chin. Regierung. Im Frühjahr 1931 Postverkehr beabsichtigt von Shanghai bis russisch-chinesische Grenze, dann Dobrolot: Irkutsk - Moskau, dann Deruluft Moskau - Berlin. Politische Schwierigkeiten zwischen China und Rußland.

Europäischer Verkehr.

Erstes Jahrzehnt: vorwiegend Neubau und Ausbau des innereuropäischen Liniennetzes. Aufgabe jetzt: Rationalisierung des Streckennetzes auf Grund der Verkehrserfahrungen der Vorjahre.

Voraussetzung mehrjähriger Wirtschaftsplan.

Rationalisierung durch Ausmerzung frequenzmäßig schlechter Strecken, Ausscheiden von frequenzschwachen Flughäfen.

Förderung des Fernverkehrs:

1928: 55% der Strecken bis 300 km

1930: 36% " " " 300 km

Auf Strecken über 700 km 1928 14%

Auf Strecken über 700 km 1930 21%

Durchschnittspreis pro Passagier:

1930: 46,-- RM

1928: 38,-- RM Tendenz zur Befliegung längerer Strecken.

Intensivierung des Verkehrs durch Verdichtung bei Bedarf und Einrichtung mehrerer Kurse auf gut frequentierten Strecken.

"Omnibus-Verkehr" - hierdurch Verminderung der Kosten, da die festen Kosten (Bodenorganisation) auf mehr Verkehrsleistungen umgelegt werden. Hemmungen der Frequenzentwicklung: "Angstkomplex"

Lufthansa im Sommer täglich 1/2 mal um den Aequator.

Vermischung von allen Luftunfällen einschl. R 101: "Fliegen ist gefährlich".

Angst verhindert Gewinnung neuer Kreise.

Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit.

Anwachsen des Luftpost- und Luftfrachtverkehrs.

Luftfrachtverkehr nur auf wenigen europäischen Verbindungen zwischen Wirtschaftszentren Berlin - London, Berlin - Paris.

Bedeutung des Flei-Verkehrs.

Reichspostfluglinien Nachtzeit als Transportzeit ausnutzen.

System von europäischen Postlinien unter Benutzung befeuerter Strecken, Skandinavien-Deutschland-Westeuropa.

Poststrecke von Berlin nach Stambul.

Wirtschaftspolitische Bedeutung des Luftverkehrs.

Aktiva der Wirtschaftspolitik.

Wie die Handelsschiffe tragen auch die Handelsflugzeuge die eigene Flagge hinaus. Mit dem Unterschied, daß Schifffahrtslinien nur die an der Peripherie gelegenen Seehäfen anlaufen, während Fluglinien tief ins Innere der Länder bis zu den meist im Herzen gelegenen Hauptstädten vordringen. Es gibt keine ein-drucksvollere Auslandspropaganda als den Luftverkehr; Imponderabilien des Luft-

verkehrs

verkehrs, die in Geldeswert nicht auszudrücken sind. Großer Vertrauensfonds auf deutsche Organisation und deutsche Technik im Ausland, große Achtung vor Leistungen des deutschen Luftverkehrs.

Wirtschaftlichkeit.

Hohe Selbstkosten infolge ungenügenden Verhältnisses zwischen totem Gewicht und Nutzlast.

40 mal größeren Kraftaufwand zur Fortbewegung einer Tonne als bei Eisenbahn. Hochwertiges Material, sorgfältige Pflege notwendig.

Stetige Entwicklung in Richtung auf Eigenwirtschaftlichkeit durch

- a) Rationalisierung des Verkehrs (wie besprochen)
- b) Technische Verbesserungen (z.B. Erhöhung der Reisegeschwindigkeit, Steigerung der Pünktlichkeit durch größere Zuverlässigkeit der Motoren, Überwindung schwieriger Wetterlagen).

Blindflug nach Instrumenten, Funkpeilungen.

Keine sensationellen Fortschritte mit Siebenmeilenstiefeln, sondern Kleinarbeit. Verbilligung des Betriebes z. B. durch Schwerölmotoren.

Schluss:

Dank des Luftverkehrs für verständnisvolle Zusammenarbeit - Schicksalsgemeinschaft - Fliegerkameradschaft.

Neue Navigationsinstrumente

Dr. H. Wendroth Deutsche Luft Hansa

Eines der wichtigsten Navigationsgeräte ist der Kompass. Bei der Konstruktion dieses Instrumentes ist man von dem Grundsatz ausgegangen, die Eigenschwingungszahlen der Kompass-Systeme möglichst von der Eigenschwingungszahl der Flugzeuge entfernt zu halten, da sich bei Übereinstimmung der beiden Eigenschwingungszahlen durch Kurven des Flugzeuges, Böen usw. die Kompassrose aufschaukelt, so daß unter Umständen der Kompass ins Drehen kommt. Insbesondere bei Kompassen früherer Konstruktion konnte man das Drehen der Kompassrose häufig beobachten.

Zur Vermeidung dieser Erscheinungen ist man in England zu sehr langen Schwingungszeiten (Kompass mit aperiodischer Dämpfung) übergegangen; in Deutschland versuchte man, die Eigenschwingungszeit der Kompass möglichst klein zu machen. Die Verringerung der Schwingungszeiten ist jedoch durch die Notwendigkeit begrenzt, Resonanzen in den im Flugzeug unvermeidbaren Vibrationen zu vermeiden. Andererseits weisen die aperiodisch gedämpften Kompass große Mitschleppfehler auf.

Da für die Erfordernisse des Blindfluges der Steuerkompass zweckmäßig unmittelbar vor dem Führer angebracht wird, und da dieser Kompassort häufig magnetisch recht ungünstig ist, ist man in vielen Fällen zur Verwendung von Fernkompassen übergegangen. Das magnetische System dieser Fernkompass wird an möglichst günstiger Stelle, meistens im hinteren Teil des Flugzeuggrumpfes untergebracht, während die magnetisch unempfindlichen Anzeigergeräte im Instrumentenbrett des Führers ihren Platz finden.

Bei der Deutschen Luft Hansa findet der pneumatische Fernkompass der "Askania" - Werke in größerer Anzahl Verwendung. Die Erfahrungen mit diesen Geräten sind recht gut. Insbesondere ist das geringe notwendige Maß von Wartungsarbeiten während des Betriebes von Vorteil.

Erd-Induktions-Kompass, wie sie von der amerikanischen Firma "Pioneer" gebaut werden, haben sich insbesondere im Ausland ebenfalls gut bewährt. Bei der Erprobung eines solchen Geräts in der Deutschen Luft Hansa zeigte sich jedoch, daß die Wartungsarbeiten erheblich höher sind als beim "Askania"-Fernkompass, da es notwendig ist, in verhältnismäßig kurzen Zeitabständen den Kollektor des Kompassgebers zu reinigen. Es ist verständlich, daß mit Rücksicht auf die sehr geringen in dem Erd-Induktions-Kompass erzeugten elektrischen Ströme bereits geringe Unsauberkeiten der Kontakte, insbesondere des Kollektors, zum Versagen des Gerätes führen müssen.

Schließlich sei hier noch der Sonnenkompass, wie er von der Firma "Zeiss" hergestellt wird, erwähnt. Dieses Gerät besteht im Prinzip aus einem Fernrohr, das auf die Sonne gerichtet wird. Durch ein Uhrwerk folgt das Rohr der Bewegung der Sonne, so daß bei gleichbleibender Flugrichtung das Sonnenbild stets im Fadenkreuz des Fernrohres verbleibt.

Auf die zum Blindflug unentbehrlichen Kreiselgeräte (Wendezeiger, bzw. künstliche Horizonte) kann hier nicht näher eingegangen werden, da derartige Instrumente wohl nicht mehr zu den Navigationsinstrumenten gerechnet werden können. Ihre Behandlung fällt vielmehr unter das Gebiet: Blindflug.

Zu den Navigationsgeräten gehört jedoch unbedingt der Höhenmesser. Die zur Zeit allgemein durchgeführte Art der Höhenmessung basiert auf dem barometrischen Prinzip. Die Eichung der Höhenmesser beruht auf der Annahme einer Normal-Atmosphäre. Bei der Auswertung der Anzeige barometrischer Höhenmessgeräte ist infolgedessen zu berücksichtigen, daß bei Abweichungen des atmosphärischen Zustandes von der Normal-Atmosphäre naturgemäß die Anzeige des Höhenmessers von der wahren Höhe abweichen muß. Diese Abweichungen können unter Umständen recht erheblich werden. Änderungen des Bodenluftdruckes während des Fluges werden im Betriebe der Deutschen Luft Hansa den Flugzeugführern funken-telegraphisch durchgegeben, so daß eine Höhenmesser-Korrektur in gewissen Grenzen vorgenommen werden kann.

Von besonderer Wichtigkeit für Flüge ohne Sicht ist die Schaffung eines nicht nach dem Barometer-Prinzip arbeitenden Höhenmessers. Versuche mit derartigen Geräten, die teils auf elektrischer, teils auf akustischer Grundlage arbeiten, sind an vielen Stellen vorgenommen worden. Es sei hier insbesondere an das Luftlot von "Behm" erinnert. Alle bisher vorliegenden Geräte dieser Art befinden sich jedoch noch nicht im Stadium völliger Betriebsreife. Es sei jedoch erwähnt, daß die Bearbeitung des wichtigen Gebietes der außerbarometrischen Höhenmessung mit großer Energie, unter dankenswerter Förderung der amtlichen Stellen, ihren Fortschritt nimmt.

Zur Navigation bei Flügen mit Erdsicht werden Abtrift-Messgeräte verwendet, die es gestatten, den durch seitliche Winde hervorgerufenen Abtriftwinkel zu messen. Bei Flügen über See, bei denen es notwendig ist, Zielpunkte für die Abtriftmessung künstlich zu schaffen, werden Peilbomben, die auf dem Wasser Rauch entwickeln, benutzt.

Befindet sich unter dem Flugzeug eine geschlossene Wolkendecke, so verbleibt als einziges Hilfsmittel der Kursbestimmung die Funkpeilung, sei es in der Form der in Europa meist gebräuchlichen Fremdpeilung, sei es in der Form der Eigenpeilung.

Zum Schluß sei noch das Gebiet gestreift, das für die regelmäßige Durchführung von Flügen von großer Bedeutung ist, die Nebellandung.

Hier liegen insbesondere aus Amerika die bedeutsamen Versuche Doolittle's vor. Es muß jedoch betont werden, daß es sich hier einstweilen nur um Vorversuche handelt. Von einer betriebsmäßigen Lösung des Nebellandungsproblems kann zur Zeit noch nicht gesprochen werden.

Funkberatung und Funkpeilung

Dr. Schmidt-Reps Deutsche Luft Hansa

Wie Sie aus den Ausführungen der Herren Vorredner entnommen haben, ist ohne Instrumentenflug kein regelmäßiger Luftverkehr zu erreichen. Und nun ist andererseits wieder ein längerer beabsichtigter Instrumentenflug ohne Funkgerät sehr schwierig. Aus diesem Grunde wird von allen Luftverkehrsgesellschaften der Einbau von Funkgerät und die Organisation des Flugfunkverkehrs immer mehr gefordert und vervollkommenet.

Ich will bei meinen kurzen Ausführungen nicht näher auf die historische Entwicklung des Flugfunkverkehrs bei der Luft Hansa eingehen, sondern Ihnen nur in einigen groben Zügen die Entwicklung vor Augen führen. Die ersten Versuche, einen regelmäßigen Flugfunkverkehr abzuwickeln, wurden im Sommer 1926 auf der Nachtstrecke Berlin - Königsberg unternommen. Die Ergebnisse waren im Anfang nicht vielversprechend: Die F.T.-Geräte wiesen sehr viel technische Störungen auf. Die Organisation, was Wetterberatung und Abwicklung des Funkverkehrs anbetrifft, war noch ungenügend. Auch war damals die Frage, ob Telephonie oder Telegrafie im Flugfunkdienst zu verwenden sei, noch nicht geklärt. Ich glaube, ich kann Ihnen am besten an ein paar nüchternen Zahlen den Anstieg des Flugfunkverkehrs bei uns zu erkennen geben. Im Jahre 1927 wurden von unseren Flugzeugen 1,2 Millionen Flugfunkkilometer geleistet, in den Jahren 1928 und 1929 über 3 Millionen, also eine Steigerung um mehr als das Doppelte, und in diesem Jahre schon bis Ende September über 3 Millionen Flugfunkkilometer. Inzwischen wurden auch die in den großen Flugzeugen eingebauten F.T.-Stationen der Firmen Telefunken und Lorenz immer weiter verbessert. Auch hier will ich Ihnen ein paar Zahlen angeben, an denen Sie die Besserung am besten erkennen können:

Im Jahre 1927 hatten wir noch	5%	Störungen
Im " 1928 " " " "	2%	" "
Im " 1929 " " " "	1%	" "

und soweit sich das Jahr 1930 nach den bisherigen Ergebnissen übersehen läßt, werden wir wahrscheinlich 0,8% Störungstunden zu den Betriebsstunden zu verzeichnen haben. Die Geräte sind also als betriebssicher anzusprechen. Inzwischen ist auch der teilweise sehr heftige Meinungsstreit zwischen Telegraphie und Telephonie entschieden worden. Die Luft Hansa hat als einzigstes Luftverkehrsunternehmen die Kosten, die, abgesehen von der Bezahlung und Einstellung des Funkers, besonders durch die dreiköpfige Besatzung gegeben sind, nicht gescheut und bewusst auf die ausschließliche Verwendung von Telegraphie hingearbeitet. Wir können wohl ruhig sagen, daß die Erfahrungen unsere damalige Ansicht bestätigt haben. Wer einmal bei schlechter Wetterlage von Amsterdam nach London geflogen ist und sich den Telefonieverkehr der holländischen, englischen und französischen Flugzeuge angehört hat, wird das sobald nicht vergessen. Ich möchte nur mit einigen Worten die Nachteile der Telephonie doch noch kurz erwähnen: Für Telephonie wird die vierfache Zeit zur Übertragung benötigt. Die Telephonie deckt den übrigen Verkehr auf der gleichen Welle fast vollkommen zu. Bei Verwendung von Telephonie habe ich nur ca. 1/3 der Reichweite von Telegraphie und nicht zuletzt spielt die Sprachschwierigkeit eine nicht unerhebliche Rolle.

Der Wunsch, möglichst alle Flugzeugtypen, auch die kleinen, mit Funkgerät auszurüsten, führte zur Entwicklung einer Flugzeug-Kleinstation. Die Vorzüge der Kleinstation sind kurz folgende: Geringes Gewicht (25 kg zu 50 kg bei der normalen Station). Leichteste Bedienbarkeit. (Es gibt nur 3 Schalter, mit denen man die verschiedenen Wellen, die fest eingestellt sind, die Abstimmung usw. betätigt). Geringe Ausmaße, daher Einbau auch bei nur sehr knapp zur

Verfügung

Verfügung stehender Platzmöglichkeit. Trotzdem genügende Leistung. Außerdem verfügt die Kleinstation über den Vorzug, daß auch vom gelandeten Flugzeug aus F.T.-Verbindung hergestellt werden kann. Das Versuchsstadium der von den Firmen Telefunken und Lorenz konstruierten Kleinstationen ist nahezu beendet, die Ergebnisse waren recht zufriedenstellend. In diesem Winterverkehr, bei dem auf sämtlichen von der Luft Hansa beflogenen Strecken nur F.T.-Flugzeuge eingesetzt werden, sind die Kleinstationen in den Junkers F 13 eingebaut. Der große Vorteil der Kleinstation liegt jedoch nicht nur in ihrer technischen Konstruktion, und den oben angeführten Gründen, sondern auch hauptsächlich darin, daß wir von der dreiköpfigen Besatzung wieder auf die normale zweiköpfige zurückkommen können. Die Geräte werden von den Flugmaschinisten-Funkern, d.h. einem Flugmaschinisten, der zum Funker ausgebildet worden ist oder von einem Flugzeugfunker-Maschinisten, d.h. von einem Flugzeugfunker, der zum Maschinisten ausgebildet worden ist, bedient. Auch bezüglich dieses kombinierten Besatzungsmitgliedes liegen schon Erfahrungen vor und zwar wurden die Funker-Bordwarte auf den Nachtstrecken Berlin-Köln-London, Amsterdam-Malmö und Stralsund-Stockholm, also sehr schwierige Strecken, auf Junkers W 33 eingesetzt. Auch hier sind die Ergebnisse recht gut.

Durch den immer mehr vergrößerten Einsatz an F.T.-Flugzeugen werden auch immer mehr Herren von Ihnen mit der Beratung der in der Luft befindlichen Flugzeuge beschäftigt. Wie schon Herr Flugkapitän Polte vorhin ausführte und ich nur noch einmal kurz betonen möchte, ist der ideale Meteorologe derjenige, der im Geiste mit der Maschine mitfliegt und so dem Flugzeug die besten Beratungen zukommen lassen kann. Unsere Flugleiter werden von uns immer wieder auf die enge Zusammenarbeit mit den Meteorologen bei der Beratung der in der Luft befindlichen Flugzeuge hingewiesen. Zu diesem Zwecke ist ja auch verabredet worden, daß Ihnen die Starts und Standorte der F.T.-Flugzeuge immer bekannt gegeben werden.

Viel umstritten war ja die Frage eines Wetterschlüssels für die in der Luft befindlichen Flugzeuge. Die Lufthansa hat immer den Standpunkt stark vertreten, daß kein Wetterschlüssel angewendet wird, sondern ein verkürztes, offenes Verfahren, also z.B.: Obs ddx, 10/10, 300 m 7/10, Si 15 km, Ost 20 km - Wewa. Dieses Wetter ist für jeden klar, es heißt: 10/10 ganz bedeckt, Wolkenhöhe 300 m mit 7/10 Bedeckung, Sicht 15 km, Bodenwind Ost 20 km. Uns erscheint ein verschlüsseltes Verfahren einfach unmöglich. Wenn man sich in die Lage einer zweiköpfigen Besatzung denkt, bei der der Funker-Bordwart, abgesehen von der Überwachung der Triebwerksgeräte auch noch einen Teil des Franzens mit übernimmt und außerdem die Funkstation zu bedienen hat, so ist es wohl klar, daß offener Text für diesen Fall für die Wetterberatung das Richtige ist. Dazu kommt, daß beim offenen Verfahren der Funker den aufgenommenen, geschriebenen Text sofort dem Führer zeigen kann und nicht erst übersetzen muß. Eine Zeitdauer, die unter Umständen kritisch werden kann. Wenn ich mich allgemein zu der Funkberatung äußern darf, so möchte ich sagen, daß, wie überhaupt auf allen Gebieten des in Entwicklung stehenden Luftverkehrs, eine große Besserung in letzter Zeit erreicht worden ist. Wie Sie auch aus den F.T.-Monatsberichten sehen, sind den Flugzeugführern in vielen Fällen wichtige Ausweich- und Umflugwege angeraten worden und auch die angeforderten Streckenobse, deren schnelle Übermittlung früher für uns ein Schmerzenskind war, sind im allgemeinen recht schnell übermittelt worden. Wir dürfen ja nicht vergessen, daß neben dem tatsächlichen Nutzen, den das F.T.-Gerät bringt, die gute Beratung und die dauernde Verbindung mit der Erde, die Nachricht, daß der Zielhafen noch nebelfrei ist und daß der Führer bald aus der schwierigen Situation voraussichtlich herauskommt, für die Besatzung eine ganz außerordentliche psychische Entlastung bedeutet. Erwähnen möchte ich noch kurz, daß von der eingeführten Höhenmesserkorrektur gerade bei den Nachtflugzeugen sehr viel und nützlicher Gebrauch gemacht worden ist. Es wurden Differenzen bis zu 80 m

den Flugzeugen heraufgegeben. Auch wird von den Flugzeugführern immer mehr den Wetterwarten das angetroffene Wetter heruntergegeben, so daß der beratende Meteorologe gleich die Bestätigung für seine Voraussage oder eine Korrektur bekommt, die ja in diesem Falle auch nur von Nutzen sein kann.

Neben dem vorher erwähnten Nutzen des F.T.-Gerätes spielt der der Standort- oder Kursbestimmung eine ganz hervorragende Rolle. Die Fremdpeilung, die ja allgemein im Luftverkehr geübt wird, hat uns in den vorhergehenden Jahren oft viel Sorgen bereitet. Das Ausland, das schon seit 1924 sich im Peilen der Flugzeuge üben konnte und außerdem nur wenige Peilstellen zu betreiben brauchte, hatte gegenüber Deutschland einen Vorsprung. Es war für die Zentralstelle für Flugsicherung nicht leicht, in kurzer Zeit ein gut organisiertes Peilnetz mit gut eingespielten Funkern dem Luftverkehr zur Verfügung zu stellen. Im Jahre 1928 arbeiteten wir mit 24 (8 deutsche) und 1930 mit 32 (13 deutsche) Peilstellen. Wenn auch im Anfang die Fehlpeilungen prozentual noch stark vertreten waren (im Jahre 1928 über 12%), so ist jetzt eine ganz erhebliche Besserung eingetreten. Wir haben für das Jahr 1930 bis jetzt 4% Fehlpeilungen festgestellt. Die betriebsmäßige Definition für eine richtige bzw. Fehlpeilung möchte ich doch noch kurz anführen, um Mißverständnisse zu vermeiden: Eine richtige Peilung ist eine Peilung, bei der sich der gepeilte Standort im Umkreis von 5 km vom tatsächlichen Standort befindet und außerdem spätestens 4 Minuten nach Anforderung gegeben wird. Es ist verständlich, daß die Zeit der Übermittlung, die bei unserem gut eingespielten Peilnetz im allgemeinen drei Minuten beträgt, eine ausschlaggebende Rolle spielt. Im Laufe der Zeit hat sich auch herausgestellt, daß für den Führer die Zielpoilungen ganz besonders wichtig sind. Selbstverständlich kann, besonders bei Gebirgsstrecken, die Standortpeilung von größter Bedeutung sein, aber häufiger wird der Zielpoilung, die naturgemäß schneller arbeitet, der Vorzug gegeben. Kurspeilungen, d.h. Peilungen, bei denen die Peilstelle außerhalb der Flugrichtung liegt, also z.B.: Dresden gibt den Kurs für das Flugzeug auf der Strecke Berlin-Breslau, sind beim Landverkehr nur selten gegeben worden, dagegen sind bei den Katapultflugzeugen der Dampfer "Bremen" und "Europa" zahlreiche und ganz erstklassige Kurspeilungen übermittelt worden. Bei den Peilungen haben sich in letzter Zeit zwei Fehler bemerkbar gemacht, auf die ich doch noch kurz eingehen möchte. Dadurch, daß die Flugzeuge jetzt häufig durch die Wolken durchziehen und in großer Höhe über den Wolken fliegen, ist der an sich bekannte, aber bei uns bisher wenig hervorgetretene Flugzeugantennenfehler aufgetreten. Bei einem Flugzeug mit Hängeantenne wird bekanntlich der Schnittpunkt, wo die Verlängerung der mittleren Flugzeugantennenrichtung die Erde treffen würde, gepeilt. Es ist ohne weiteres klar, daß sich bei großen Flughöhen und wenn sich das Flugzeug querab befindet, also nicht in Peilrichtung, dieser Fehler stark bemerkbar machen muß. Um Ihnen eine Größenordnung der Fehler zu geben, möchte ich anführen, daß bei einem Flugzeug, daß in einer Entfernung von nur 20 km von der Peilstelle querab fliegt, der Fehler bei einer Flughöhe von 250 m 2 Grad, bei einer Flughöhe von 2000 m aber schon 15 Grad beträgt. Besonders auf den Flügen München-Mailand, bei denen die Flugzeuge ca 5000 m hoch flogen, wurde von der Funkstelle Zürich diese Beobachtung bestätigt. Bei Aufmerksamkeit des Funkpersonals läßt sich dieser Fehler, der in Tabellen genau festgelegt ist, ohne weiteres eliminieren. Dieses einfache Herausbringen des Fehlers läßt sich von der zweiten Schwierigkeit beim Peilen leider nicht so ohne weiteres sagen. Bei Flügen während der Dämmerung oder in der Nacht hat sich gezeigt, was auch schon von der Schiffspeilung her bekannt war, daß das Minimum wandert, d. h. ich kann die bestimmte Gradzahl, in der ich die Funkstelle peile, nicht festhalten, weil mir das Minimum immer entwischt. Dieser Fehler hat sich bei unseren Nachtflügen in diesem Jahre ganz besonders störend bemerkbar gemacht, da nicht nur ein reiner Dämmerungseffekt, wie man zuerst annahm, sondern auch mitten in der Nacht dieses

Wandern und damit die Peilunmöglichkeit festgestellt wurde. Standortpeilungen waren daher sehr schwierig, um nicht zu sagen fast unmöglich, während Zielpoilungen, wenn sich das Flugzeug unter 100 km von der Peilstelle entfernt befand, bei gutem Peilpersonal möglich waren. Ich muß es mir versagen, auf die Ursachen, die noch nicht restlos geklärt sind, näher einzugehen. Doch hat sich auch für diesen Fehler ein Hoffnungsschimmer gezeigt. Ein Funkbeamter der Zentralstelle für Flugsicherung in Tempelhof hat beobachtet, daß immer der erste Impuls der Welle, die das Flugzeug als Peilzeichen sendet, kein Wandern aufwies. In Zusammenarbeit mit den Funkern der Luft Hansa auf den Nachtflugzeugen wurde dann diese Knallpeilung, wenn ich sie so nennen darf, während zwei Monate in zahlreichen Übungspeilungen geprüft. Etwas Abschließendes läßt sich über diese Entdeckung noch nicht sagen. Fest steht jedoch, daß bei einem qualifizierten und gut eingespielten Peilfunker tatsächlich das Wandern des Minimums nicht mehr so störend auftritt. Das Verfahren wird selbstverständlich von den betreffenden Stellen noch eingehend untersucht werden, bevor ein abschließendes Urteil gerechtfertigt ist. Wir haben bis jetzt immer von der Fremdpeilung gesprochen, d. h. die Bodenstelle übermittelt den Standort oder Kurs an das Flugzeug. Die guten Erfahrungen, die die Schifffahrt mit den Eigenpeilern gemacht hat, wurden auch auf das Flugzeug übertragen. Wir haben gemeinsam mit der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt auf der Strecke Berlin - Königsberg auf zahlreichen Nachtflügen den Telefunken-Bordpeiler erprobt. Die Ergebnisse waren gut, und es wird in nächster Zeit mit dem Einbau von einigen Peilern zu rechnen sein. Die Vorzüge der Eigenpeilung liegen darin, daß die Auswertung der Ergebnisse in das Flugzeug verlegt wird. Weiterhin, daß das Flugzeug so oft, wie es will, peilen kann, ohne den Funkverkehr zu belasten. Es kann jeder Sender, Flughafenfunkstelle, kommerzieller Sender, Rundfunksender usw. zur Kursbestimmung angepeilt werden. Die Nachteile liegen in dem zur Zeit noch großen Raum- und Gewichtsbedarf. Die Rahmenantenne muß außenbords am Flugzeug angebracht werden. Außerdem sind Standortpeilungen - durch die Geschwindigkeit des Flugzeugs bedingt - nur sehr schwer möglich. Seine besondere Wichtigkeit hat der Eigenpeiler selbstverständlich für Langstreckenflüge und besonders für Seeflugzeuge, bei denen der Flug über Gebiete führt, die über eine eigentliche Flugfunkorganisation noch nicht verfügen.

Während in Europa im allgemeinen das Verfahren der Fremdpeilung gebräuchlich ist, arbeitet Amerika mit einem etwas anderem Verfahren, und zwar benutzt es Richtfunkbaken, d. h. kleine Sender, die bestimmte Zeichen ausstrahlen. Durch gerichtete Antennen wird der Buchstabe a (.-) und n (-.) ausgesandt. Auf d. Linie gleicher Feldstärke setzen sich die beiden Zeichen zu einem Dauerstrich zusammen. Der Peilstrahl wird nun auf die Flugrichtung gerichtet und der Flugzeugführer kann am Empfang eines Dauerstriches feststellen (in letzter Zeit wird auch ein optisches Anzeige-Gerät verwendet), daß er genau auf dem Kurs ist. Kommt er rechts oder links vom Kurs ab, so empfängt er wieder die entsprechenden Zeichen. Wir sehen in dem Verfahren für uns große Schwierigkeiten, da es sich immer mehr zeigt, daß das Flugzeug nicht immer den vorgeschriebenen Kurs einhalten kann, sondern unter Umständen sehr weit vom Kurs abfliegen muß, um schwierige Wetterlagen zu umgehen. In so einem Fall ist die Richtfunkbake wertlos.

Leider erlaubt es mir meine Zeit nicht, näher auf zwei interessante Neuerungen in der Flugfunktechnik einzugehen. Das erste sind die Kurzwellen. Eigentlich sind ja die Kurzwellen für den Luftverkehr prädestiniert, denn bei geringstem Gewicht und geringem Leistungsbedarf wird eine große Reichweite erzielt. Der Nachteil liegt in erster Linie darin, daß die Kurzwellen auf Grund ihres physikalischen Charakters nicht peilbar sind. Außerdem machen die auftretenden toten Zonen, die sich im allgemeinen bei mittlerer Entfernung vom Sender am stärksten bemerkbar machen, für einen absolut sicher arbeitenden Flugfunkverkehr die Verwendung zur Zeit unmöglich.

Das letzte, was ich noch kurz erwähnen möchte, ist der Bildfunk. Vor 1/2 Jahren wurden von uns Versuche für Bildfunkempfang im Flugzeug gemacht. Die Ergebnisse waren gut. Die Veranstaltung damals erfolgte aber mehr aus Propagandazwecken. Der Bildfunkempfang verlangt überaus starke Sender und eine für das Flugzeug sehr empfindliche Apparatur. Bei dem damaligen Versuch wurde mit dem starken Rundfunksender Königswusterhausen gearbeitet und bei einer Entfernung von über 100 km vom Sender war ein einwandfreier Empfang nicht mehr möglich. So wird wohl neben allen anderen Gründen schon allein dieser Grund die Einführung des Bildfunks für die nächste Zeit noch verbieten.

M. H., ich glaube, ich habe Ihnen in der mir zur Verfügung stehenden Zeit einen kurzen Umriss über die Funktechnik im Luftverkehr gegeben.

Nachtflug und Nachtbeleuchtung

Dr. Dierbach, Deutsche Luft Hansa

Sie haben in den vorhergehenden Vorträgen gehört, wie durch Flugzeuginstrumente, durch den Funkverkehr und durch das Blindfliegen dem Flugzeugführer Werkzeuge in die Hand gegeben sind, mit denen er Flüge durchführen kann, die noch vor gar nicht langer Zeit als aussichtslos angesehen wurden. In erhöhtem Maße werden diese Hilfsmittel für Flüge während der Dunkelheit gebraucht, ja man kann wohl sagen, daß der Nachtflug durch die Entwicklung der erforderlichen Instrumente usw. dem Tagflug einen entscheidenden Impuls gegeben hat.

Die regelmäßige Befliegung einer Nachtstrecke macht außerdem eine Reihe von Vorbereitungen auf dem Boden notwendig, die als Ergänzung und Sicherheitskoeffizient zu den Bordgeräten und der Funkentelegraphie treten und eine nicht zu unterschätzende moralische Unterstützung und eine Entspannung für den Piloten während seines Fluges bedeuten.

Eine regelmäßig beflogene Nachtstrecke muß über Leuchtfeuer und Hilfslandeplätze verfügen. Die Leuchtfeuer dienen dazu, dem Flugzeugführer seinen Weg zu zeigen, da er, außer in klaren Mondscheinnächten, das unter ihm liegende Gelände nicht erkennen kann. Sie sollen ihm außerdem dazu helfen, eine vor ihm liegende Wetterverschlechterung (Wolken oder Nebel) rechtzeitig zu erkennen. Zu diesem Zwecke werden in Abständen von etwa 20 km auf der Strecke Luftleuchtfeuer mit einer relativ großen Tragweite errichtet. Als Strecke wird hierbei nach Möglichkeit der Schlechtwetterweg gewählt, da auf ihm zu erwarten steht, daß möglichst oft günstige Feuersicht vorhanden ist. So ist z. B. die Strecke Hannover - Köln nicht auf dem direkten Kurs gebaut worden, sondern geht in ungefähr gerader Linie bis zur Ems, um mit zwei Knickpunkten über Wesel nach Köln zu führen. Eine Trasse, die der direkten Luftlinie Hannover-Köln folgt, wäre in diesem Falle unzweckmäßig gewesen, da sie vielfach durch bergiges Land führt. Leuchtfeuer, die dann auf den Bergen gestanden hätten, wären in einer großen Zahl von Fällen bereits von Wolken verdeckt gewesen, während Leuchtfeuer in den Tälern durch die sie umgebenden Höhen abgedeckt werden. Eine solche Strecke wäre nur bei sehr gutem Wetter, wo die Orientierung nach den Leuchtfeuern sowieso eine verhältnismäßig geringe Rolle spielt, möglich gewesen, während ein Flug mit Feuersicht schon bei mittlerem Wetter wegen der Höhen, die sich neben den Leuchtfeuern erheben, und der gewundenen Streckenführung, die durch die Täler bedingt ist, sich von selbst verbietet.

Wenn wir hier von Leuchtfeuern sprechen, so verstehen wir hierunter einen Scheinwerfer mit Spiegel- oder Linsenoptik, dessen wagerecht gerichteter Strahl in gleichförmige Rotation um eine Hochachse versetzt wird. Die Drehgeschwindigkeit wird hierbei so gewählt, daß alle 3 Sekunden ein Blitz entsteht; es ist dies eine Umdrehungsgeschwindigkeit, die eine genügend häufige Wiederkehr des

Zeichens

Zeichens und eine genügend lange Blitzdauer besitzt. Die Amerikaner verwenden ähnliche Geräte, sie haben jedoch eine Blitzfolge von 10 Sekunden, eine sehr lange Zeit, wenn man im Flugzeug bei schlechtem Wetter auf das Wiederaufleuchten des Feuers wartet. Sie haben dafür stets noch in Richtung des Kurses Zusatzfeuer mit einer anderen, schnelleren Kennung. Der Drehscheinwerfer ist der Typus der Luftleuchtfeuer geworden, die prinzipiell alle die gleiche Kennung haben. Es ist übrigens interessant, an der Entwicklung der Leuchtfeuer die Entwicklung der Navigation und die Vervollkommnung im Blindfliegen zu beobachten. Während bei den ersten Strecken, die vom heutigen Standpunkt aus gesehen mit relativ primitiven Flugzeugen befliegen wurden, eine gleiche Kennung genügte, ist heute schon eine Unterscheidung der einzelnen Feuer notwendig. Die Feuer, mit denen die in der Nähe der Strecke liegenden Flughäfen gekennzeichnet werden, und vor allem das Abweichen von der befeuerten Route nach oben oder nach der Seite bei schlechtem Wetter macht es notwendig, beim Wiederfinden der Strecke zu erkennen, welches Feuer man vor sich hat. Eine Unterscheidung der einzelnen Leuchtfeuer wird durch ein Zusatzfeuer erzielt, das nur eine verhältnismäßig geringe Tragweite zu besitzen braucht. Das Flugzeug ist so leicht beweglich, daß es sich bei Bedarf in die Nähe des Leuchtfeuers begeben kann, um die Kennung des Zusatzfeuers auszumachen. In den meisten Fällen wird das Hauptfeuer mit seiner Normalkennung zur Orientierung genügen. Nach dem gleichen Prinzip wären auch die Flughafenkennfeuer zu bauen, die, auf weite Entfernung gesehen, die allgemeine Leuchtfeuerkennung zeigen, während ihr Zusatzfeuer die spezielle Farbe oder das Morsezeichen (die Kennung) ihres Flughafens zeigt. Auf den Strecken finden wir außerdem eine Reihe von Nebenleuchtfeuern, die die Kette der Hauptleuchtfeuer verdichten. Sie haben durch die Entwicklung des Instrumenten- und F.T.-Wesens an Bedeutung eingebüßt. Man verringert jetzt lieber die Abstände der Hauptleuchtfeuer von früher 30 auf 20 km und verzichtet auf die Zwischenschaltung von Nebenleuchtfeuern. Trotzdem wird man sich ihrer für besondere Zwecke (Flughindernisse usw.) bedienen müssen.

Die Hilfslandeplätze vervollständigen die Bodenorganisation einer Nachtstrecke. Es dürfte Ihnen geläufig sein, daß jeder Luftverkehrsbetrieb gelegentlich mit Außenlandungen wegen Wetters oder technischer Störungen rechnen muß. Bei Tage sieht der Flugzeugführer das unter ihm liegende Gelände und kann sich ein geeignetes Feld aussuchen, wenn er gezwungen ist, eine Zwischenlandung vorzunehmen. Bei Nacht ist man gezwungen, in gewissen Abständen geeignete Plätze vorher zu erkunden und diese dem Flugzeugführer durch Leuchtzeichen erkennbar zu machen. Als durchschnittlich zulässige Entfernung der Hilfslandeplätze voneinander wird 50 km betrachtet. Während wir in den vergangenen Jahren irgendwelche Felder benutzten, die sich von Natur aus als Hilfslandeplätze eigneten, sind zur Zeit Arbeiten im Gange, die Plätze fest zu pachten, so daß sie längere Zeit an der gleichen Stelle bleiben. Dann wird die Möglichkeit bestehen, auf ihnen feste Einrichtungen, wie eine Bude, Telefon, Wolkenscheinwerfer und dergleichen, zu errichten. Diese Maßnahme wird zu einer wesentlichen Verbesserung des Meldewesens auf den Nachtstrecken dienen, da auch während der Zeit, wo sich der Diensthabende auf dem Platz befindet, Wettermeldungen und sonstige Meldungen abgegeben werden können. Später wird man die Hilfslandeplätze wahrscheinlich durch Leuchtfeuer und dergleichen besser erkennbar machen. Die Arbeiten werden im Laufe des Winters durchgeführt, so daß wir voraussichtlich im nächsten Frühjahr bereits über das Netz von festen Hilfslandeplätzen verfügen werden. Die Plätze bleiben zum Teil auf den gleichen Geländestücken, wo sie bisher gewesen sind.

Es dürfte selbstverständlich sein, daß Flughäfen an einer solchen Nachtstrecke für Nachtlandungen be feuert sein müssen. Hierzu gehört zunächst ein Ansteuerungsfeuer, das den Flugzeugführer in den Stand setzt, den Flughafen von weit her aufzufinden. Liegt der Flughafen, wie z. B. Berlin-Tempelhof, innerhalb des großen beleuchteten Stadtgebietes, so wird man auf ein besonderes

Ansteuerungsfeuer verzichten können. Flughäfen, die jedoch außerhalb der Stadt liegen, wird man zweckmäßig ein besonderes Kennlicht geben. Als ausgezeichnetes Hilfsmittel hat sich die Umrandung des Flughafengeländes durch Neonröhren erwiesen. Dem Flugzeugführer wird hierdurch das Rollfeld in seiner charakteristischen Form gezeigt und er ist in der Lage, seinen Einschwebewinkel und die Aufsetzstelle gefühlsmäßig richtig abzuschätzen. Außerdem muß der Flughafen über Windrichtungsanzeiger, Scheinwerfer, Sturmlaternenreihe usw. verfügen, Hilfseinrichtungen für den Nachtbetrieb, deren Besprechung hier zu weit führen würde. Auf eine Beleuchtung des Rollfeldes, die im Ausland bei vielen Plätzen im Gebrauch ist, wird zur Zeit noch in Deutschland verzichtet, da wir die Umrandung des Rollfeldes mit Neonröhren für wesentlich besser und wichtiger halten. Trotzdem ist es klar, daß auch wir zu einer Beleuchtung, zum mindesten der Landezone des Rollfeldes, kommen müssen; dem steht zur Zeit noch entgegen, daß die deutschen Flughäfen im allgemeinen recht groß sind und daß sie meistens Höhenunterschiede im Gelände aufweisen, die z. B. die Einführung der in Holland verwendeten schattenlosen Rollfeldbeleuchtung mit niedrigliegenden Beleuchtungskörpern unmöglich machen. Die Versuche, die bisher in dieser Richtung durchgeführt sind, haben noch kein durchaus befriedigendes Ergebnis gezeitigt. Besonders hervorheben möchte ich noch die Wolkenscheinwerfer, durch die es möglich gemacht wird, die Wolkenhöhe bei Nacht genauer anzugeben, als es sonst bei Tage möglich ist. Die Häfen, die für solche Wettermeldungen in Frage kommen (dazu gehören auch die Hilfslandeplätze) sind zum Teil schon mit derartigen Geräten ausgerüstet. Die weitere Versorgung in Verbindung mit dem Ausbau der Hilfslandeplätze ist im Gange und wird wohl bis zum Beginn der nächstjährigen Nachtflugsaison soweit durchgeführt sein, daß wir über ein genügend enges Netz von Wolkenmessungen bei Nacht verfügen.

Flugzeugentwicklung (Selbstreferat)

Dr. E. Schatzki, Deutsche Luft Hansa

Die Entwicklung der Flugzeuge in den letzten Jahren hat erfreuliche Fortschritte gemacht. Bei Verkehrsflugzeugen wurden vor allen Dingen die Betriebseigenschaften, wie Kontrollierbarkeit, Wartbarkeit, Zugänglichkeit, Auswechselbarkeit und Verschleißfestigkeit verbessert. Dieser Fortschritt äußert sich sowohl in einer Verminderung der Betriebskosten und in einer Erhöhung der Sicherheit.

Wesentliche Arbeiten sind jedoch noch zu leisten auf dem Gebiete der Flugeigenschaften, vor allem in dem Bereich großer Auftriebsbeiwerte. Während die Eigenschaften im normalen Auftriebsbereich den Anforderungen hinsichtlich Steuerwirkung, Steuerkräfte und Stabilität den Ansprüchen schon sehr nahe gekommen sind, ist ein sicheres Fliegen in der Nähe des Auftriebsmaximums nicht immer gewährleistet. Erfolgreiche Ansätze im In- und Auslande lassen jedoch hoffen, daß dieses Ziel in absehbarer Zeit erreicht wird.

Das Triebwerk und vor allem die Motoren, geben heute immer noch am meisten Anlaß zu technischen Störungen. Es müssen deshalb die Bemühungen, hier eine Besserung zu schaffen, konzentriert und erweitert werden. Die Deutsche Luft Hansa hat es verstanden, die Beanstandungen durch Verwendung besserer Materialien und durch Einführung von Neuerungen im Verein mit den Lieferfirmen zu vermindern. Der kommende Winter wird dazu benutzt werden, weitere Verbesserungen anzubringen, und es sind namhafte Beträge für diese Zwecke freigemacht worden.

Das Blindfliegen (Referat des Protokollführers)

Flugkapitän Polte, Deutsche Luft Hansa

Flugkapitän Polte, ein erfahrener Blindflieger, geht von der Tatsache aus, daß im kommenden Winter an Stelle von Kursen bei Blindflugwetterlagen auf Strecke gegangen werden soll. Zur Verfügung steht eine G 31, teilnehmen sollen mehrere Flugzeugführer, mindestens ein Meteorologe und die Besatzung einer Peilstation. Er beleuchtet den Blindflug im allgemeinen und an Beispielen im besonderen. Das wesentliche dabei ist, daß die Durchführung eines Blindfluges in der Hauptsache von der Maschine und deren Instrumentation abhängt, vor allem aber davon, wie die Instrumente angebracht sind. Von den Instrumenten selbst ist der Wendeanzeiger das Wichtigste, der uns in die Lage setzt, den Kurs zu halten. Bei einem Blindstart muß man berücksichtigen, ob der Platz groß genug ist, in erster Linie aber das Nachhinken der Instrumente beachten. Ein Blindflug kann nur dann vom Sicherheitsstandpunkt aus verantwortet werden, wenn am Landeplatz mindestens 200 m Wolkenhöhe vorhanden sind. Polte geht dann kurz auf die Wetterberatung ein, die ihm gerade beim Blindflug besonders unentbehrlich ist. Am Schluß seiner interessanten Ausführungen gibt er noch einige wertvolle Beobachtungstatsachen über Vereisung bekannt.

Sonderaufgaben der Luftfahrtmeßtechnik

(Referat des Protokollführers)

Dr. Koppe, Technische Hochschule Charlottenburg

Der Vortregende schildert an Hand von Lichtbildern die verschiedenen Kompass und andere Bordinstrumente, von denen die Versuche mit eingebauter Selbststeuerung besonders instruktiv wirkten. Seine Ausführungen über die Zukunftspläne dürften bei gleichem Tempo der Entwicklung bald verwirklicht werden können.

Halten die heutigen Funkpeilmethoden jeder Kritik Stand ?

Dr. Paul Duckert, Observatorium Lindenberg.

Meine Herren! Es ist eine undankbare Aufgabe, Kritik üben zu wollen an einer Methode, die sich bereits so sehr zum Navigationshilfsmittel durchgesetzt hat, wie dies beim Funkpeilwesen der Fall ist. Die Funkpeilung hat schon in so vielen Fällen ihre Eignung erwiesen; wir alle kennen Fälle, in denen dieser Zweig der Navigation der Schifffahrt und Fliegerei sogar unschätzbare Dienste geleistet hat. Das hierdurch bedingte Gefühl des Sichverlassenkönnens auf die Peilapparaturen, das Gefühl der Sicherheit pflegt aber sehr häufig den Nachteil im Gefolge zu haben, daß die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Apparaturen, ja selbst des Verfahrens, nicht richtig erkannt werden, daß sie überschätzt werden. Ich möchte glauben, daß dies auch bei der Funkpeilung der Fall ist.

Alle heute benutzten Peilverfahren der See- und Luftschifffahrt beruhen auf der allgemeinen Anwendung der für ideale Zustände gewonnenen Erkenntnis, daß im Strahlungsfeld eines ungerichteten Senders längs einer beliebig auszuwählenden Fortpflanzungsrichtung ein elektromagnetisches Feld fortschreitet. Bei

Annahme

Annahme einer normal polarisierten Welle müssen hierbei von einer bestimmten Mindestentfernung vom Sender an die Richtungen der Fortpflanzung, der elektrischen und magnetischen Kraftlinien miteinander rechte Winkel einschließen; und zwar stehen die elektrischen Kraftlinien auf der als ideal leitend angenommenen Erdoberfläche senkrecht. Damit ist die Möglichkeit der Peilung durch Bestimmung der Richtung der magnetischen Kraftlinien durch den Rahmenpeiler gegeben. Der Peilrahmen sollte also unter diesen Umständen, wenn er genau senkrecht zur Richtung Sender-Empfänger, auf den Großkreis gemessen, ein absolutes Empfangsminimum aufweisen. Von der Breite und Schärfe dieses Streifens des Verschwindens der Empfangszeichen hängt in erster Linie der Genauigkeitsgrad der Peilung ab. Um dies gleich hier hervorzuheben, kann das Minimum so schmal und so scharf ausgeprägt sein, daß die Richtung der magnetischen Kraftlinien bis auf $0,2^\circ$ exakt festgelegt werden kann.

Leider liegt nun der soeben besprochene ideale Schulfall nie vor. Es treten immer Fehlweisungen auf, die also bewirken, daß die gepeilte Richtung mit der wahren Großkreisrichtung nicht übereinstimmen. Worauf beruhen diese Fehler, kann man sie eliminieren oder kann man wenigstens ihr Vorhandensein bei Ausführung der Peilung erkennen? Das sind die Fragen, die uns hier in diesem Kreise interessieren.

Diese Fehlweisungen, die also Störungen der normalen Wellenausbreitung zur Grundlage haben müssen, können beruhen: auf fehlerhaftem Aufbau der Peilapparatur selbst, auf das Vorhandensein von Rückstrahlungsfeldern, also von durch Resonanzerscheinungen elektrisch mitschwingender Leitermassen in der Umgebung des Peilers, auf Änderungen und Unregelmäßigkeiten der Untergrundbeschaffenheit des Erdbodens und dadurch bedingte Erdungsverhältnisse von Sender, Peiler und Rückstrahlern, auf Interferenzen von Oberflächen- und Raumwellen und endlich auf Reflektions-, Refraktions- und Beugungerscheinungen der elektromagnetischen Wellen in der Atmosphäre. Auch die Art des Sender- und Sendeantennen-aufbaus ist durchaus nicht gleichgültig.

Nun, die Technik ist heute soweit fortgeschritten, daß Störungen, die aus dem Aufbau der Peiler- und Sendeapparaturen heraus bedingt sind, bei richtiger Bedienung als überwunden angesehen werden können. Wie steht es nun mit den anderen Fehlermöglichkeiten? Hier versucht man sich rein empirisch zu helfen! Ein kleiner transportabler Sender wird in einigen km Entfernung um den Peiler auf exakt bekanntem Kurs herumgeführt und durch Rechnung sein wahres geographisches Azimuth sowie durch Peilung sein Peilazimuth bestimmt. Die Differenz beider Azimuthe bezeichnet man als Funkbeschickung, die man für die verschiedenen Peilwellen und Azimuthe tabulieren kann. Hat man dann später eine Peilung durchgeführt, so addiert man die betreffende Funkbeschickung und hat damit die gesuchte Großkreispeilung oder hat sie nicht! Und das ist nun der springende Punkt. Durch die Aufnahme der Funkbeschickung auf die oben beschriebene Art hat man natürlich alle zeitlich konstanten Störungen erfaßt, wobei ich annehmen darf, daß durch hinreichend häufige Kontrolle man sich von der Konstanz dieser Werte überzeugt hat, um ganz sicher zu sein, daß nicht etwa zeitlich unkontrollierbar veränderliche Fehlweisungen zur Grundlage der Beschickungen gemacht werden. Die größte Mehrzahl der Fehlerquellen ist mit diesem Erfahren natürlich erfaßt worden, und es ist ein Optimum der Versuchsbedingungen geschaffen worden, das sich in der Praxis ausgezeichnet bewährt hat. Man könnte nur noch das eine daran bessern, daß man die Funkbeschickungen auch für die verschiedenen Entfernungen aufnimmt, um die zweifellos vorhandene Abhängigkeit derselben von der Distanz Sender - Peiler Rechnung tragen zu können.

Nicht erfaßt sind bei dieser Arbeitsweise wie gesagt alle zeitlich veränderlichen Effekte, und hierher rechnen in erster Linie alle Einflüsse der Atmosphäre und des Wetters. Die unmittelbaren Ursachen der zeitlichen Schwankungen, die zum Teil recht kurze Perioden haben können, könnten in Änderungen des Polarisationszustandes der Wellen, in Interferenzeffekten, in Krümmungen

des Funkstrahls gegen die Horizontale und vielem anderen zu suchen sein. Auch am Sender selbst braucht die Polarisierung der ausgestrahlten Welle durchaus nicht normal zu sein, wie dies z. B. bei jedem Flugzeugsender mehr oder weniger der Fall ist.

Wie sich diese Effekte nun auf den Rahmenpeiler auswirken, ist das Ziel einer ganzen Reihe von theoretischen Untersuchungen gewesen, deren Gang ich im Rahmen dieses kurzen Vortrages nicht auseinandersetzen kann. Ich will aber die Ergebnisse kurz erwähnen. Die Fehlweisungen wirken sich in fast allen Fällen dadurch aus, daß durch das Zwischenmedium oder den Untergrund oder Ähnliches Strahlen verschiedener Richtung und Phase gleichzeitig auf den Rahmenpeiler wirken. Das wirksame Feld ist dann kein reines Wechselfeld mehr, sondern ein elliptisches Drehfeld. Das heißt, der Rahmenpeiler ohne Hilfsantenne würde an keiner Stelle mehr ein absolutes Minimum zeigen, wohl aber ein angedeutetes Minimum dann haben, wenn der Rahmen in die Richtung der großen Achse der Drehfeldellipse gedreht ist. Diese große Achse fällt aber durchaus nicht mit der wahren Richtung des magnetischen Vektors zusammen. Man hört nun viel die Ansicht, daß ein nicht absolutes Minimum oder eine gewisse Breite derselben auf das Vorhandensein einer Peilstörung Rückschlüsse zuließe. Das ist grundfalsch! Man kann zeigen, daß bei Vorhandensein eines elliptischen Drehfeldes an Stelle der der Peilmethode zugrundeliegenden Annahme eines reinen Wechselfeldes, sich sowohl falsche Richtungen als auch wahre Richtungen peilen lassen; und zwar können beide ein scharfes oder auch ein verwaschenes Minimum haben, das kommt ganz auf die Größe der Phasenverschiebung der beiden betrachteten Wellen an. Noch weniger kommt ein verwaschenes Minimum vor, wenn wir den Rahmenpeiler mit Hilfsantenne der Betrachtung zu Grunde legen. Man kann zeigen, daß diese Peilsysteme auch bei Vorhandensein von Drehfeldern mit ganz wenigen Ausnahmen absolutes Verschwinden des Empfangs in scharfer enger Begrenzung einzustellen gestattet, dessen Richtung aber weder mit der großen Achse der Drehfeldellipse noch mit der Richtung des magnetischen Vektors übereinstimmen braucht. Es ist aber nicht einmal nötig, zwei Wellen verschiedener Richtung und Phase anzunehmen, es genügt schon das Vorhandensein einer Welle in der Nähe einer Schicht, die die Wellenzüge mehr oder weniger vollkommen reflektieren. Durch die Phasenverschiebung der Einzelkomponenten kann es auch hier zu einem resultierenden Drehfeld kommen.

Diese Beispiele ließen sich noch beliebig erweitern, Sie sehen aber aus dieser kleinen Auswahl bereits, daß beim Rahmenpeilempfang den Fehlweisungen sehr viele Möglichkeiten offen stehen. Ob sie diese ausnutzen, ist eine Frage des Experimentes. Ich habe auf Grund dieser Überlegungen von 1925 - 1929 systematische Peilungen durchgeführt, bei denen ich mich der Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der Marineleitung und des Reichsverkehrsministeriums mit der damals noch dort befindlichen Zentralstelle für Flugsicherung erfreuen konnte. Das Ziel derselben war, festzustellen, wann besonders mit Fehlweisungen evtl. Peilschwankungen zu rechnen ist, und welche Größenordnung dieselben erreichen. Das Ergebnis all der in die Tausende gehenden Peilungen läßt sich dahin zusammenfassen, daß im allgemeinen die meteorologisch bedingten Fehlweisungsbeträge klein sind, ich will damit sagen, daß sie $\pm 1,25^\circ$ selten überschreiten. Bei Peilungen rein über See kann man die Fehlergrenze wohl noch reduzieren und sagen, daß unter normalen Verhältnissen die Peilungen auf etwa $\pm 0,75^\circ$ zuverlässig sind. Diese Zahlen sollen nicht etwa als zufällige Fehler gewertet werden, sondern enthalten bereits systematische Verfälschungen durch die atmosphärischen Verhältnisse. Der zufällige persönliche Fehler bei einer Peilung liegt bei geübten Beobachtern unterhalb $\pm 0,3^\circ$.

Diese Zahlen mögen Ihnen ein Bild über die zu erwartende Genauigkeit bei den Peilungen geben, sie sind als Mittel aus langen Reihen zu werten. Solange man keine höheren Anforderungen stellt, kann man sich im allgemeinen auf die Ergebnisse verlassen. Es gibt aber Wetterlagen, bei denen die systematischen Fehler die angegebenen Beträge weit überschreiten können. Ich habe in verschied-

denen

denen kleinen Mitteilungen die Aufmerksamkeit der interessierten Kreise auf diese Tatsache gelenkt und hierin auch die in krassen Fällen beobachteten Werte angegeben. Ich erinnere mich an einen Böendurchgang bei äußerst labiler Schichtung der Atmosphäre, bei der ein Auswandern des Minimums für einige 20 Sekunden um nahezu 85° eintrat. Kurzperiodische, das heißt einige Minuten andauernde Störungen der Peilrichtung um nahezu 10° sind hingegen bei Vorkommen von sehr labilen Aufgleitflächen und auch bei orographisch bedingten Störungen der Schichtung keine Seltenheiten. Ich betone ausdrücklich, daß es sich bei diesen Beobachtungen um Tagesmessungen handelt. Ich möchte den Flugwetterwarten nahelegen, bei solchen Wetterlagen, die aus dem aerologischen Material ja zu erfassen sind, die Flugleitungen und Piloten zu warnen, allzu großen Wert auf die erhaltenen einzelnen Peilungen zu legen, sondern mehrfach in größeren Zeitabständen Kontrollen vorzunehmen. Während sich bei der Peilung fester Sender diese Art der Störung am Wandern des Peilstrahles leicht feststellen läßt, kommt für die Fliegerei dieses Merkmal leider nicht in Frage. Die Bodenpeilstellen könnten bei solchen Wetterlagen höchstens angehalten werden, möglichst viel Kontrollpeilungen nach festen Sendern vorzunehmen, um daraus evtl. Schlüsse auf die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu erzielen.

Neben diesen kurzperiodischen Störungen gibt es aber auch noch solche von relativ langer Zeitdauer, die bei stabilem Aufgleiten gefunden wurden. Der Betrag der Fehlweisung bleibt hierbei im Mittel auf etwa $\pm 2 - 3^\circ$ beschränkt. Es sind dies aber immerhin Werte, mit deren möglichem Auftreten bei entsprechenden Wetterlagen gerechnet werden muß. Auch diese Wetterlage läßt sich aber durch die Flugwetterwarten diagnostizieren und man kann daher auf die Gefahr einer unkontrollierbaren Fehlweisung die maßgebenden Kreise aufmerksam machen.

Auf viele andere interessante Fälle kann ich aus Mangel an Zeit hier nicht eingehen, glaube aber alle praktisch für Sie in Frage kommenden Beispiele erfaßt zu haben. Nur kurz will ich noch auf die Frage Eigen- oder Fremdpeilung in diesem Zusammenhange eingehen.

Wir verfügen in Deutschland über ein gut ausgebautes Netz für die Durchführung von Fremdpeilungen von Luftfahrzeugen. Leider werden aber infolge der Sendeenergieverhältnisse immer nur zwei Bodenpeilstellen die Peilung des Flugzeuges übernehmen können. Damit ist zwar in den oben gegebenen Unsicherheitsgrenzen eine Ortsbestimmung gegeben, eine gewisse Sicherheit läßt sich aber doch erst durch drei Bodenpeilstellen gewinnen, besonders nachdem ich gezeigt habe, daß es in vielen Fällen unter Hinzuziehung meteorologischer Beratung durch ein einfaches Verfahren möglich ist, systematisch Fehlweisungen hierbei zu erkennen und zu eliminieren.

Besser daran ist aber auf alle Fälle das Flugzeug mit Sender und Eigenpeiler. Bei der Eigenpeilung spielen alle die genannten Störungen gar keine Rolle. Auf welchem Kurse das Flugzeug den Sender auf oder in der Nähe des Sendeplatzes aufliegt, ist ja ganz gleichgültig, selbst wenn es bei ganz krassen Fällen sich dem Flugplatz auf einer Spirale nähert, es wird immer die Möglichkeit haben, den Platz zu erreichen. Bei der Fremdpeilung hingegen können mehrere nacheinander mitgeteilte Standortangaben auf Grund gestörter Peilungen gegebenenfalls zur Verwirrung des Flugzeugführers führen.

Zu unser aller Glück ist die Zahl der krassen Fälle, die Anlaß zu Befürchtungen in der Anwendung der Peilmethode geben könnten, sehr gering, und sie lassen sich vor allem bei einigem Einspielen von Peilstelle und Flugwetterwarte in ihren Möglichkeiten erkennen. Es ist aber gut, bei weiterem Ausbau der Peilung in der Fliegerei auf die Tatsachen Rücksicht zu nehmen und noch mehr den Eigenpeiler in den Vordergrund zu stellen.

Die Zahlenangaben, die ich für normale Fälle gegeben habe, mögen aber dazu dienen, vor Experimenten zu warnen, die auf mit großem Optimismus angesetztem Vertrauen auf eine große Exaktheit der Funkpeilung, die diese besonders im Flugwesen nie wird erreichen können, beruhen.

*)
Fragen und Ziele der Flugsicherung (Referat des Protokollführers)

Dr. R. Benkendorff

Unter dem Begriff "Flugsicherung" faßt man heute den Flugfunk-, den Flugwetterdienst und die Befeuerung der Nachtflugstrecken zusammen.

Die Flugsicherung ist ein Hilfsdienst der Luftfahrt und wird als solcher leicht als etwas selbstverständliches oder sogar als notwendiges Übel hingenommen. Der Erfolg der Flugsicherung läßt sich nicht zahlenmäßig nachweisen, denn es läßt sich ja nie feststellen, wieviel Unfälle durch Benutzung der Einrichtungen vermieden worden sind.

Bei Eingehen des Vortragenden auf Einzelheiten wird zuerst der Flugfunkdienst erwähnt. Dieser hat drei Aufgabengebiete:

1. Übermittlung von Start-, Lande-, Betriebs- und Wettermeldungen
2. Verkehr mit den in der Luft befindlichen Flugzeugen
3. Peildienst

Es gibt heute auf 18 Flughäfen 23 Funksender und 24 Flughäfen sind durch ca 3500 km Kabelleitungen miteinander verbunden. Die Art der Abwicklung des Funkverkehrs ist in der "Internationalen Betriebsordnung für den Flugfernmeldedienst" niedergelegt.

Eine wichtige Stellung nimmt der Peildienst ein. In den europäischen Staaten findet das System der Fremdpeilung Anwendung.

Die Entwicklung der Bordfunkgeräte geschah in Deutschland - anders wie im Ausland -, nach der Seite der Funktelegraphengeräte hin. Das moderne Langwellen-Kleingerät hat bei 25 kg Gewicht eine Reichweite von 300 - 400 km. Die Ausbildung von Bordwarten zu Funkern erlaubt mit einer zweiköpfigen Besatzung auszukommen. Die Kurzwellen haben neben vielen Vorteilen den großen Nachteil, daß sie nicht peilbar sind. Die sogenannte Eigenpeilung ist noch im Versuchsstadium.

Der Flugwetterdienst hat in Deutschland 15 Flugwetterwarten. Er ist aufgebaut auf den Grundsatz der Vermittlung des zu erwartenden Streckenwetters vom Fachmeteorologen zum Flugzeugführer durch persönliche Beratung an Hand eines Wetterzettels.

Fünf Wetterflugstellen, in Berlin, Hamburg, Darmstadt, München und Königsberg sind ein weiterer Fortschritt in der Verbesserung flugmeteorologischer Erkenntnisse.

Um meteorologische Unterlagen für eine etwa kommende Ozeanluftfahrt zu haben, wurde das Seeflugreferat bei der Deutschen Seewarte eingerichtet. Auf 12 Forschungsfahrten, die nach allen Richtungen über den Ozean führten, sind regelmäßige Höhenwindmessungen bis zu 20 km Höhe und andere Untersuchungen vorgenommen worden.

Bei dem dritten Dienstzweig der Flugsicherung, der Befeuerung der Nachtflugstrecken, stehen wir noch am Anfang der Entwicklung. Der Grundsatz, daß der Führer auch bei schlechtesten Sicht erdgebunden fliegen müsse, führte zur Herstellung einer engen geradlinigen Kette von starken Feuern in 26 - 30 km Entfernung und schwächeren in Abständen von 5 - 9 km. Der Gedanke stets mit Feuersicht zu fliegen, ist fallen gelassen worden wegen der Gefahr der Bodennähe. Dann genügen ja Abstände von 20 km ohne Zwischenfeuer. Die sinnngemäße Anwendung aller Sicherungsmittel heißt dann: Befeuerung bei guter Sicht, Blindflug und Funkpeilung bei schlechter Sicht, der Wetterdienst in beiden Fällen.

Alle Luftfahrtfeuer sollen gleiche Kennung haben, 2,8 Sek. Dunkelheit, 0,2 Sek. Blink. Eine besondere Kennung der einzelnen Feuer führt leicht zu Unsicherheiten.

Eine wichtige Nachtflugsicherung ist auch die Einrichtung von Hilfslandeplätzen an Nachtflugstrecken und ihre Kenntlichmachung. Diese Frage wird zur Zeit in Deutschland einheitlich geregelt.

*) siehe Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, Heft 24/1930.

Bemerkungen zur Frage der Förderung des Luftverkehrs durch die Meteorologie

Dr. K. Keil

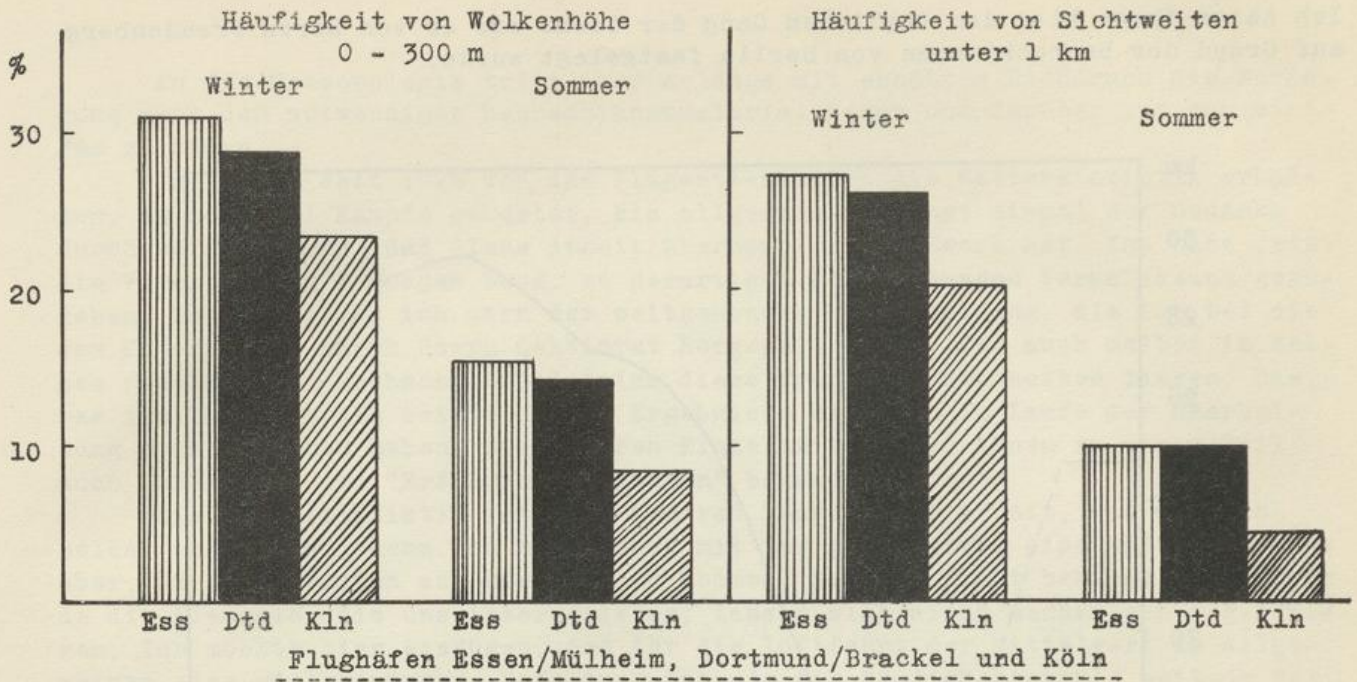
Überlegt man sich einmal ganz allgemein, welche Aufgaben die Meteorologie für den Luftverkehr zu erfüllen hat, so kann man zwei Gebiete unterscheiden: Eine beratende Tätigkeit für den täglichen Dienst, für den Luftverkehr als solchen und eine vorbereitende Tätigkeit für die Planung des Streckennetzes, für die Gesamtorganisation. Über die Aufgabe des Meteorologen als Berater brauche ich mich hier zunächst nicht weiter auszulassen, Sie stehen mitten in dieser Aufgabe und wissen, wie groß die Wertschätzung des einzelnen Flugzeugführers für die Wetterberatung ist, kennen auch die Unterschiede, die in der Wertschätzung von Fall zu Fall vorhanden sind, und wissen endlich, daß der Standpunkt, der früher einmal eingenommen worden ist, daß der Flugzeugführer allein sein Meteorologe sein müsse, in der Gesamtheit des Luftverkehrs heute nicht mehr zu finden ist, ebensowenig wie der andere Standpunkt, daß man ohne Meteorologie ebenso sicher fliegen könne, wie mit Wetterberatung.

Über die vorbereitende Tätigkeit der Meteorologie bei der Planung des Verkehrsnetzes möchte ich aber etwas eingehender sprechen, weil nämlich auf diesem Gebiet die Meteorologie bisher meist sehr wenig herangezogen worden ist und weil ich im Anschluß daran auf Aufgaben zurückkommen möchte, die wir neben der Beratung des Luftverkehrs uns heute als besondere Forschungsaufgaben stellen müssen.

Gehen wir zunächst einmal von dem Anfang jedes Luftverkehrs aus, nämlich von den Flughäfen. Als vor 10 oder 12 Jahren ein Luftverkehr entstand, waren daran 3 Dinge maßgebend beteiligt: Einmal das Verkehrsbedürfnis: zwischen einzelnen Städten war ein schneller Verkehr erwünscht (ich nenne aus dieser Anfangszeit nur die Strecke Berlin - Weimar). Der zweite Grund war der Wunsch der Kriegsflieger, sich in der lieb gewordenen Arbeit weiter zu betätigen, und endlich kam der Wunsch, vorhandene große Flugplätze zweckmäßig zu verwerten. Diese Plätze waren einmal Flughäfen aus der Kriegszeit, entstanden unter dem Gesichtspunkt militärischer Zweckmäßigkeit, deren kamen aber verhältnismäßig wenige in Betracht, weil sie ohne Rücksicht auf zivile Bedürfnisse gebaut waren, Dementsprechend waren bei ihrer Anlage während des Krieges auch meteorologische Gesichtspunkte nur in seltenen Fällen beobachtet worden. Neben diese ehemaligen Militärflugplätze trat dann die andere Art von Flughäfen, nämlich die, die aus dem Bedürfnis der Städte oder Kommunalverbände heraus entstanden, nur ja nicht den Anschluß an den internationalen Luftverkehr zu versäumen. Diese Plätze wurden aus diesem Grunde oft besonders reichlich mit Mitteln ausgestattet, um die Schwesterstadt in jeder Beziehung zu überflügeln. Für diese Zeit ist es bezeichnend, wie jeder Flughafen von dem zuständigen Ort als der beste und schönste, der Flughafen der Nachbarstadt aber als minderwertig hingestellt wurde. Interessanterweise wurde bei diesem Kampfe aber von der meteorologischen Eignung meist sehr wenig gesprochen, es war für jede Stadt selbstverständlich, daß die Nachbarin immer im Nebel steckte. Daß aber ganz beträchtliche Unterschiede in meteorologischer Beziehung zwischen nahe beieinander liegenden Flugplätzen bestehen, daß also die Beachtung meteorologischer Gesichtspunkte wertvoll sein kann, zeige ich Ihnen an Hand von einigen Figuren, nämlich

- 1.) die Häufigkeit sehr tiefer Wolken im Sommer und Winter und
- 2.) die Häufigkeit von Sicht unter 1 km im Sommer und Winter

und zwar jeweils von den drei benachbarten Flugplätzen Essen, Dortmund und Köln.



Die Figuren, in denen jeweils die Länge der Säulen der Häufigkeit der betreffenden Erscheinung proportional ist, sprechen für sich, ich brauche hier wohl nicht näher auf die Einzelheiten einzugehen.

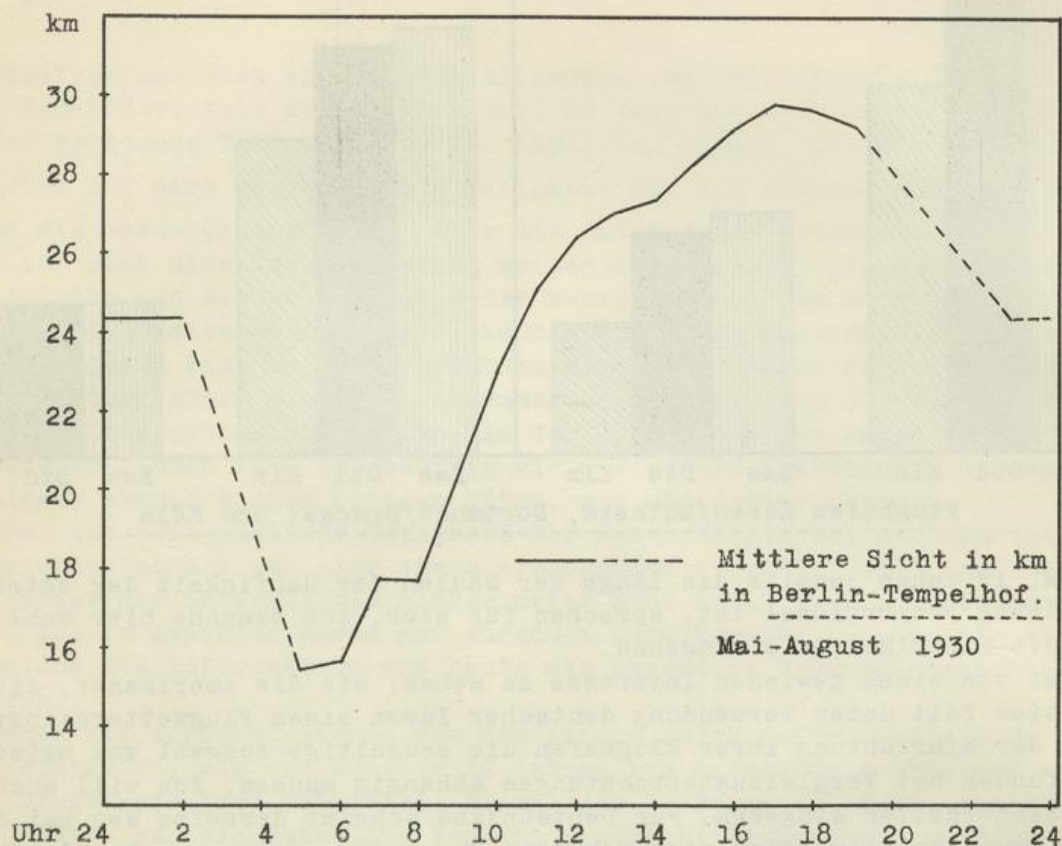
Es ist von einem gewissen Interesse zu sehen, wie die Amerikaner, die erst in der letzten Zeit unter Verwendung deutscher Ideen einen Flugwetterdienst ausbauen, bei der Einrichtung ihrer Flughäfen die endgültige Auswahl von meteorologischen Befunden bei Vergleichsbeobachtungen abhängig machen. Ich will auch hier nicht auf Einzelheiten eingehen, Für Deutschland scheint derselbe Weg bei der Anlage des Hauptzeppelinhafens eingeschlagen zu werden, genaueres ist darüber allerdings nicht bekannt. Nach Zeitungsnotizen sollen zweckmäßige Untersuchungen an verschiedenen Stellen aber bereits seit längerer Zeit gemacht werden.

Kommen wir zur Durchführung des Fluges selbst! Ich möchte dabei als Beispiel an Nachtflüge denken. Es erscheint meteorologisch zweckmäßig, dieselben in der nebelärmsten Zeit zu machen, Die nebelärmste Zeit ist die erste Hälfte der Nacht, nicht die Zeit auf den Sonnenaufgang zu. Sieht man daraufhin die Flugpläne der Nachtstrecke Berlin - Königsberg an, so erhält man das folgende Bild:

	1926	1928		1929		1930	
		Sommer	Herbst	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst
ab Berlin	0200	2300	0045	2300	2300	2300	2300
an Danzig	0515	0230	0405				
ab Danzig	0535	0245	0425				
an Königsberg	0650	0345	0530	0345	0345	0230	0230
ab Königsberg	0730	0430	0630	0430	0530	0400	0500

Aus der Praxis ergibt sich also bereits das Bestreben, möglichst frühzeitig mit dem Flug zu beginnen: Meteorologisch besteht nun gerade auf diesem Gebiet eine gewisse Lücke, weil Beobachtungen über den täglichen Gang der Sicht oder des Nebels, d. h. also die Häufigkeit des Auftretens von Nebel zu den verschiedenen Tagesstunden von Landstationen kaum existieren. Erfahrungstatsache ist, daß der Nebel um Sonnenaufgang öfter eintritt als um Mittag und gegen Abend. Zahlenmäßige Angaben über den Verlauf in der Nacht fehlen aber leider bisher fast vollkommen. Für den Verlauf der Sicht während der Tagesstunden hat Herr Malsch in den "Beiträgen zur Flugklimatologie Südwestdeutschlands" Anhaltspunkte gegeben, indem er den täglichen Gang der Sicht für Karlsruhe wiedergab. Ich habe in letzter Zeit eine Untersuchung über die Änderung der Nebelhäufigkeit bei Nacht veranlaßt, die für den Luftverkehr, wie ich glaube, sehr interessante Ergebnisse liefert.

Ich zeige Ihnen hier den täglichen Gang der Sicht wie er von Herrn Freudenberg auf Grund der Beobachtungen von Berlin festgelegt wurde.



Es ergibt sich für die Monate Mai bis August ein ziemlich gleichartiges Aussehen der Kurven, die die Mittelwerte der Sicht aus den Häufigkeitszahlen berechnet unter Einsatz bestimmter Sichtweiten für jede Sichtstufe, also nicht durch algebraische Addition der Sichtstufenzahlen sich ergeben. Der gleiche Verlauf der Kurven ermöglicht es, sie in einer einzigen Kurve zusammenzufassen. Den Grund für den gleichen Verlauf möchte ich in der ungefähr gleichen Sonnenaufgangszeit in diesen Monaten suchen. Beachtenswert erscheinen mir in der Kurve zwei Knickstellen etwa um 7 und um 13 Uhr: Fabrikbeginn und Mittagskochen.

Nach den oben bereits erwähnten amerikanischen Feststellungen gehört ein Flughafen dorthin, wo die geringste Wolkenbedeckung und bei Seeflughäfen der schwächste Seegang eintritt. Es steht zu hoffen, daß diese oder ähnliche Gesichtspunkte auch für den deutschen Luftverkehr einmal maßgebend werden, selbst wenn dabei die Wünsche einzelner Städte und regionaler Gesellschaften zurücktreten müssen.

Mit diesen Hinweisen möchte ich zunächst nur darauf aufmerksam machen, daß statistische Feststellungen von Wert sein können, sie werden solange von Bedeutung bleiben, als der sichere Luftverkehr durch Wolken, durch Nebel, durch starken Wind usw. beeinflußt wird, solange z. B. die Landung im Nebel noch Schwierigkeiten bereitet. Mag man den Flugweg auch durch die Wolken oder durch die Stratosphäre wählen, eine Landung in Wolken, d. h. im Nebel wird man wohl noch lange Zeit vermeiden.

Wenn aber einmal der Luftverkehr unabhängig von Wolken und Nebel wird, dann werden wirtschaftliche Gründe der Ausnutzung des Windes erhöhte Bedeutung beimessen. Dazu müssen wir auch Beobachtungen über dieses Witterungselement sammeln und verarbeiten. Der Meteorologe wird daher meiner Ansicht nach wie vor für den Luftverkehr unentbehrlich bleiben.

An die Meteorologie tritt aber solange mit erhöhtem Nachdruck die Forderung nach dem notwendigen Beobachtungsmaterial heran und darüber ist nun einiges zu sagen.

Wir haben seit 1926 von den Flugwetterwarten die Wetterstatistik erhalten, es hat viel Kämpfe gekostet, bis allgemein zunächst einmal der Gedanke durchgedrungen war, daß diese Arbeit überhaupt einen Zweck hat. Ich habe jetzt die Verarbeitung begonnen bzw. zu derartigen Bearbeitungen Veranlassung gegeben. Dabei gedenke ich gern der weitgehenden Unterstützung, die ich bei diesem Unternehmen durch Herrn Geheimrat Hergesell hatte, der auch selbst in seinem regelmäßigen Hochschul-Kolloquium diese Frage hat bearbeiten lassen. Das, was ich Ihnen vorhin zeigte, waren Ergebnisse die sich im Laufe der Bearbeitung u. a. ergeben haben. Die näheren Einzelheiten sind Ihnen zu einem Teil auch bereits in den "Erfahrungsberichten" bekannt geworden.

Die Wetterstatistik ist eine äußerst langweilige Arbeit, das weiß ich selbst sehr genau, denn ich habe genug mit ihr gearbeitet; eine andere Methode aber, um Normalwerten auf die Spur zu kommen, ist uns nicht bekannt, denn gerade die Elemente, die uns interessieren, lassen sich nicht mechanisch registrieren. Ich möchte hier einfügen, daß für die Luftfahrt der Mittelwert im allgemeinen eine viel geringere Bedeutung hat als die Häufigkeitszahl, weil ja der Mittelwert durchaus nicht der häufigste Wert sein braucht. Mit aus diesem Grunde kann die Klimatologie, wie sie an den Landesinstituten betrieben wird und wie sie ihren stärksten Ausdruck vielleicht in dem wunderbaren Klimaatlas gefunden hat, uns zwar wertvolle Fingerzeige liefern, in diesem Sinne wird ja der Klimaatlas oft und viel von den Flugwetterwarten benutzt, aber von alledem, was uns als Flugmeteorologen besonders interessiert, weiß die Klimatologie beinahe nichts: nämlich von Nebel, Sicht, Wolken. Das sind Elemente, denen man wegen der Ungenauigkeit ihrer Erfassung in früherer Zeit gern aus dem Wege gegangen ist. Gerade für diese Elemente haben wir aber das brennendste Interesse. Wir mußten daher in unserer Wetterstatistik ganz von vorn anfangen und können jetzt sagen, daß wir mit den Beobachtungen der Flugwetterwarten wenigstens das grundlegende Netz gewonnen haben. Aber es schält sich bereits das eine heraus: Wir werden das Netz der Stationen unserer Wetterstatistik erweitern müssen, denn allzu viele Einzelheiten gehen uns heute aus der Struktur des deutschen Flugklimas verloren. Mittel und Wege zu suchen, darin weiterzukommen, wird eine wichtige Aufgabe der nächsten Zeit sein, wobei wir vor allen Dingen eine Erleichterung für die Beobachtungsstellen, vielleicht auch eine Vereinfachung für die Verarbeitung suchen müssen. Wahrscheinlich wird dieser Weg über die Lochkarte führen, in Einzelheiten darüber möchte ich mich aber hier nicht einlassen, weil es sich dabei um technisch-organisatorische Dinge handelt. Wir dürfen mit der Durchführung der gründlichen Organisation der Wetterstatistik nicht zu lange zögern, denn jeden Tag gehen uns jetzt Beobachtungen verloren, die wir später vermissen werden: Leider verlangt eine Statistik ja mehrjähriges Material, und wir sollten uns vor Augen halten, daß der wirtschaftliche Luftverkehr unsere Hilfe sehr bald brauchen kann und wir mit unserem Material sehr wohl wichtige Förderer sein können.

Die Verarbeitung des statistischen Materials hat, wie ich bereits erwähnte, in den letzten Monaten begonnen. Dabei sind eine große Zahl von weiteren Fragen aufgetaucht, auf die hier näher einzugehen, zu weit führen würde. Die Ergebnisse werden im einzelnen in den Erfahrungsberichten niedergelegt werden. Die Wetterstatistik wird man zweckmäßig zentral durchführen, weil dadurch Erleichterungen durch technische Hilfsmittel möglich sind, die andernfalls wegfallen müßten.

Aber darüber hinaus besteht etwas anderes, dessen Bearbeitung je länger je mehr dringend wird: das lebendige Wetter im Einzelfall in seinem Zusammenhang mit dem Gelände dem Baumbestand, der Bewässerung usw. Das zu erfassen wird Sache der Bezirksflugwetterwarten sein, denn nur an Ort und Stelle sind

alle die Einzelheiten zu übersehen, die bei der Bearbeitung beachtet werden müssen. Auch diese örtlichen Überwachungsstellen für das Flugwetter eben die Flugwetterwarten werden ihr Augenmerk in allererster Linie auf diejenigen Elemente richten müssen, die für den Luftverkehr von Bedeutung sind: Wolken, Wind und Sicht. Anfänge auf diesem Gebiet liegen vor, ich erinnere hier nur an die Erfahrungsberichte von Böblingen, Breslau, Arbeiten von Seilkopf und viele andere.

Ich bin beinahe fest davon überzeugt, daß man mir an dieser Stelle entgegengehalten wird, alle diese Einzelheiten des Wetters in den Bezirken der Flugwetterwarten wären längst bekannt, denn auf diese stütze sich unsere heutige Flugberatung. Das ist richtig, es ist sicher, daß bei den Flugwetterwarten heute eine Unmenge von Erfahrungsmaterial liegt, nur daß es dem Dritten gegenüber Privatbesitz ist. Wenn ein anderer die gleichen Erfahrungen veröffentlicht, wird auf die frühere Feststellung der gleichen Tatsache da und dort hingewiesen. Ich habe gelegentlich der Besprechung des Werks des französischen Flugmeteorologen Baldit "Météorologie du Relief Aerrestre" bereits darauf aufmerksam gemacht, daß Baldit uns Flugmeteorologen viele bekannte Tatsachen bringt, deren einziger Fehler der ist, daß sie von uns Deutschen nie veröffentlicht worden sind. Wir sind heute in der Flugmeteorologie darauf angewiesen, die Entdeckungen der letzten 5 Jahre jedes Jahr von neuem zu machen, jeder junge Meteorologe, der in unseren Kreis eintritt, muß von vorn anfangen. Wir treiben in dieser Beziehung recht unrationelle Wirtschaft mit unserem geistigen Gut. Der Grund liegt klar zu Tage, es ist die Belastung mit laufendem Dienst bis zur Grenze des überhaupt tragbaren. Mittel und Wege, hier eine Wandlung zu schaffen, werden gefunden werden müssen, damit gerade den älteren Flugmeteorologen vor allem in der stillen Zeit, soweit es so etwas überhaupt gibt, die Möglichkeit zu einer wissenschaftlichen Verarbeitung ihrer Erfahrungen geboten wird. Wenn diese Zusammenfassung der speziellen Erfahrungen des einzelnen erfolgt, wird einmal die Ausbildung unserer jungen Meteorologen erheblich erleichtert, wird aber zugleich für die Meteorologie als Wissenschaft ein, meiner Ansicht nach ganz bedeutender Fortschritt erzielt. Man kann ruhig sagen, daß die Erfassung des Mikrowetters wegen des ihnen zur Verfügung stehenden Materials Sache der Flugwetterwarten ist und sein wird. Tatsächlich bauen sich auch die Untersuchungen anderer über die Feinstruktur des Wetters mehr und mehr auf diesen Beobachtungen auf. Auch der Öffentliche Wetterdienst verwendete ja mit Vorliebe die flugmeteorologischen Beobachtungen für seine Zwecke, soweit es sich um die Erfahrung der örtlichen Besonderheiten handelte. Wenn aber derartige Fortschritte für die Meteorologie als Wissenschaft erzielt werden, dann wird damit auch von den Flugmeteorologen eine gewisse Geringschätzung genommen, die ihnen heute trotz der gegenteiligen Versicherungen, die hin und wieder laut werden, anhaftet, nämlich daß der Flugmeteorologe ein Meteorologe 2. Klasse sei. Das eine steht fest, in unserem Dienst wird von den Flugmeteorologen weit mehr an Verantwortung und umfangreichem Wissen und Können verlangt als von anderen Meteorologen und auf seinem Gebiet ist der Flugmeteorologe ebensogut zu Hause als der andere auf dem seinen. Während aber der Meteorologe an einem Institut in Ruhe seine Arbeiten veröffentlichen kann, ist von den Kenntnissen des Flugmeteorologen bisher sehr wenig sichtbar und greifbar geworden. Das ist der Grund zu der falschen Einschätzung der Flugmeteorologie. Ob es leichter ist, Sicht und Wolken vorherzusagen oder Luftdruck und Temperatur, das ist eine Frage, die Sie sehr leicht beantworten werden. Flugberatung ist 1911 zwar eine Windberatung gewesen, heute ist sie das (wenn man sich auf den Bequemlichkeitsstandpunkt stellen wollte, könnte man sagen: "leider") nicht mehr. Ich glaube aber, hier in diesem Kreise sind wir uns darüber einig, daß wir als Praktiker diesen Bequemlichkeitsstandpunkt nicht einnehmen dürfen und als Wissenschaftler nicht einnehmen wollen.

Bemerkungen zur Frage der Förderung der Meteorologie durch den Luftverkehr

Dr. H. Seilkopf

Vor wenigen Wochen hat sich einer der leitenden Herren eines der größten deutschen Luftverkehrsunternehmen mir gegenüber dahingehend geäußert, daß die Organisation des Flugwetterdienstes in den letzten Jahren zweifellos bedeutend verbessert worden sei, daß dagegen in der Wettervorhersage selbst leider keine Fortschritte festzustellen seien. Wenn man bedenkt, welche ganz anderen Grundlagen für die Diagnose und kurzfristige Prognose der Flugwetterdienst durch sein dichtes, dreistündig meldendes synoptisches Netz, durch die regelmäßigen Aufstiege der 5 Wetterflugstellen heutzutage gegenüber dem Stande von 1920 und 1921 hat, dann könnte der gekennzeichnete Stillstand beinahe als Rückschritt gedeutet werden. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß der Luftverkehr jetzt immer höhere Forderungen an die Genauigkeit der Prognose stellt. Wurde noch 1924 auf schwierigen Strecken kaum geflogen, wenn die Sicht 2000 m unterschritt, so wird heute schon gefragt, ob beispielsweise die Sicht am Landeplatz mit 800 m innerhalb der nächsten 3 Stunden nicht auf 500 m sinkt.

Wir alle wissen, wie außerordentlich schwer es ist, auf dem Gebiet der Wettervorhersage auch nur kleine Fortschritte zu erzielen. Das Problem der Wettervorhersage ist nicht ein Problem der Thermodynamik und Punktmechanik allein, sondern ebenso der Aerodynamik und Kolloidphysik. Und die Frage, ob es wenigstens im Prinzip gelingen wird, künftiges Wetter zu berechnen, ist vielleicht weniger vom derzeitigen Stande unseres physikalischen Wissens aus, als von der erkenntnistheoretischen Seite her im verneinenden oder bejahenden Sinne zu beantworten.

Was verlangt der Luftverkehr vom Wetterdienst ?

Zweierlei: Zunächst die Kenntnis des räumlichen Stromfeldes der Luft und seiner zeitlichen Änderungen. Mit wachsender Streckenlänge gewinnt die Kenntnis des Stromfeldes steigende Bedeutung, da die Verlängerung oder Verkürzung der Flugzeit durch Gegen- oder Mitwind der Streckenlänge verhältig ist. Für Langstreckenflüge, die an die Grenze der Reichweite eines Flugzeuges herangehen, ist die Berücksichtigung des Stromfeldes lebensnotwendig.

Und weiter will der Luftverkehr die Kenntnis der Schlechtwettergebiete im Raum und ihrer zeitlichen Änderungen vermittelt erhalten, wobei unter "Schlechtwetter" die Witterungszustände verstanden werden, die Start und Landung, Ortung und Gleichgewichtshaltung erschweren oder verhindern.

Die prognostische Behandlung beider Fragen zerfällt in zwei Teilprobleme: Erstens: Auf Grund der Beziehungen von Temperaturfeld, Druckfeld und Stromfeld deren voraussichtliche Änderungen abzuleiten, wobei die Luftmassenanalyse wesentliches Hilfsmittel ist. Es ist dies das Problem der synoptischen Meteorologie überhaupt.

Zweitens: aber gilt es, die örtlichen Beeinflussungen der Luftkörper durch das wechselnde Bodenrelief und durch andere Einflüsse des Untergrundes zu erfassen. Dieses zweite Teilproblem ist nun sehr wesentlich ein Problem der Flugmeteorologie. Träger des Schlechtwetters sind im ungestörten Felde die Grenzflächen verschieden temperierter Luftmassen, im Druckfelde die Tiefdruckgebiete und Tiefausläufer, im Stromfelde die Konvergenzlinien, bei manchen Nebelwetterlagen auch Divergenzlinien. Wechselndes Bodenrelief, wechselnde Bodenreibung verändern jedoch die genannten Unstetigkeiten des räumlichen Strömungs-, Temperatur- und Druckfeldes und bedingen neue Unstetigkeiten. Die begleitenden Schlechtwettergebiete werden daher ebenfalls örtlich deformiert oder örtlich neu ausgebildet.

Das Gebirge häufig durch Schlechtwetter, durch aufliegende Wolkendecken

und

und Regengebiete blockiert sind, daß hohe Gebirgszüge markante Wetterscheiden bilden, das wußte man allerdings auch schon vor Erschaffung des Luftverkehrs. Daß aber Hügellgebiete in Küstennähe mit 50 bis 70 m "Gipfelhöhe" bereits ein anderes Wetter haben können als umgebendes Flachland, daß Wolkenhöhe, Sicht und Böigkeit über einer Großstadt wesentlich ungünstiger sein können als in geringem Abstände von deren Peripherie, das haben uns erst und immer wieder die Verkehrsflüge gelehrt, und zwar oft eindringlich genug!

In dankenswerter Weise haben Führer und Navigatoren auf regelmäßigen Verkehrsflügen wie auf Verkehrserkundungsflügen im Laufe der Jahre wertvolles Beobachtungsmaterial geliefert. Dankbar ist hier vor allem großer Luftverkehrsunternehmen wie der Deutschen Luft Hansa und des Luftschiffbaues Zeppelin zu gedenken, die Meteorologen durch Teilnahme an Flügen und Fahrten Gelegenheit zu eingehenden meteorologischen Streckenbeobachtungen gegeben haben. Der Flugwetterdienst hat die Gelegenheit zum unmittelbaren persönlichen Erlebnis des Wetters in der Luft stets hoch eingeschätzt und die Beobachtungen aus der Luft als wertvolle Bereicherung des meteorologischen Wissens gewertet. In der allgemeinen Meteorologie scheint jedoch der Wert von Augenbeobachtungen auf Streckenflügen vielfach noch umstritten zu sein. Es wird da zum Beispiel eingeworfen, daß die Mehrzahl der Flüge in allzu geringer Höhe über dem Boden stattfände, so daß ihre Beobachtungen nichts wesentlich über die Stationsbeobachtungen Hinausgehendes brächten. Aber selbst wenn diese Horizontalschnitte der Streckenflüge nur in einer Höhe von einigen Hundert Metern über dem Erdboden gezogen werden, so mindert dies ihren Wert für die Meteorologie nicht, führen sie doch auf diese Weise durch die vom Untergrunde stark beeinflusste Brandungszone des Luftmeeres hindurch. Sie gestatten daher ganz besonders, die örtlichen Beeinflussungen von Wind und Wetter zu beobachten, dabei die freilich ganz anders gearteten, wesentlich intensiveren Beobachtungen auf den Höhenaufstiegen der Wetterflugstellen ergänzend. So haben Erfahrungen und Beobachtungen auf Streckenflügen wertvolle Bausteine zur orographischen Meteorologie¹⁾ geliefert.

Man kann die auf Streckenflügen eingebrachten Beobachtungen in zweierlei Richtung auswerten:

- 1.) als Einzelfälle nach der physikalisch meteorologischen Seite hin und
- 2.) zu Mittel- und Häufigkeitswerten zusammengefaßt nach der klimatologisch-geographischen Seite hin.

Beide Wege können im Rahmen dieses Vortrages bei der Fülle der Vorträge auf unserer Tagung freilich nur ganz kurz skizziert werden; soll es sich doch nur um "Bemerkungen zur Frage der Förderung der Meteorologie durch den Luftverkehr" handeln.

Beschreiten wir zunächst den ersten Weg! Die für den Luftverkehr in vielen Fällen so ausschlaggebende Sichtverschlechterung ist letzten Endes auf Kondensation des Wasserdampfes zurückzuführen. Örtlich kann eine solche eintreten durch Vermehrung der Kondensationskerne, Zunahme der spezifischen Feuchtigkeit oder Abkühlung der Luft. Die auf den Streckenflügen beobachteten örtlichen Wetterverschlechterungen lassen sich zwanglos danach genetisch einteilen.

Werden Kondensationskerne in großen Mengen in die Luft geworfen, so lagern sich daran leicht die Molekel des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, so daß Dunst, bei stark zunehmender Kondensation Nebel entsteht. In Kulturländern sind es namentlich Industriegebiete und Großstädte, deren Verbrennungsgase und Abgase - besonders scheinen nitrose Gase in Frage zu kommen - in hervorragendem Maße Kondensationskerne liefern. Verhindert nun eine Temperaturschicht als Sperrschicht den vertikalen Luftaustausch, wie besonders in den Nächten und am Morgen, so findet unter ihr eine starke Dunstanreicherung statt.

statt. Liegt die Inversion in sehr geringer Höhe, etwa in 100 m, so kann die Konzentration der Dunsteilchen in den untersten Schichten sehr groß werden. In solchen Fällen sind im trockenen Dunst schon Sichtweiten von nur wenigen Hundert Metern beobachtet worden. Der Anblick der dichten, dunkelgrauen oder bräunlichgrauen Dunstmassen, aus denen hier und da vielleicht ein Kirchturm, ein höherer Schornstein hervorragt, ist aus der Höhe sehr eindrucksvoll; er mahnt durch weitgehende planmäßige Rauch- und Abgasebekämpfung den Folgen weiterer Industrialisierung vorzubeugen. Auf die verstärkte Nebelbildung wird später noch kurz hingewiesen werden. In wenig kultivierten, waldreichen Gebieten, wie in Sibirien und im nördlichen Nordamerika, sind die in Trockenzeiten dort wütenden gewaltigen Waldbrände Quellen der Kondensationskerne und damit der Dunstrübungen. Auf der Ostasienflugexpedition der Deutschen Luft Hansa konnten wir 1926 feststellen, daß infolge von Taiga- (Wald-) bränden ausgedehnte Dunstrübungen auftraten, die durchaus nicht das Gepräge von Rauch, d. h. von mechanischer Trübung der Luft durch unmittelbare Verbrennungsprodukte trugen, sondern sich in keiner Hinsicht von echtem Dunst unterschieden. Und auf der Weltfahrt des Luftschiffs "Graf Zeppelin" mußten wir am 16. August 1929 ein großes Gebiet dicken Dunstes durchfahren, das durch zahlreiche Taigabrände am Ostabhang vom Ural veranlaßt war. Zunächst war jede Sicht nach oben und unten genommen; noch in 200 km Entfernung von den Brandherden betrug die Sicht nur 2 km. Beim Anfahren war deutlich zu beobachten, daß der Dunst sich unterhalb einer Inversion in 1500 m Höhe ausbreitete.

Der thermische Aufbau der Hochdruckgebiete, deren begleitende Trockenzeiten eine Voraussetzung für das Entstehen größerer Waldbrände sind, schafft die Bedingungen dafür, daß sich Kerne und Dunstmassen in den untersten Schichten konzentriert halten können, da kräftige Inversionen den vertikalen Austausch unterbinden. In Steppengebieten wirken nach Flugberichten Steppenbrände ähnlich dunstbildend. Wenn man bedenkt, auf wie großen Teilen der Erde häufige und sehr ausgedehnte Wald- und Steppenbrände herrschen, gewinnt man den Eindruck, daß die bei diesen Bränden entstehenden Verbrennungsgase nach den vom Meere stammenden Salzkristallstäubchen eine weitere wesentliche Quelle von Kondensationskernen in den Luftmassen nichtpolarer Herkunft sein können.

Zur weiteren Möglichkeit örtlicher Wetterverschlechterung ist zu bemerken, daß örtliche Zunahme der spezifischen Feuchtigkeit der Luft zu sichtbehindernden Kondensationserscheinungen in den unteren Luftschichten führen kann. Am ehesten findet ein Transport von Wasserdampf vom Untergrund her in trockenere Luftmassen hinein statt, wenn Luftmassen verhältnismäßig langsam, aber mit großem Vertikalaustausch über sehr feuchten Untergrund ziehen. Mit dieser Aufnahme von Wasserdampf vom Boden her hängt das häufige Auftreten und die größere Intensität von Nebel und niedrigen Wolken über Moor-, großen Wald- und Seengebieten, z. T. auch an den Küsten zusammen, wie es uns die Flugerrfahrten immer wieder zeigen.

Innerhalb eines Luftkörpers kann sodann örtlich dadurch Wetterverschlechterung gegenüber der Umgebung entstehen, daß Teile des Luftkörpers lokal abgekühlt werden und infolgedessen kondensieren. Die örtliche Abkühlung kann durch verstärkte Ausstrahlung wie über dunkelgrundigen Moorgebieten mit stärkerer Strahlungsnebelbildung zustandekommen. Häufiger ist sie aber auf erzwungene Hebung und adiabatische Abkühlung von Luftmassen zurückzuführen. Luftteilchen können zwangsläufig erstens dadurch gehoben werden, daß sie über ansteigendes Gelände strömen und zweitens dadurch, daß in den unteren Luftschichten die virtuelle Reibung stark zunimmt, wodurch dann über Gebieten größerer Reibung in der Zeiteinheit mehr Luft zuströmt als abfließt. Mit dem erzwungenen Aufsteigen erster Art sind die meteorologischen Erscheinungen des Hangwindes - im weiteren Sinne - und des Staus auf der Luvseite von größeren Bodenerhebungen verbunden, für die uns die Streckenflüge des Luftverkehrs zahl-

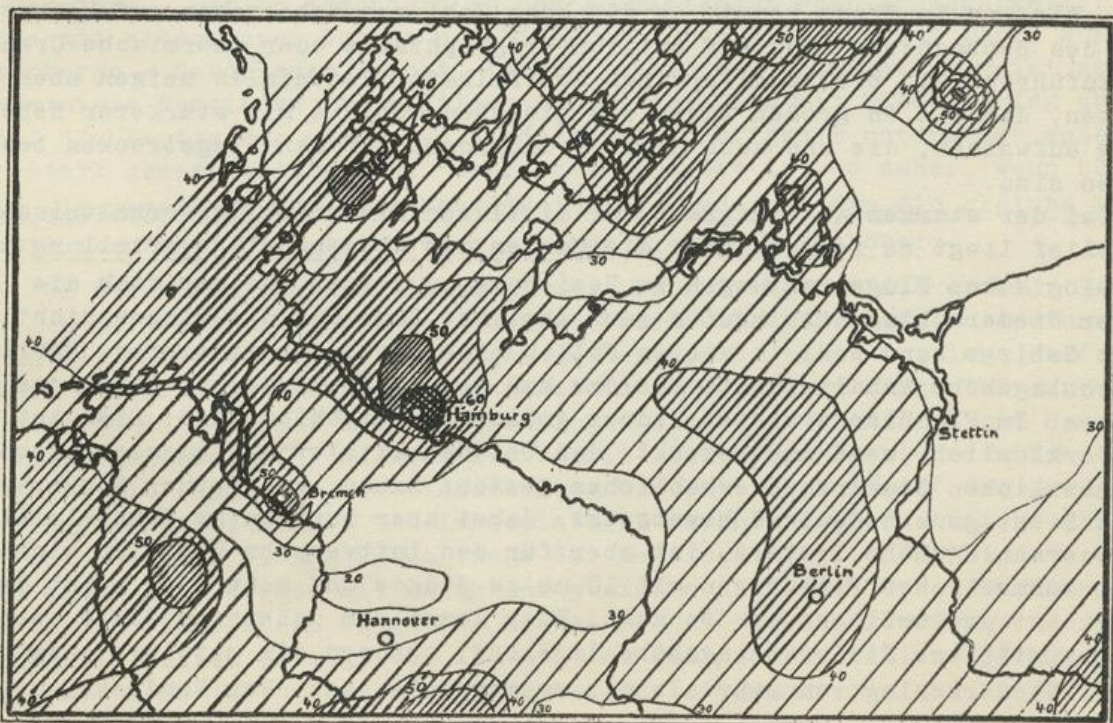
reiche Beobachtungen und Erfahrungen liefern. Nicht nur die Luvseiten von eigentlichen Gebirgen weisen auf diese Weise oft Wetterverschlechterung gegenüber der weiteren Umgebung auf, sondern namentlich auch die Übergangsgebiete vom Flachland zu Gebirgslandschaften zeigen oft luvseits Schlechtwetterstreifen. Am Nordrand der nordwestdeutschen Gebirge Harz-Deister-Weserberge reicht nach den Erfahrungen der Streckenflüge der luvseitige Schlechtwetterstreifen mit sehr niedrigen Wolken und Rieselregen oft 50 km weit bis zur Allerlinie. Auch die Hügelgelände der küstennahen Moränenlandschaften Norddeutschlands liegen bei entsprechender Wetterlage oft unter niedrigen Wolken und Nebel. In den ersten Zeiten der Flugberatung hat es da gelegentlich unliebsame Überraschungen gegeben, wenn im Flachlande die Wolkendecken 150, 200, 300 m hoch lagen, über den Hügelgeländen mit 100 m Erhebung aber die Wolken bereits bis zum Boden reichten. An der Flugstrecke Hamburg - Westerland hat sich das nur 50 bis 70 m hohe Hügelgebiet bei Itzehoe, das sich steil aus der feuchten Marsch erhebt, häufig durch Nebel und niedrige Wolken bemerkbar gemacht. Neben der reinen Hangwirkung spielt hierbei aber auch schon die Wirkung vermehrter Reibung über dem rasch wechselnden Relief und der Bewaldung der Hügelgelände eine Rolle: Es bildet sich eine Brandungszone mit adiabatischer Temperaturabnahme aus, in der bei der hohen Feuchtigkeit schon in geringer Höhe Kondensation des Wasserdampfes eintritt. Die Brandungszone tritt beim Fliegen auch durch verstärkte Böigkeit wirkungsvoll in Erscheinung. Bei einzelnen Hügeln kann man gelegentlich in Lee eine schmale Zone verwirbelter Luft im Sinne der Kármán'schen Wirbelstraße feststellen. Bei allgemein starkem vertikalen Temperaturgefälle macht sich auf der Luvseite der Hügelgelände verstärktes Aufsteigen der Luft bemerkbar. Bei Austauschwetter stehen über den Hügelgebieten gelegentlich Cumulo-Nimben, während über der Ebene flachere Schönwettercumuli liegen. Bei noch stärkerer Konvektion gehen auf den Luvseiten der Hügelgelände oft stärkere Schauer als in der Umgebung nieder.

Die Wirkung des Reibungsaufwindes schafft über der rauhen Fläche von Großstädten - namentlich, wenn ihr Profil aus einer Ebene geringer Reibung herauswächst, - eine Brandungszone mit sehr niedrigen Kondensationserscheinungen. Fracto-Stratus- und Fracto-Nimbuswolken - gelegentlich bis 50 m herab -, die Kirchtürme und höhere Schornsteine einhüllen, können dann für das Überfliegen sehr unangenehm werden, während außerhalb der Peripherie bei einer höheren Wolkengrenze ganz ordentliches Flugwetter herrscht. Daß über großen Waldgebieten in ähnlicher Weise die Strömung in den untersten Schichten verwirbelt wird und so ebenfalls an einer Senkung des Kondensationsniveaus gegenüber der freien Umgebung beteiligt ist, wäre hier nachzutragen. In größerem Maßstabe bewirken die Erscheinungen des Reibungsaufwindes bei auflandigen Winden an den Küsten örtliche Wetterverschlechterung. Besonders wird die Wirkung dort verstärkt, wo sich Buchten oder Flußmündungen entgegengesetzt der Windrichtung weit landein erstrecken. Bei westlichen bis nördlichen Winden tritt dies an unseren Küsten besonders an den weiten, sich allmählich verengenden Mündungstrichtern von Niederelbe und Unterweser in Erscheinung: Über deren Flächen strömen die Luftmassen noch mit geringer virtueller Reibung inmitten der stärker reibenden flankierenden Ufergebiete weiter. Abnehmende Strombreite, Verengung des Flußstals und schließlich auch noch die Reibungsfläche der Großstädte Hamburg und Bremen bewirken eine starke Bremsung der Luftmassen. Stauwetter mit niedrigen Wolken und Rieselregen, dem bekannten Hamburger "Schmutz"-Regen ist häufig die Folge. Freilich ist zu berücksichtigen, daß auch das thermische Verhalten von Festland und See da hineinspielt, indem auch häufig warme, feuchte Seeluft auf kalte Festlandluft strömt und lokale Aufgleitfronten mit Aufgleitregen erzeugt. Zuweilen ist auf Flügen auch beobachtet worden, daß das Elbetal mit schwereren Schauern besetzt war als die Umgebung, wobei aber die Wirkung der flankierenden Höhenzüge zu berücksichtigen ist.

Zu der physikalisch-meteorologischen Auswertung der Beobachtungen und Erfahrungen auf den Streckenflügen muß die Auswertung nach der klimatologisch geographischen Seite 2) treten. Den ersten Versuch in dieser Richtung hat Stöbe 1926 veröffentlicht 3). Auf Grund seiner Erfahrungen hat Stöbe allerdings mehr gefühlsmäßig eine "Wetterbehinderungskarte" des Flugverkehrs für Süddeutschland gezeichnet. Auf der Karte sind 4 Intensitätsstufen der Flugbehinderung durch das Wetter enthalten: Sehr stark, stark, mäßig und gering. Schwarzwald, Schwäbischer und Fränkischer Jura, Bayrischer Wald, Frankenstein, das sächsische Hochland und die Gebirge nördlich vom unteren Main heben sich auf dieser Karte markant heraus. Um zu zahlenmäßigen Unterlagen für die Flugbehinderung durch das Wetter zu kommen, habe ich in den Jahren 1921 bis 1926 versucht, die Angaben über Notlandungen in Nordwestdeutschland zu verwerten. Der Versuch ist nicht geglückt. Vielfach liegen die Notlandeplätze gar nicht im Gebiete schlechten Flugwetters, sondern außerhalb. Die Flugzeugführer haben dann im Schlechtwetter kehrngemacht und sind in Gebieten hinreichender Sicht zwischengelandet. Angaben über die Umkehrpunkte ließen sich aber nicht mit ausreichender Genauigkeit erlangen. Als das nächstliegende auf diesem Wege erscheint es, vorhandene klimatologische Beobachtungsreihen mit den einkommenden Flugerfahrungen zu vergleichen.

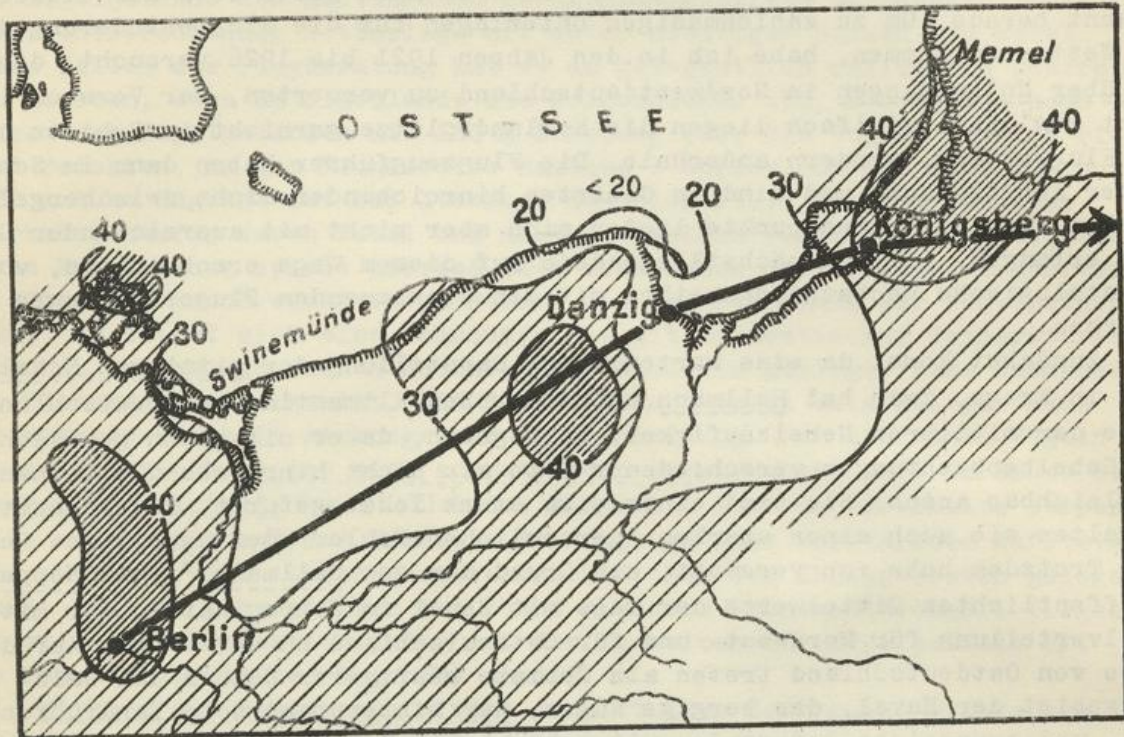
Zunächst kommt da eine kartenmäßige Darstellung der mittleren Nebelverteilung in Frage. Zwar hat Hellmann seinem großen Klimaatlas von Deutschland keine Karte der mittleren Nebelhäufigkeit beigegeben, da er mit einem gewissen Recht die Nebelbeobachtungen verschiedener Orte als nicht hinreichend miteinander vergleichbar ansah. Sie sind einerseits stark lokal gefarbt, andererseits aber enthalten sie auch einen starken "persönlichen Fehler" der jeweiligen Beobachter. Trotzdem habe ich versucht, auf Grund der von Hellmann 5) und Köppen 6) veröffentlichten Mittelwerte der Tage mit Nebel im Jahre, Karten der mittleren Nebelverteilung für Nordwest- und für Ostdeutschland zu entwerfen. Auf der Karte von Ostdeutschland treten als Gebiete häufigeren Nebels das Wald- und Seengebiet der Havel, das bergige Rügen, der hinterpommersche Landrücken, das wald- und seenreiche Ostpreußen mit mehr als 40 Nebeltagen im Jahre hervor.

Figur 1



In Nordwestdeutschland und dem südlichen Skandinavien weisen das Nordseegebiet mit den Flußmündungen, das Mooregebiet von Ems und Hunte, der Nordrand der Mittelgebirgslandschaften, die Hügellgebiete auf den dänischen Inseln und an der Südküste von Schweden, sowie Rügen und Bornholm größere Nebelhäufigkeit auf.

Figur 2



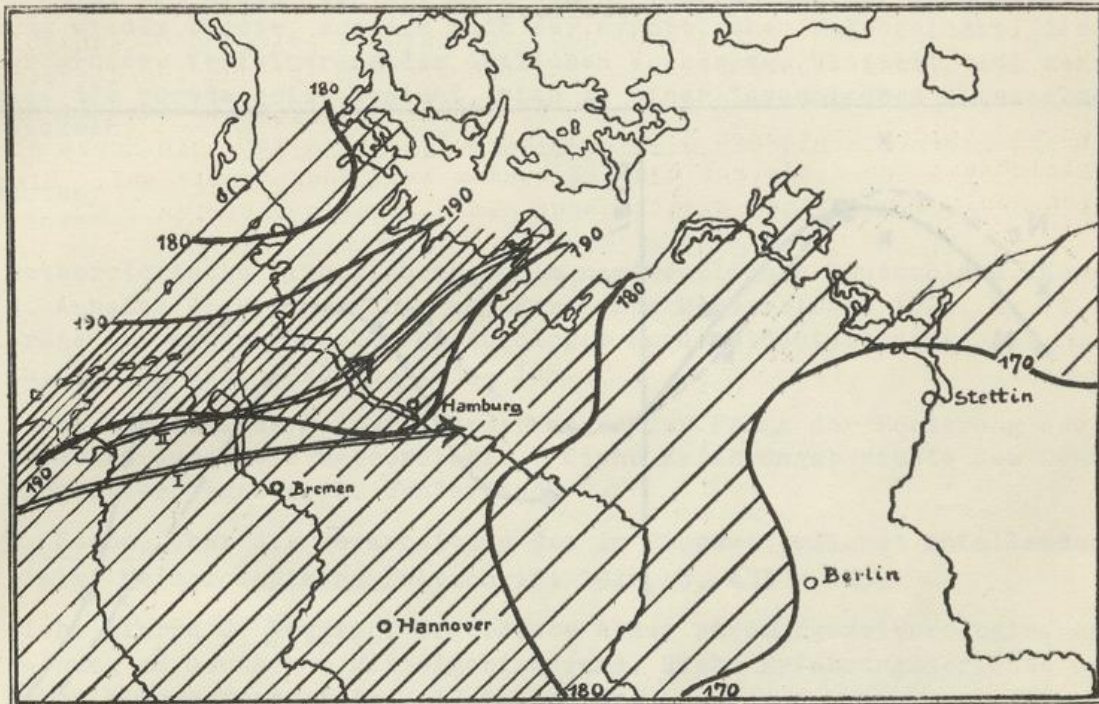
An den Mündungen von Elbe und Weser bewirken die Großstädte Hamburg und Bremen als Quellen von Rauch und damit Kondensationskernen eine weitere Vermehrung der Nebelhäufigkeit. Ob in Flensburg mit seinen mehr als 50 Nebeltagen die gleiche Wirkung in Frage kommt, ob die hohe Zahl von Nebeltagen auf Überschätzungen des Beobachters oder auf örtlich orographische oder thermische Ursachen zurückzuführen ist, bleibt allerdings zweifelhaft. Jedenfalls zeigen aber beide Karten, daß sie in großen Zügen die gleichen Gebiete mit stärkerer Nebelbedeckung aufweisen, die uns auch durch Erfahrungen auf den Flugstrecken bekannt geworden sind.

Bei der starken Abhängigkeit der mittleren Niederschlagsverhältnisse vom Bodenrelief liegt es ferner nahe, die Karten der Niederschlagsverteilung zu den meteorologischen Flugenerfahrungen in Beziehung zu setzen. Weisen doch die Linien gleicher Niederschlagshöhe häufig ganz ähnliche Züge wie die Höhenschichtlinien auf. Im Gebirge kann wohl in vielen Fällen eine Karte der mittleren jährlichen Niederschlagshöhe Anhaltspunkte für das Maß der Flugbehinderung durch das Wetter geben. Im Flachlande treten jedoch größere Unterschiede auf. Dies ist auch leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß bei den mittleren Niederschlagshöhen die sommerlichen Starkregen erhebliches Gewicht haben. Ein feiner Sprühregen, der die Sicht ganz bedeutend herabsetzt, dabei aber nur wenige Zehntelmillimeter Niederschlagshöhe liefert, ist aber für den Luftverkehr ungleich wichtig, als ein sommerlicher Platzregen mit 10 mm je Stunde und mehr, der meist örtlich begrenzt ist und umflogen werden kann. Eher kommt man daher zum Ziele, wenn man nicht die mittlere Niederschlagshöhe im Jahre, sondern die mittlere Anzahl der Tage mit Niederschlag von mehr als 0,1 mm zugrunde legt. Für Nordwestdeutsch-

land

land zeigt die Hellmanns Klimaatlas entnommene Karte der mittleren jährlichen Niederschlagstage einen Streifen sehr häufigen Niederschlags mit mehr als 190 Tagen parallel der südlichen Nordseeküste, was durchaus mit den Flugereignissen übereinstimmt.

Figur 3



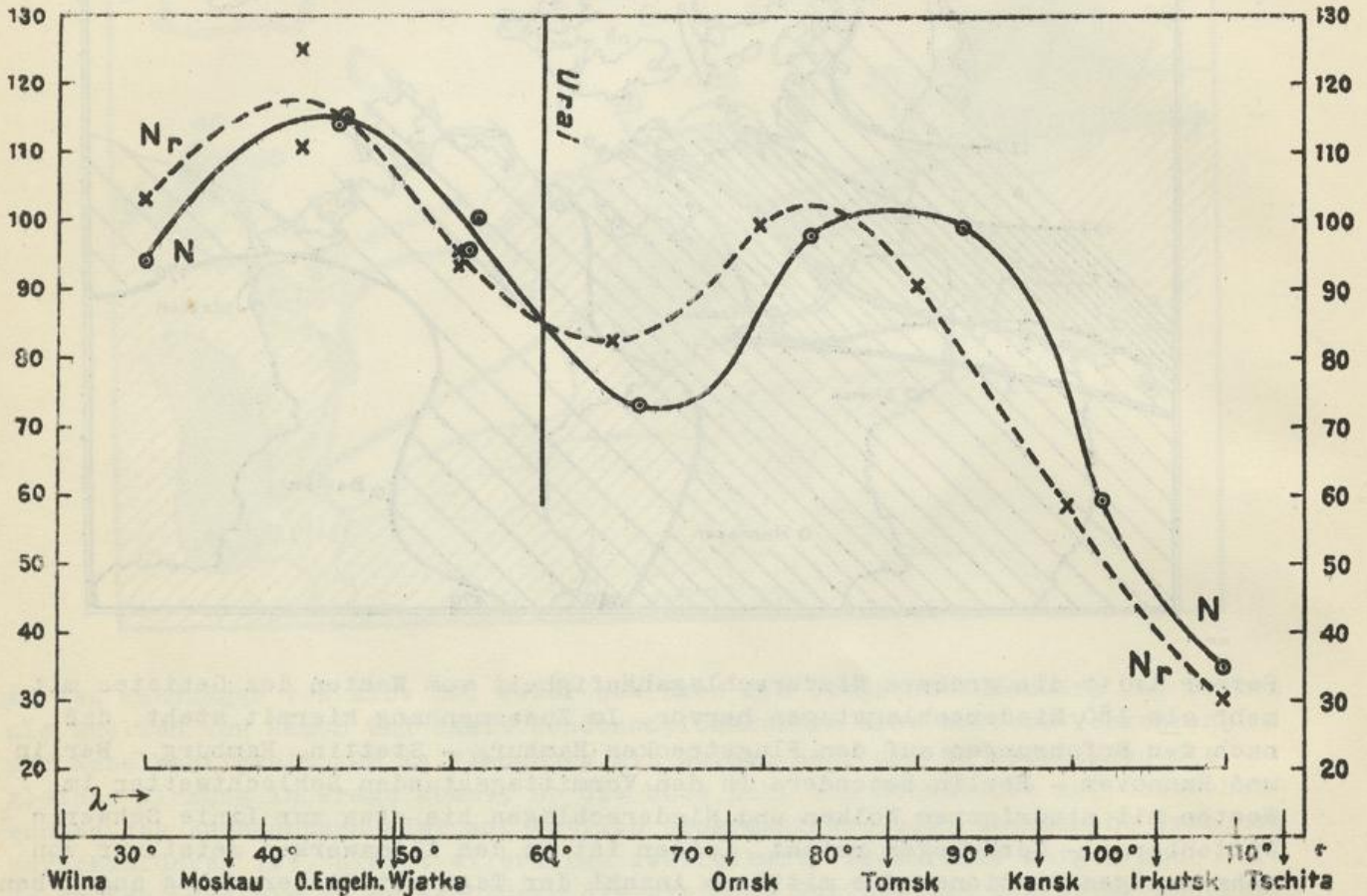
Ferner tritt die größere Niederschlagshäufigkeit vom Westen des Gebietes mit mehr als 180 Niederschlagstagen hervor. Im Zusammenhang hiermit steht, daß nach den Erfahrungen auf den Flugstrecken Hamburg - Stettin, Hamburg - Berlin und Hannover - Berlin besonders in den Vormittagsstunden Schlechtwetter im Westen mit niedrigeren Wolken und Niederschlägen bis etwa zur Linie Schwerin - Wittenberge - Gardedelegen reicht. Leider ist in den Klimawerken meist nur von sehr wenigen Stationen die mittlere Anzahl der Tage mit Niederschlag angegeben, so daß die Karten der mittleren Niederschlagshäufigkeit naturgemäß außerordentlich stark generalisiert sind. Sehr wünschenswert ist es daher, wenn bei künftigen Klimabearbeitungen der Häufigkeit der Niederschläge die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt wird, wie der mittleren Niederschlagshöhe.

Um für einen größeren Luftweg einen Überblick über die etwaige Behinderung des Luftverkehrs durch ausgedehnte Niederschlagsgebiete zu gewinnen, habe ich an der Ostasienstrecke ⁷⁾ folgenden Weg beschritten: Örtliche Niederschlagsgebiete mit erheblicher Wetterverschlechterung können umflogen werden; kleinere Niederschlagsgebiete können durchflogen werden. Wesentlich zur Beurteilung der Flugmöglichkeit bei Schlechtwetter mit sichtverschlechterndem Niederschlag ist daher die Frage, ob mit Niederschlag nur örtlich oder auf dem größten Teil der Flugetappe mit Start- und Landeplatz zu rechnen ist. Zur Untersuchung dieser Frage sind in diesem Falle längs der russisch-sibirischen Strecke Stationspaare ausgewählt worden mit annähernd gleichem Abstände, deren Entfernung voneinander der ungefähren Flugweite neuzeitlicher Verkehrsflugzeuge entspricht. Im Mittel beträgt der Abstand von Station zu Station 732 km. Da für diesen Zweck am Luftwege von der russischen Westgrenze bis zur russisch-chine-

sischen

sischen Grenze nur verhältnismäßig wenig Stationen zur Verfügung stehen, läßt es sich allerdings nicht vermeiden, daß die Abstände zwischen 630 und 830 km schwanken. Auf Grund zehnjähriger Beobachtungsreihen ist nun für die einzelnen Stationspaare der Gesamtstrecke diejenige Anzahl von Tagen ausgezählt worden, an denen auf beiden Stationen Niederschlag aufgetreten ist. Die Kurve dieser Tage "gleichzeitigen Niederschlags" (N) weist zwei Höchstwerte auf: Einen im mittleren Rußland und einen zweiten über dem mittleren Sibirien.

Figur 4



Diese hohen Werte im mittleren Rußland und in Sibirien erklären sich aus dem häufigen, einheitlichen und ungehinderten Zustrom polarer Luftmassen zu vertikal wenig gegliederten Landschaften. Deutlich tritt der Einfluß vom Uralgebirge hervor. Der Ural erweist sich demnach als bedeutungsvolle Wetterscheide, wie er auch auf dem Ostasienflug der Luft Hansa 1926 und auf den Sibirien-Flügen von Herrn v. Schröder 1928 im einzelnen in Erscheinung getreten ist. Die Abnahme gleichzeitiger Niederschläge nach Osten hängt mit dem örtlichen Auftreten von Niederschlägen in den ostsibirischen Gebirgslandschaften und mit dem sich bis dorthin bemerkbar machenden Einfluß des ostasiatischen Monsuns zusammen. Wir haben dort bereits ein ganz anderes Wind- und Regenregime, dessen Einfluß sich in einer deutlichen Abnahme der "gleichzeitigen Niederschlagstage" äußert. In der Karte ist sodann noch eine reduzierte Kurve N_r dargestellt, deren Werte nicht die Originalwerte gleichzeitiger Niederschlagstage, sondern die auf die mittlere Streckenlänge von 732 km reduzierten Werte enthalten. Es ist dabei angenommen, daß die Änderung der Zahl der Streckenlänge umgekehrt verhältig ist,

indem

indem zwei Stationen um so eher gleichzeitig Niederschlag haben, je näher sie einander liegen. Der Weg der Untersuchung der mittleren Verteilung gleichzeitiger Niederschlagstage hat sich demnach an dem Querschnitt durch Osteuropa und Asien als durchaus gangbar erwiesen und soweit die bisherigen Erfahrungen reichen Ubereinstimmung mit den Beobachtungen an der Flugstrecke ergeben.

Auf diese Weise kann die Flugmeteorologie versuchen, allgemeinere meteorologische Erkenntnisse zu schaffen. Die auf den Streckenflügen des Luftverkehrs einkommenden Beobachtungen und Erfahrungen kommen - systematisch durchgearbeitet und meteorologisch ausgewertet - nicht nur der eigentlichen Flugberatung wieder zugute, sondern auch der synoptischen Meteorologie, die auf eine immer größere Verfeinerung der örtlichen Vorhersage hinzielt, und der Klimatologie, die gerade jetzt beginnt, sich zu einer "dynamischen Klimatologie" zu entwickeln.

Fußnoten:

- 1) Meteorologische Flugerfahrungen im nordwestlichen Deutschland. Köppenheft d. Annalen d. Hydrographie und Maritimen Meteorologie 1926, S. 75 - 84 und Beiträge zur orographischen Meteorologie Nordwestdeutschlands. Ann. d. Hydr. u. Marit. Met. 1928, S. 113 - 125.
- 2) siehe hierzu auch K. Keil, Bemerkungen zur Frage der Förderung des Luftverkehrs durch die Meteorologie. Siehe Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes, 1. Sonderband
- 3) W. Stöbe, Über die Verarbeitung des im Flugwetterdienst anfallenden Materials. Meteorologische Zeitschrift 1926, S. 483 - 485.
- 4) siehe hierzu G. Baumann, Ergebnisse einer strömungsmeteorologischen Untersuchung am deutschen Mittelgebirgsrand, Siehe Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes, 1. Sonderband.
- 5) G. Hellmann, Der Nebel in Deutschland. Sitzungsbericht d. Preuß. Akad. d. Wissenschaften 1921, LII
- 6) W. Köppen, Land- und Seenebel. Ann. d. Hydr. u. Marit. Met. 1916, S. 250
- 7) Grundzüge der Flugmeteorologie des Luftwegs nach Ostasien. "Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte" 44. Bd., Nr. 3, S. 40 - 44.

Anwendung der Wetterflug-Ergebnisse.

von Kurt Wegener

Jeden Morgen startet mit Ausnahme der Feiertage in Königsberg, Hamburg, Berlin-Tempelhof, Darmstadt und München je ein Wetterflugzeug, soweit das Wetter überhaupt ein Fliegen ermöglicht. Die Gipfelhöhe des Fluges liegt heute bei 5000 - 6000 m. Was bringen uns nun diese Wetterflugzeuge? Wofür sind sie uns nötig?

Zunächst bringen sie uns eine Reihe von Beobachtungen, die unmittelbare örtliche Bedeutung haben.

Sie geben uns die Sicht in verschiedenen Höhen über dem Platz, teilen uns die Höhenlage der Wolkenbasis mit, und die Höhe, in der die Erde verschwindet, woraus wir einen Begriff bekommen von der Wasserdichte der Wolken, geben uns die Höhenlage der Wolkenoberfläche, melden uns nach Beobachtungen aus der Gipfelhöhe gelegentlich, cu - ni in einer Entfernung von mehreren 100 km, unterrichten

unterrichten uns gelegentlich über starke Stromversetzung, berichten uns die Böigkeitsgrade in den verschiedenen Flughöhen, und warnen vor der Vereisungsgefahr.

Betrachten wir uns nun diese örtlichen Ergebnisse genauer. Die Sicht gerade auf den größeren Flughäfen ist durch die Rauchfahne der Städte oft verfälscht.

Im Flugzeug erhält man ein allgemeineres Ergebnis, als wenn man nur die Sicht längs der Erdoberfläche meldet, auf die es dem Verkehrsflieger nur dann ankommt, wenn er gezwungen ist, dicht über der Erde zu fliegen.

Über Vereisungsgefahr unterrichtet nach Untersuchung von Herrn Noth bis zu gewissem Grade schon die Wetterkarte. Aber hier liefert das Wetterflugzeug wichtiges Material zur Weiterforschung.

Eine Erscheinung freilich kommt nur beim Wetterflug vor, und hängt mit der Schnelligkeit der Aufstiege und Abstiege zusammen. Taucht nämlich das Flugzeug, das sich in der Höhe bei Temperaturen von -20 oder -30° weit unter dem Gefrierpunkt abgekühlt hat, beim Abstieg in eine Wolkenschicht, deren Temperaturen über 0° liegen, so bildet sich schlagartig Eis am Flugzeug, und es ist gelegentlich beim Wetterflug vorgekommen, daß dieser Eisansatz zu einer beträchtlichen Gefahr wurde. Für den Verkehrsflieger kann diese Gefahr offenbar nur eintreten, wenn er aus großen Höhen, also z. B. bei einem Alpenfluge, sehr steil absteigt; für den gewöhnlichen Verkehrsflug aber sind Wolkendecken, die + Temperaturen haben, offenbar ohne Vereisungsgefahr. Eine andere Gefahr des Wetterfluges ist das Absplittern von Eis am Propeller, wodurch der Propeller seine Balance einbüßt, und den Motor aus der Maschine reißen kann; dieses Absplittern aber tritt in der Sonnenstrahlung nach Durchstoßen einer vereisenden Wolkendecke ein, und auch diese Situation dürfte bei einem Verkehrsflugzeug selten sein, während durch das Absplittern beim Hinabtauchen in wärmere Schichten Verkehrs- und Wetterflugzeuge, die vereist sind, in gleicher Weise gefährdet werden.

Über die Böigkeit unterrichtet das Flugzeug besser, als jedes andere Forschungsmittel. Allerdings ist es nicht imstande, die drei verschiedenen Ursachen der Böigkeit zu unterscheiden. Erst an Hand der Zustandskurve können wir die Böigkeit zergliedern. Reine hydrodynamische Turbulenz ist an adiabatische Temperaturgefälle gebunden. Bei stabiler Schichtung, insbesondere bei Inversionen, entwickeln sich Schwingungen oder Wogen, die ebenso wenig wie die Wogen der See, ganz regelmäßig sind, und daher als Böigkeit vom Flugzeug gemeldet werden. Die stärkste Böigkeit aber wird gemeldet, wenn überadiabatische Temperaturgefälle vorhanden sind, und ein einfacher Platzwechsel zwischen der Luft oben und unten stattfindet.

Am wichtigsten aber bleiben die Meldungen über Wolken. Gegenüber niedrigen Wolkendecken versagt die Erdbeobachtung systematisch, gegenüber hohen nur, wenn niedrige Wolken vorhanden sind. Wenn zwischen 300 und 500 m z. B. ein ausgedehntes Wolkenfeld gerade über dem Beobachter liegt, so meldet dieser "bedeckt", während der Flieger die Wolkendecke sich zergliedern sieht, in dem Maße, als er über sie gestiegen ist. Aus der Gipfelhöhe, 600 m, sieht der Flieger eine niedrige Wolkendecke bei 500 m ebenso selten als ununterbrochene Decke, wie der Erdbeobachter eine Wolkendecke in 5500 m Höhe. Erst bei genügendem Abstand von einer Wolkenfläche läßt sich ja der Bewölkungsgrad überhaupt angeben. Über den Zusammenhang der Bewölkung mit der Beschaffenheit der Erdoberfläche Mooren, Sümpfen, Seen, Fluren, trocknen und feuchten Boden wird man erst durch das Flugzeug Auskunft erhalten können. Wärme- und Frontgewitter werden vom Flugzeug schon viele Hunderte von Kilometern gesichtet.

Soviel über die Beobachtungen von unmittelbarer örtlicher Bedeutung. Ebenso wichtig sind die Beobachtungen von örtlicher prognostischer Bedeutung. Zunächst darf ich einige Daten, die sich schon aus den Drachenaufstiegen ergeben hatten, in Erinnerung zurückrufen. Auf der Vorderseite einer Depression

wird

wird in der Höhe eine Luftschicht beobachtet, die mit größter Geschwindigkeit fließt und sehr feucht ist: Es ist die aufsteigende Luft, die sich von der rechten Flanke der Depression her auf einer sehr flach ansteigenden Gleitfläche über kältere trockene Luft schiebt. Nähert sich die Depression, so tritt in dieser Schicht Kondensation auf, wir beobachten in ihr einen allmählich dichter werdenden ast-Schleier an dessen Basis ein charakteristischer Wind- und Feuchtigkeitssprung auftritt. Allgemein ist Windzunahme mit der Höhe das Anzeichen für die Vorderseite, Windabnahme das Anzeichen für die Rückseite einer Depression, wobei man von der allgemeinen Windzunahme in den untersten 500 m die von der Reibung an der Erde herrührt, absehen muß. Die Vorderseite ist dementsprechend durch langsames Temperaturgefälle mit der Höhe, die Rückseite durch starkes Temperaturgefälle charakterisiert, die Vorderseite also stabil geschichtet, mit laminar strömenden Schichten, die Rückseite labil, mit vertikalem Luftaustausch.

Dagegen stellte sich im Gegensatz zu den ersten Erwartungen heraus, daß die zahlreichen mehr oder weniger großen Inversionen keine erkennbare Bedeutung für die Prognose hatten. Sie zeigen nur den Übergang in eine im ganzen etwas wärmere Schicht in der Höhe an. Das Flugzeug meldet in der Übergangszone, die stets eine wogende Grenzfläche ist, Böigkeit, weil das Flugzeug, das im Steigen durch mehrere Wellentäler und Wellenberge jagt, bis es in die nicht wogende obere Schicht gelangt, die Stöße der Vertikalbewegungen in den Wogen als Böigkeit notiert. In allen Fällen, in denen in der freien Atmosphäre eine dünne Turbulenzschicht gemeldet wird, handelt es sich um Wogen, also um Schwingungen an der Grenze zweier stabiler, wogender Schichten, aber nicht um Turbulenz. Ebenso sind mehrere kleine Inversionen, die dicht übereinander gelegentlich gemeldet werden, in Wirklichkeit nur eine einzige Inversion, die eine wogende Grenzfläche bildet und durch die Horizontalbewegung des Flugzeugs oder Drachens scheinbar unterteilt wird. Am stärksten sind die Inversionen in größeren Höhen in dem Übergangsbereich zwischen Vorderseite und rechter Flanke einer Depression und die Bodeninversionen auf der Rückseite eines Hochdruckgebietes.

Auch die Erkenntnis der Superpositionen ist bereits mit den ersten Erfahrungen der wissenschaftlichen Luftfahrt gewonnen worden. Die flachen Randgebiete insbesondere sommerliche Regengebiete reichen bis etwa 2000 m, während wir darüber das Wind- und Wolkenregime der Hauptdepression finden, die meist bis etwa 5000 m reicht. Die Entwicklung und Fortbewegung von Tiefdruckgebieten und Randgebieten ist von der Dichte-Verteilung in der Umgebung und von der superponierten Mitbewegung in einer allgemeinen Strömung, also 2 Faktoren bedingt, während wir nach unseren bisherigen Kenntnissen für die Hochdruckgebiete im wesentlichen nur Trägheitskräfte als wirksam kennen.

Aber auch diese Beobachtungen sind örtlich verwendbar, können auch eine einzelne Flugstelle nützlich erscheinen lassen. Die Beobachtungen eines Netzes aber von 5 Flugstellen haben eine viel weitergehende Bedeutung, wenn sie synoptisch angestellt werden.

Aber eine Bedeutung hatten gerade die starken Inversionen: sie zeigten, wie wenig aus den Beobachtungen am Erdboden auf die freie Atmosphäre geschlossen werden kann. Alle größere Bewegung in der Atmosphäre, wenn wir vom vertikalen Luftaustausch absehen, rührt von horizontalen Dichteunterschieden her: Die potentiell wärmere Luft breitet sich über der potentiell kälteren aus, oder was dasselbe ist, die potentiell kältere lagert sich unter die potentiell wärmere. Finden wir übergelagert über dem geschilderten Ausgleich eine (superponierte) allgemeine Bewegung, die mit der Bewegung der wärmeren Luft zusammenfällt, so reden wir von Aufgleitflächen, während wir von Kaltlufteinbruch usw. reden, wenn die über den Ausgleich der Dichteunterschiede superponierte Bewegung ungefähr in derjenigen Richtung verläuft, in der sich die kalte Luft bewegt. Bei der Darstellung der Bjerknes'schen Schule wird diese Relativität der

Bewegung

Bewegung leicht vergessen.

Einfach und ungefähr gradlinig verläuft die Herstellung des Gleichgewichts nur bei flachen Randgebieten wo horizontale Dichtedifferenzen nur über kleine Entfernungen vorhanden sind. Bei Ausgleich über größere Flächen aber erreichen infolge der ablenkenden Kraft der Erdrotation die Luftmassen ihr Ziel nicht, und eine Aufeinanderfolge mehrerer Depressionen ist notwendig, um die horizontalen Dichte-Differenzen genügend zu verhindern. Ist z.B. ein starkes süd-nördliches horizontales Temperatur-(Dichte) Gefälle in den untersten 5000 m an der Atmosphäre vorhanden, so wird die warme Luft vom Süden sich in der Höhe nach Norden in Bewegung setzen, um sich über die kalte Luft zu lagern, aber nach Osten abgelenkt werden, und ihre Gleichgewichtslage nicht erreichen. Das gleiche ist bei der kalten Luft der Fall, die sich nach Süden in Bewegung setzt, um sich unter die warme Luft zu schieben, und hierbei nach Westen abgelenkt wird. Zwischen der warmen und kalten Luft, an der Stelle des stärksten horizontalen Temperatur-Gefälles, bildet sich also ein luftverdünnter Raum oder eine Depression. Die warme und kalte Luft beginnen um einen gemeinsamen Mittelpunkt zu rotieren, statt sich weiter übereinander zu lagern. Die Wirkung des horizontalen Dichte-Unterschieds ist durch Trägheitskräfte aufgehoben, bis die Trägheitskräfte durch Reibung erloschen sind. Auch diese Trägheitskräfte, ablenkende Kraft der Erddrehung und Centrifugalkraft, wird man bei dem vereinfachenden Bjerknes'schen Schema nicht außer Acht lassen dürfen.

Es ist nun klar, daß für die flachen Regen- und Randgebiete, die nur eine kleine Fläche überdecken, ein Netz von nur 5 Flugstellen nicht ausreicht, um mit Sicherheit das horizontale Dichtegefälle nach Richtung und Stärke überall zu vermitteln, und hiernach die Entstehung und das Erlöschen von flachen Regen- und Randgebieten, allein auf Grund der Flugzeug-Aufstiege, voraus berechnen zu können. Wohl aber kann man diese Vorausberechnung bei größeren Gebilden anstellen, die etwa die Fläche Deutschlands überdecken. So kann nur die synoptische Betrachtung der gewonnenen Zustandkurven ein exaktes wissenschaftliches Material für die Prognose schaffen, die ohne aerologische Material nicht dahin gelangt ist und auch nicht dahin gelangen wird, als ernsthafte Wissenschaft von ihren Schwesterwissenschaften angesehen zu werden. Die Flugzeugaufstiege erfolgen heute zu verschiedenen Zeiten. Die synoptische Betrachtung setzt Gleichzeitigkeit voraus. Ich schlage deshalb folgende Resolution vor:

Resolution

Die aerologischen Ergebnisse werden beträchtlich an Wert gewinnen:

- 1.) Wenn die Gipfelhöhe an allen Stellen gleichzeitig um 8 Uhr M.E.Z., zur Zeit der synoptischen Haupttermine, erfolgen wird.
- 2.) Wenn der Sammelfunkspruch der Ergebnisse bereits kurz nach 9 Uhr ausgestrahlt wird.

Auf Wunsch von Herrn Geheimrat Hergesell wird der Resolution als dritter Punkt angeschlossen, daß versuchsweise in Klartext der allgemeine aerologische Befund als Übersicht verbreitet werden soll, sobald das Material vorliegt; dieser Punkt entstammt einer früheren Anregung von Herrn Dr. Benkendorff und wird von der Versammlung mit den anderen Punkten angenommen.

Die späteren Verhandlungen im Reichsverkehrsministerium ergeben folgende Regelungen:

- 1.) Gipfelhöhe 8 Uhr M.E.Z.
- 2.) Sofortige Übermittlung der für den Flugverkehr unmittelbaren wichtigen Beobachtungen über Wolken, Sicht, Böigkeit, Vereisung an den örtlichen Flugwetterdienst, der diese Beobachtungen im regionalen Funkspruch ausstrahlt.

3.)

- 3.) Absendung der aerologischen Auswertung mit Wiedergabe der bereits mitgeteilten bis 9 Uhr.
- 4.) Aussendung des aerologischen Sammelfunkspruchs für den gesamten Wetterdienst auf Kurzwellen um 9 Uhr 30.
- 5.) Zur bisherigen Sendezeit 10 Uhr 20 Aussendung der Nachzügler.
- 6.) Etwa um 12 Uhr Aussendung der allgemeinen aerologischen Übersichten im Klartext.

Synoptische Flugwetterberatung

Dr. K. Schreiber

I. Einleitung

Ein schon seit langem und wenn vielleicht nicht von vielen gehegter Wunsch soll hier nochmals auf etwas breiterer Basis besprochen werden, die synoptische Beratung. Die deutsche Flugwetterberatung in der jetzigen Form geht bekanntlich auf das Jahr 1924 zurück. In der Gesamtheit und in dem Grundschema hat sich bis heute nichts geändert, da sich die gewählte Form des inneren Aufbaues recht erfolgreich und glücklich erwies. Aber in den Reihen der die Flugsicherung ausübenden Organe dürfte die Überzeugung immer mehr Platz greifen, daß wir von der streckenhaften Beratung, der Inhaltsangabe über Streckenmeldungen, zur synoptischen Beratung übergehen müssen, ein Wechsel, der sich bei dem einen oder anderen schon ganz automatisch vollzogen haben wird. Gewiss wird von verschiedenen Seiten der Einwand erhoben werden, daß wir hierzu noch nicht "reif" sind, wobei ich das Wort "reif" nur bildlich zu verstehen bitte. Die alten Frontologen, wenn ich so sagen darf, werden schon lange erkannt haben, daß die streckenhafte Beratung nur ein Übergangsstadium sein kann und daß der Ausbau der Wetterberatung zur Synopsis mit der Erweiterung des Beobachtungsnetzes steht und fällt. Hat die Praxis nicht ausnahmslos gelehrt, daß die Beurteilung der Wetterlage an Hand der Streckenmeldungen nur in wenigen Fällen entscheidend ist und daß nur das peinlich analysierte Wetterkartenbild eine eindeutige Lösung der Frage der Durchführungsmöglichkeit eines Fluges lieferte, wenn wir von besonders schwierigen Fällen absehen dürfen? Erfreulicherweise greift auch in den Reihen der Flugzeugführer die Überzeugung immer mehr Platz, daß den Streckenmeldungen kein allzu großes Gewicht beizumessen ist. Auch die Führer halten die Zeit für gekommen, die synoptische Beratung einzuführen.

II. Welche Grundlagen sind nun zur Einführung der Synopsis notwendig?

Soll eine einwandfreie Beratung gewährleistet sein, so erfordert dies in erster Linie eine Verdichtung des Beobachtungsnetzes. Dabei mache ich allerdings die stille Voraussetzung, daß die Analyse restlos auf frontenanalytischer Grundlage erfolgt und daß der beratende Meteorologe mit dieser Methode völlig vertraut ist. Darin liegt allerdings der Kernpunkt der gesamten Beratung überhaupt.

Ich habe nun auf Grund der Herbstsendepläne die Anzahl der pro Tag von den einzelnen Stationen abzugebenden Meldungen ausgezählt und alle die Orte zur Synopsis herausgegriffen, deren Beobachtungen die Zahl 4 erreicht oder übersteigt. In Figur 1 (siehe am Schluß) sind die bisher vertretenen synoptischen Stationen eingezeichnet, in Figur 2 (s. am Schluß) das Ergebnis der

Auszählung

Auszählung dargestellt. Darin bedeuten:

- alte synoptische Stationen
- Postämter
- X Flugwachen
- ⊙ noch zuerrichtende Stationen
- ⊖ Stationen, von denen eine wegfallen kann.

*) Die Durchführung dieses Programmes dürfte auf keine erheblichen technischen Schwierigkeiten stoßen, da es sich um Beobachtungsstellen handelt, die fast durchweg pro Tag 4 Meldungen, entsprechend den synoptischen Beobachtungszeiten 8, 11, 14 und 17 Uhr, abgeben. Es kommt nur auf eine Verschiebung und Vereinheitlichung der Beobachtungszeiten hinaus. Nur einzelne Stationen sind zur Ausfüllung von Lücken im Zusammenhang mit Polizeiflugwachen oder sonstigen dem Luftverkehr dienenden Einrichtungen zu schaffen.

Nach den Sommersendeplänen wäre die Karte sicher noch dichter ausgefallen. Bei dieser Zusammenstellung konnte allerdings in der Auswahl der Stationen auf Qualität der Beobachter kein Gewicht gelegt werden. Diese Säuberungsaktion ist Sache der einzelnen Flugwetterwarten. Ebenso sei hierbei auf die notwendige Kontrolle der einlaufenden Meldungen nochmals besonders hingewiesen. Die in Figur 2 gezeigte Verteilung kommt freilich der auf Grund der Vorschläge der einzelnen Wetterwarten entworfenen nicht nach, sie ist weniger dicht, dafür aber umso billiger. Für die Beobachtungstätigkeit selbst kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, wie schlecht zum Teil die Druckbeobachtungen in die allgemeine Isobarenlage passen. Bei der Feinheit, mit der wir in unserer 1 : 2,5 Mill.-Karte der Druckverteilung zuleibe gehen, bringen einen die miserablen Druckwerte, die sich leider immer wieder bei denselben Stationen einstellen, zuweilen zur Verzweiflung. Wieviel kann man schon aus einer gut gezeichneten Isobarenkarte entnehmen? Die Bitte um gütige Nach- und Umsicht in diesem Punkte dürfte wohl den Wunsch der meisten entsprechen.

Im Zusammenhang mit der Synopsis sollten auch die Höhenwindmessungen synoptischer verteilt sein. Bei der Aufteilung der 40 Pilotstationen, über die wir gerade jetzt verfügen, dürften örtliche und personelle Verhältnisse gegenüber dem unverkennbaren Wert der Synopsis völlig zurücktreten. Die Figuren 3 und 4 geben eine Zusammenstellung von Pilotstationen, die so ausgezählt ist, daß jeder Station täglich nur zwei Aufstiege zufallen, wenn auch hier die Zeiten 8, 11, 14 und 17 Uhr in Betracht gezogen werden. Bei dieser Maßnahme muß aber für die großen Stationen ein "Gegengewicht" geschaffen werden, so daß ohne wesentliche räumliche Unterschiede ein periodischer Wechsel eintreten kann, trotzdem muß aber die Gleichwertigkeit gewahrt bleiben. Auch dieses dürfte auf keine Schwierigkeiten stoßen.

Auf eine Unsitte, die nicht besonders glücklich ist, sei noch kurz hingewiesen, die Verschiedenheit der benutzten Höhenstufen. Es ist nicht klar ersichtlich, warum viele Stationen von einer alten internationalen Gepflogenheit abweichen. Die ganzen aerologischen Untersuchungen erstrecken sich doch durchweg auf die Höhenstufen 500, 1000 m usw. Der Fehler der Schichtenbildung erscheint früher oder später doch im Resultat.

Die nun im Jahre 1927 eingeführte Einheitssymbolik dürfte sich recht gut bewährt haben, so daß man hoffen kann, daß bis zur Durchführung der Synopsis aus den noch lebenden Saulusen Pauluse geworden sind. Plastischer als durch die Verwendung der Symbolik auf frontenanalytischer Grundlage kann das Bild der Wetterlage kaum dargestellt werden. Über die dabei verwendeten Wetterkartenunterdrucke sind wohl die Meinungen nicht mehr geteilt, wenn auch für Sonderuntersuchungen eine Verkleinerung der Karte auf etwa 1 : 3,75 Mill. sehr zu empfehlen ist.

*) und finanziellen

III. Sollen wir nun nach Einführung der Synopsis auf die Streckenmeldungen verzichten?

Vor nicht allzu langer Zeit äußerte ein alter erfahrener Flugzeugführer, man solle doch die irreführenden Streckenmeldungen endlich abschaffen und nur synoptische Stationen und Beratung einführen. Die Augenblicksbilder, die man durch die Streckenmeldungen bekommt, mindern zuweilen die Entschlußfähigkeit oder erhöhen die Lust zum Fliegen, wenn man die Entwicklungsgeschichte zu wenig oder garnicht berücksichtigt. Hierzu seien einige eklatante Beispiele aus der Praxis gezeigt. Nach der Inahlsangabe der Streckenmeldungen, mit anderen Worten, nach der streckenhaften Beratung müßte der Flug auf Kurs durchgeführt werden, die meteorologische Beratung entschied sich aus Wettergründen für Umwege oder beim Kursflug hat die Entwicklung das Gegenteil der streckenhaften Beratung gezeigt. Bei der Erläuterung der Beispiele kann ich mich aber nur auf das Notwendigste beschränken. Die Einzelheiten sind ja aus den Wetterkarten des betreffenden Tages zu entnehmen. (siehe Fig. 5 am Schluß).

1. Beispiel: Flug Fürth-Schkeuditz, 17. 9. 30.

(Fig. 5 und 6)

Die Wetterkarte von 8 Uhr zeigt eine Störungsfront parallel zum Rhein mit einem über 100 km tiefen Regengebiet. Die hohen Feuchtigkeiten der warmen Südwestluft, die im Flachland schon in 200-300 m Höhe die untere Kondensationsgrenze bewirken, lassen auf starke flugbehindernde Staugefahr schließen. Die Front selbst wandert mit ca. 35 km/St. im Mittel nach NO, wie die Höhenwinde und Bergbeobachtungen entnehmen lassen. Es wird also schon um 1100 Uhr der Thüringerwald stark abgedeckt sein, von W her aber langsame Besserung nachfolgen. Noch um 0930 Uhr melden die Streckenämter für den Start von 1040 Uhr sehr gutes Wetter. In Wirklichkeit aber mußte die Maschine von kurz vor Kulmbach bis Saalburg in 700 m Höhe blind fliegen, da die Wolken meist auflagen.

2. Beispiel: Halle/Leipzig - Köln, 15. 9. 30.

(Fig. 7 und 8)

Eine Regenfront liegt von Schleswig nach dem Ruhrgebiet. Auch hier führt die sehr feuchte Luft schon an geringen Hindernissen zu Stau, so daß die Höhenzüge z. T. für die Dauer der Störung verdeckt bleiben. Da außerdem mit zunehmender Tageszeit in den meisten Fällen eine Verstärkung der Frontmerkmale beobachtet wird, wird die Maschine nur für den Umweg Hannover - Osnabrück beraten. Auch in diesem Falle sind die Streckenmeldungen bis auf das letzte Viertel der Strecke gut und könnten verleiten, auf dem Kurs zu gehen. Die Maschine nahm Kurs auf den Umweg und landete planmäßig.

3. Beispiel: Dortmund-Erfurt-Schkeuditz, 25. 9. 30.

(Fig. 9 und 10)

Einer zunächst nur wenig ausgeprägten Störungsfront mußte wegen der darin vorkommenden Gebiete mit Staubregen und Nebel besonders für die Westost- und die Ostweststarts Beachtung geschenkt werden. Auch in diesem Falle mußte mit einer Verschärfung der Frontmerkmale untermits gerechnet werden. Ist es in einem solchen Falle nicht möglich, einen Umweg auszumachen, so muß der Flug in Frage gestellt werden. Der größte Teil der Streckenmeldungen war zu verlockend, um an eine 100 prozentige Durchführung des Fluges Dortmund-Erfurt zu glauben. Das Ergebnis des Fluges war aber ein wesentlich

anderes.

anderes. Schon vor Kassel mußte die Maschine, eine F 13, infolge aufliegender Wolken zum Blindfluge übergehen. Bis 2000 m Höhe, abgesehen von einem nur zeitweise vorhandenen wolkenfreien Raum in etwa 1700 m Höhe, war ein Blindflug notwendig. Erst in der Gegend von Mühlhausen konnte durchgestoßen werden und bei starkem Regen wurde der Flug schließlich in 50 - 80 m Höhe längs der Bahnlinie durchgeführt.

Gerade auf dieser Strecke haben wir einen schönen Prüfstein für die Richtigkeit der Beratung in der Parallelität der Lufthansa- und tschechischen Strecke. Der Tscheche entschließt sich für Umgehungswege sehr schwer, meistens gar nicht, und so konnte die Lufthansa-Maschine in allen Fällen auf dem Hannoverischen Kurs glatt durchführen, die tschechische Maschine aber irgendwo abbrechen oder umkehren.

Grundsätzlich hat die Praxis bisher gelehrt, daß man schon jetzt auf die Streckenmeldungen verzichten kann oder besser muß, und nur bei besonders schwierigen Wetterlagen das Schlechtwettergebiet "eingabelt", d. h. dieses schneidet und eine Beobachtung vor, in und hinter der Störung, allerdings nur schematisch besprochen, einholt. Daß man mit Einführung der Synopsis natürlich dem Ausbau der Gefahrenmeldung erhöhte Beobachtung und Sorgfalt schenkt, liegt in der Natur der Sache. Synopsis vorausgesetzt, würden in der Hauptsache zur Abgabe von Gefahrenmeldungen evtl. schon die synoptischen Stationen genügen. Erweiterungen unter Berücksichtigung der Wünsche der Flugzeugführer werden möglich aber auch notwendig sein.

IV. Wie führe ich nun die Beratung synoptisch durch ?

Als in jeder Weise erfolgreich hat sich die an die Flugleitung täglich auf Grund der 0800 Uhr Karte geleistete Wetterübersicht für den ganzen Tag gezeigt. Die peinlichst durchanalyisierte Wetterkarte gibt wohl in 95 % der Fälle ein einigermaßen klares Bild über die Durchführungsmöglichkeit der einzelnen Strecken. In der Übersicht müssen die Momentanlage, die zu erwartende Entwicklung und die Aussichten für die Durchführung der einzelnen Strecken enthalten sein, wobei die in Frage kommenden Umgehungswege bereits genannt und unzweideutig wohl begründet sein müssen. Diese Regelung erspart den Meteorologen mindestens 50 % der Anfragen seitens der Fluggesellschaften, die bei Schlechtwetter ihrerseits noch genügend Fragen in petto haben und die Nerven der Meteorologen besonders stark attackieren.

Schon heute, vor Einführung der Synopsis, ist es als Vorübung sehr empfehlenswert, die Wetteraussichten der einzelnen Strecken vor Einlaufen der Streckenmeldungen anzufertigen. Die Wetterkarte gestattet in der heutigen Form diese Maßnahme und die vielen Erfahrungen und lange Praxis rechtfertigen diese Art der Beratung durchaus. Natürlich müssen aus dem Text die einzelnen Phasen der Entwicklung unzweideutig hervorgehen, so daß der evtl. vorgeschlagene Umgehungsweg vollkommen motiviert erscheint. Auf Länge oder Kürze der Wetterbeschreibungen darf kein Gewicht gelegt werden, auf der Rückseite des Wetterzettels ist selbst für uns in Schkeuditz Platz genug!

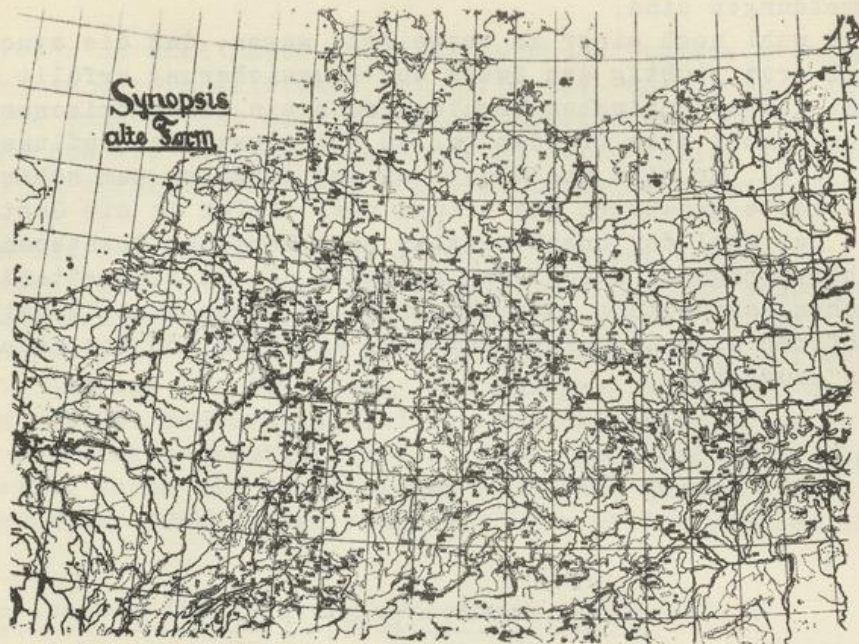
V. Welche Vorteile bringt die synoptische Beratung ?

Bei der restlosen Durchführung der synoptischen Beratung erwächst dem Meteorologen ein nicht unbedeutende Pflicht, die wohl die Grundlage für eine einwandfreie Beratung bietet, die absolute Konsequenz und Hartnäckigkeit in seiner Ansicht. Es gibt nur eine Meinung des Meteorologen, die durch kein Kreuzverhör variiert werden darf, von dem zulässigen Streuungsmaß abgesehen. In der Tat erhöht die Konsequenz und Präzision der Beratung das Ansehen der Flugsicherung und das Vertrauen des Flugzeugführers zum Meteorologen, das selbst dann nicht geschmälert werden kann, wenn eine Fehlanzeige vorgekommen ist. Selbst in

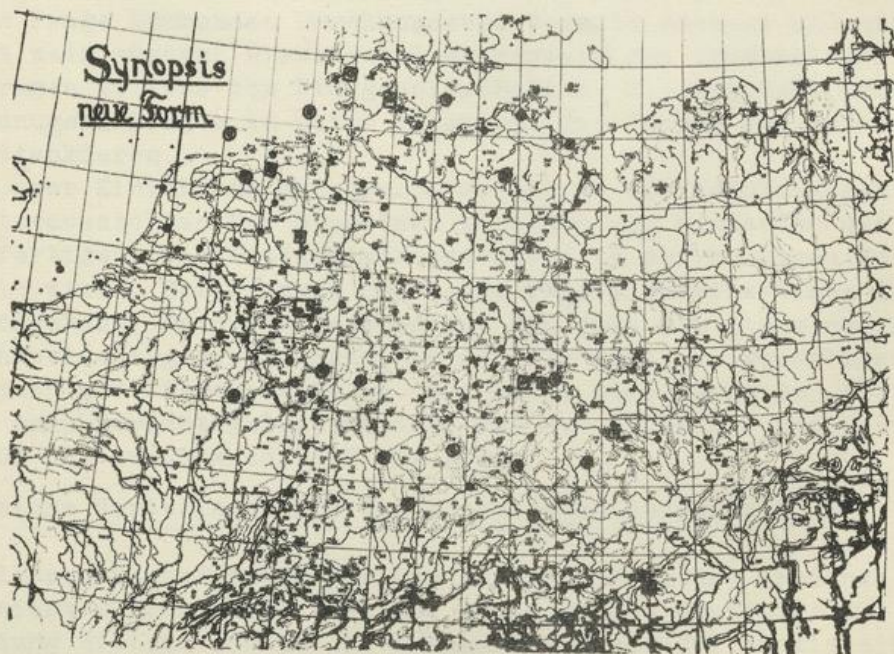
der

der Meteorologie ist kein Meister vom Himmel gefallen und so sind Fehlschläge bei sonst eingehaltener kautschukloser Konsequenz verzeihlich, dann aber nicht zu sühnen, wenn die Wetteraussichten nur eine Inhaltsangabe fehlerhafter Streckenmeldungen sind.

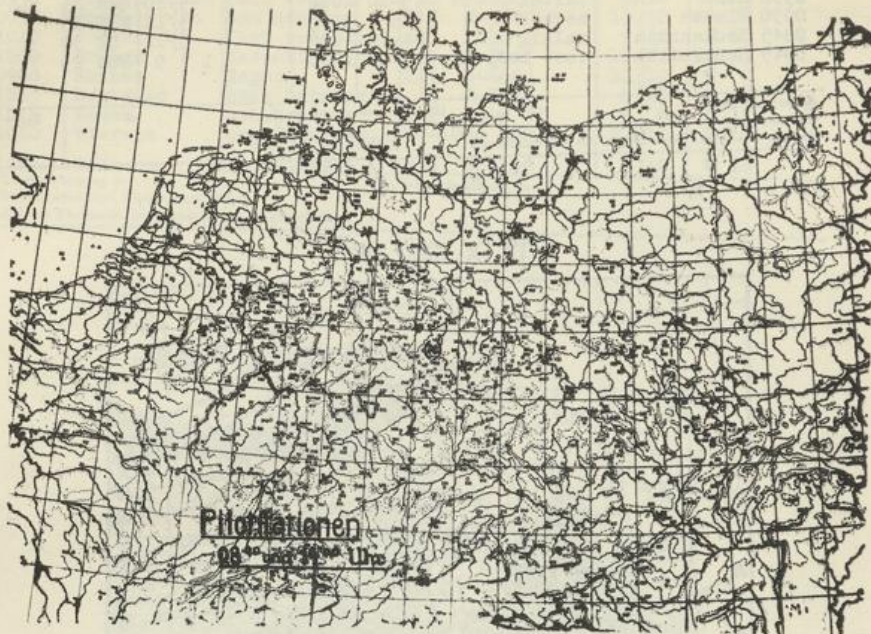
Wird wohl noch einer zu bezweifeln wagen, daß die synoptische Beratung eigentlich erst richtig den Zweck der Flugsicherung erfüllt ? Und mit Bestimmtheit kommt der synoptischen Beratung auch ein erzieherisches Moment zu. Der Meteorologe macht sich von den gar zu oft negativen Einflüssen der Streckenmeldungen frei. Er wird aus Mangel an Eselsbrücken zum schärferen Analysieren der Wetterkarte gezwungen und dringt viel tiefer in die Gestaltung der Wetterlage ein. Hat wohl der unbestreitbar hohe Wert der Frontenanalyse anderswo eine so hervorragende Betätigung gefunden als im Flugwetterdienst ? Und der synoptischen Bearbeitung schwieriger Wetterlagen im allgemeinen und im besonderen eröffnen sich neue Perspektiven, die alle von dem einen Knotenpunkt "Synopsis" ausgehen.



Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

DEUTSCHE LUFT HANSA A. G.

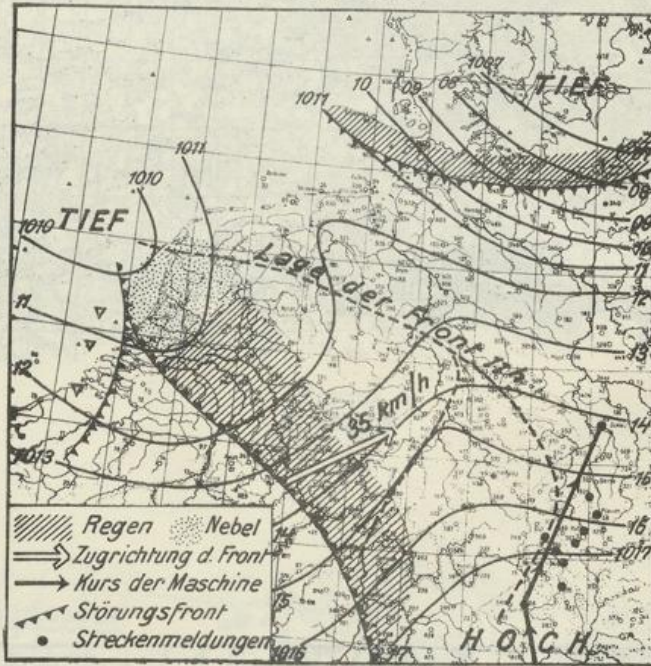
Wetterberatung
 Flug von FÜRTH nach Halle/Leipzig (Strecke Nr. 10)
 Ausgegeben am 17. Sept. 1930 um 19 30 Uhr von Flugwetterwarte FÜRTH

Zeit	Meldungen Ort	Wetter zur Beobachtungszeit	Tiefe Wolken				Bodenwind Richtung, km/h Bögigkeit
			Sicht	Höhe m	Art	Werte Zahl	
0930	Pegnitz	wolkig Schlossberg frei!	15	1000		7/10	SW 10
0930	Bayreuth	bedeckt	15	1000		5/10	SSO 5
0930	Kulmbach	bedeckt	4-10	3-600		10/10	S 10
0930	Kronach	bedeckt	15	1000		10/10	W 10
0930	Münchberg	wolkig Waldstein frei!	10	1000		4/7	SW 15
0930	Hof	heiter	5-10	1000		5/10	SSW 15
0930	Plauen	heiter	15	3000		3/10	WSW 15
0945	Zeulenroda	wolkig	4-10	600		7/10	SW 30
0945	Schkeuditz	fast bedeckt	4-10	1500		1/9	WSW 25

Sonnenuntergang in _____ um _____ Uhr. Sonnenaufgang in _____ um _____ Uhr.
 Rot unterstrichen: Gefahrenmeldungen.
 Auf der Rückseite: Bemerkungen des Flugzeugführers.

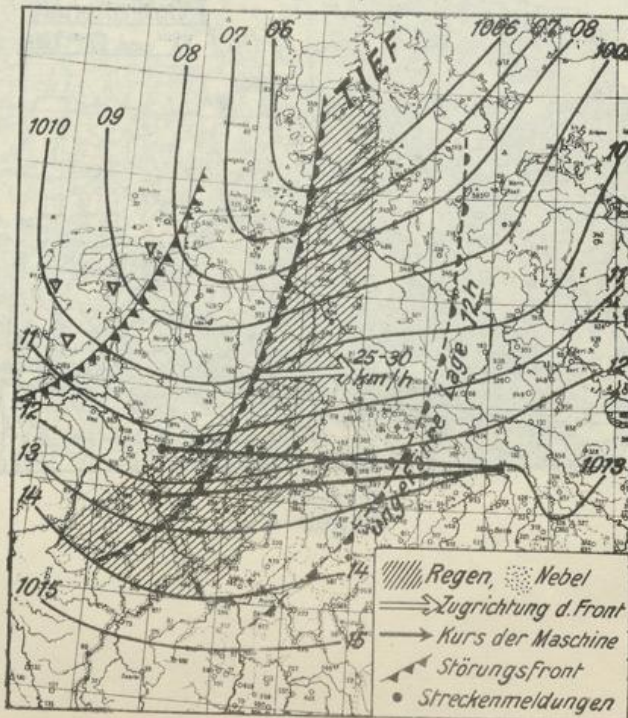
Figur 5

17. IX. 1930, 08^h.



Figur 6

15. IX. 1930, 08^h.



Figur 7

DEUTSCHE LUFT HANSA A. G.

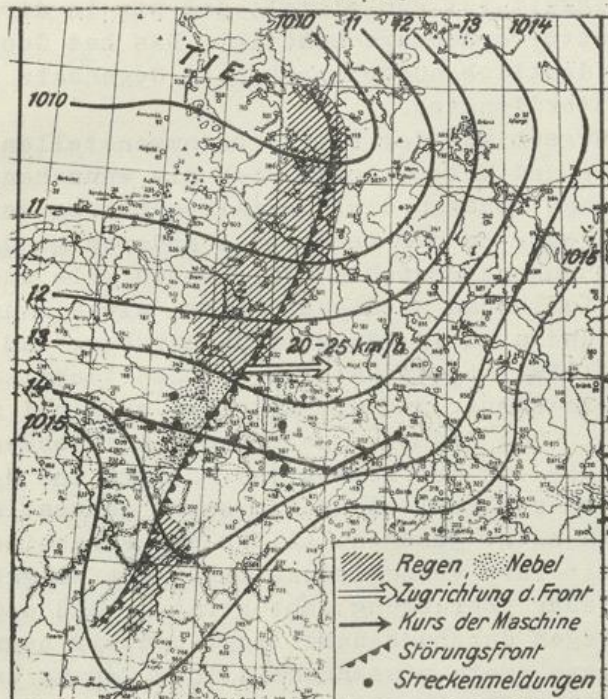
Wetterberatung
 Flug von **Halle/Leipzig** nach **Köln** (Strecke Nr. 1)
 Ausgegeben am **15. Sept.** 1930 um **19 30** Uhr von Flugwetterwarte **Halle/Leipzig**

Zeit	Meldungen Ort	Wetter zur Beobachtungszeit	Sicht	Tiefe Wolken			Bodenwind Richtung, km/h Boigkeit
				Höhe m	Art	Menge Zehntel	
1025	Frankenhaus.						
0930	Nordhausen	halb bedeckt	10	2000		5/10	W 4
0930	Bleicherode	halb bedeckt	5	6/1000		5/10	SW 23
0950	Witzenhausen	fast bedeckt	10	6/1000		9/10	SW 9
0950	Meimbressen	anh. Regen	5	2-300		10/10	SW 15
1010	Scherfede	fast bedeckt	40	1000		9/10	W 15
1010	Brünn	bedeckt	2-4	2-300		10/10	SW 31
0940	Rüthen	Regen	2-4	5-600		10/10	S 9
1015	Dertmund	nach Schauer	5	2-300		8/10	W 15
1015	Essen	anh. Regen	1-2	30m		5/8	W 15
1010	Kierspe	anh. Regen	500-1000	50m		10/10	W 15
1015	Köln	zeitw. Regen	2-4	50-100		8/10	W 31

Sonnenuntergang in um Uhr. Sonnenaufgang in um Uhr (i)
 Rot unterstrichen: Gefahrenmeldungen.
 Auf der Rückseite: Bemerkungen des Flugzeugführers.

Figur 8

25. IX. 1930, 08h.



Figur 9

DEUTSCHE LUFT HANSA A. G.

Wetterberatung
 Flug von **Dortmund** nach **Erfurt** (Strecke Nr. 142)
 Ausgegeben am **25. Sept.** 1930 um **19 30** Uhr von Flugwetterwarte **Dortmund**

Zeit	Meldungen Ort	Wetter zur Beobachtungszeit	Sicht	Tiefe Wolken			Bodenwind Richtung, km/h Boigkeit
				Höhe m	Art	Menge Zehntel	
0830	Arnsberg	bedeckt	2	800	str	10/10	SO 18
0830	Lippstadt	Nebel	100m		auf liegend		W 5
0830	Brilon	bedeckt	1	1-200	str	10/10	W 18
0830	Scherfede	Regen	5	800	str	10/10	WNW 18
0830	Kassel	bedeckt	10	800	str	10/10	SSW 18
0830	Wahnhe	bedeckt	10	1200	str	8/10	SW 18
0830	Eisenach	bedeckt	4	800	str	10/10	W 12
0830	Eschwege	bedeckt	4	800	str	8/10	still
0830	Erfurt	bedeckt	4	800	str	8/10	still

Sonnenuntergang in um Uhr. Sonnenaufgang in um Uhr (i)
 Rot unterstrichen: Gefahrenmeldungen.
 Auf der Rückseite: Bemerkungen des Flugzeugführers.

Figur 10

Flugberatung und Flugzeugführer.

Dr. R. Arenhold

Das Thema "Flugberatung und Flugzeugführer" ist kein wissenschaftliches, wenigstens keins der Meteorologie; ich bin auch kein Psychologe vom Fach, um es etwa von dieser Seite wissenschaftlich zu behandeln. Was ich hier in kurzen Worten sagen will, sind lediglich einige Erfahrungstatsachen, die mir deshalb wichtig genug erscheinen, weil ich die Beziehung zwischen Flugzeugführern und uns als den beratenden Meteorologen für den Kernpunkt des Erfolges unserer Tätigkeit halte. Es sind längst bekannte Dinge, daß nicht jeder theoretisch noch so gute Meteorologe sich zum Flugmeteorologen eignet, daß aber auch andererseits nicht jeder Flugzeugführer sozusagen "Wetterflieger" ist, d. h. nicht jeder einer meteorologischen Beratung empfänglich und vertrauensvoll gegenüber tritt, auch wenn er von einem erfahrenen Flugmeteorologen beraten wird. Das Besondere unserer meteorologischen Tätigkeit ist nun einmal, daß wir in direkter Beziehung zu dem stehen, der die Wettervorhersage benötigt. Das hat Georgii im Vorwort seiner Flugmeteorologie deutlich ausgesprochen im Gegensatz zu den Meteorologen des Öffentlichen Wetterdienstes.

Wir wollen nun einige Ergebnisse der Praxis zusammenstellen, die für eine gute Beziehung zwischen Führer und Meteorologen sich als wünschenswert herausgestellt haben. Allgemein gesagt, müssen die Spezialkenntnisse der beiden klar getrennt sein, doch aber muß jeder in der Arbeit des anderen genügenden Einblick haben und ihr nicht laienhaft gegenüberstehen. Wir kennen alle aus früheren Besprechungen die Stellung der Lufthansa zu dieser Frage, wie sie uns durch Herrn v. Gablenz mitgeteilt wurde, und sind im ganzen froh darüber, daß die Verantwortlichkeit der Meteorologie klar abgetrennt ist von den technischen und psychologischen Faktoren, die beim Führer und der Maschine noch bei der Durchführung eines Fluges mitsprechen. Und doch ist es für den beratenden Meteorologen nicht möglich, völlig unabhängig von der Person des Führers und dem Typ der Maschine seine Beratung fertig zu stellen; sie würde sonst schematisch sein und den berechtigten Anforderungen nicht genügen. Allein die verschiedene Instrumentierung der Flugzeuge und damit ihre verschiedene Leistungsfähigkeit erfordert verschiedene Beratung. Aus dieser Überlegung geht hervor, daß dem Meteorologen das Gebiet der technischen Fragen durchaus nahe liegt und wir begrüßen es deshalb besonders, daß gerade diese erste wissenschaftliche Tagung unserer Arbeitsgemeinschaft uns eine ganze Reihe flugtechnischer Fragen nahe gebracht hat. Ich brauche dabei nicht zu betonen, daß natürlich in diesen technischen Fragen der eigentlich Sachverständige der Führer bleibt.

Bei der Beratung im einzelnen ergibt sich eine weitere Forderung an den Meteorologen; ich denke besonders an Umgehungsstrecken, wie sie ja die synoptische Arbeitsweise so häufig fordert. Dabei nämlich, wie auch schon bei der Kursberatung eines Fluges ergibt sich die Notwendigkeit eingehender geographischer Kenntnis für den Meteorologen. Es ist oft gesagt worden, wie wichtig das Abfliegen von Strecken bei möglichst verschiedenen Wetterlagen für uns ist. Ich möchte heute darüber hinaus sagen, daß in vielen Fällen die Kenntnis der Strecken aus der Luft, besonders der Umwegstrecken, nicht genügen wird, sondern daß es dringend empfehlenswert ist, sich auch vom Erdboden aus über die geographische Beschaffenheit der Flugstrecken zu orientieren. Ich kann aus meiner Erfahrung davon nur das Beste mitteilen. Selbstverständlich kann nicht jeder alle Strecken so eingehend kennen lernen, aber man kann es als Ziel ansehen, wenigstens für die als kritisch bekannten Gebiete.

Betrachten wir nun auf der anderen Seite die Stellung des Flugzeugführers zu unserer Arbeit, d. h. zur meteorologischen Wissenschaft, so werden wir dabei

natürlich

natürlich die verschiedensten Betrachtungsweisen erleben. Anzustreben wäre nach meiner Meinung, daß sich der Führer völlig in die Gedankengänge einer Beratung einfühlen kann, daß er also z. B. die Hauptwitterungstypen nicht nur auf der Wetterkarte, sondern auch aus Erfahrung auf seiner Flugstrecke kennt. Um dieselben Ausdrücke wie vorher zu gebrauchen, muß aber hier der Meteorologe der Sachverständige sein. Dem wird man entgegenhalten, daß der Führer doch dann wohl als der Sachverständige gelten kann, wenn er z. B. über eine geflogene Strecke berichtet. Das ist insofern nicht richtig, als er besonders bei schlechtem Wetter nur einen sehr kleinen Querschnitt durch die Witterung eines Gebietes bekommt, dann ist es Sache des Meteorologen, diesen Bericht in sein Bild von der Wetterlage einzuordnen. Das aber, was an dem Einwand richtig ist, betrifft den Stand unserer Wissenschaft überhaupt und damit die Sicherheit unserer Prognosen. Wir kennen ja leider alle diesen Zustand und leiden mehr oder weniger darunter. Hier liegt der große Unterschied zwischen den technischen Fragen und dieser wissenschaftlichen Seite. Dafür gilt es, beim Flugzeugführer volles Verständnis zu erreichen, obwohl er unter den in diesem Sinne unvermeidlichen Fehlprognosen zu leiden hat.

Wie soll nun nach unseren Wünschen die Stellung des Führers sein zu den einzelnen wissenschaftlichen Fragen und zur Entwicklung unserer ganzen Flugwetterdienstorganisation? Immer wieder wird bei bestimmten Witterungsvorgängen, auch wenn sie gar nicht mit einem Fluge in Beziehung stehen, über die wissenschaftliche Erklärung, d. h. die wirklichen Vorgänge in der Atmosphäre gesprochen. Dabei muß also der Meteorologe weitgehendst im Bilde sein, z. B. auch über neuere Darstellungen. Um ein Beispiel zu nennen, möchte ich den Begriff der Schleifzone anführen, über den bei uns oft in diesem Sinne geredet wurde. Jede solche Erklärung hilft einem wieder, wenn man den Ausdruck ohne weiteres gebrauchen kann, beim nächsten Auftreten dieser unerfreulichen Gebilde. Wir können von uns aus diese internen wissenschaftlichen Besprechungen, wenn ich sie so nennen darf, nur begrüßen. Die Zusammenarbeit dieser Art könnte aber auch von seiten der Flugzeugführer noch gefördert werden. Leider müssen wir häufig die Erfahrung machen, daß bei schönem Wetter überhaupt kein Interesse für eine Beratung besteht, sondern daß man nur mit Mühe durch Nachlaufen seinen Wetterzettel loswerden kann. Abgesehen davon, daß es auch dann wichtige Dinge in der Beratung gibt, Höhenwinde und anderes, kann an solchen Tagen manches besprochen werden, wozu an schlechten Tagen keine Zeit ist.

Ein anderes Beispiel aus dem Organisatorischen möchte ich noch anführen, das bei uns leider immer wieder vorkommt. Wir wissen alle, daß unsere Laienbeobachtungen, mit denen wir täglich arbeiten müssen, nicht immer einwandfrei sind. Nun wird von einzelnen Führern, die über die Unstimmigkeiten dieser Beobachtungen mit Recht klagen, vorgeschlagen, daß Meteorologen an solchen kritischen Stellen der Flugstrecken als Beobachter sitzen sollen. Der Wunsch nach guten Beobachtungen ist gewiß verständlich, aber die Unkenntnis über die eigentliche Aufgabe des Meteorologen als des Wissenschaftlers ist heutzutage für erfahrene Führer nicht mehr zu entschuldigen. Ich will mit diesem Beispiel sagen, daß auch in solchen Fällen dem Urteil des Flugmeteorologen mehr Vertrauen geschenkt werden müßte. Wir sind gewiß nicht der Meinung, daß wir in unserer Organisation einen Idealzustand haben, sondern wir sind in allem bestrebt, zu bessern, wo es nur möglich ist. Ein Austausch der Gedanken auch in größerem Kreise ist daher nur wünschenswert. Es ist erfreulich, daß an den winterlichen Flugzeugführerbesprechungen auch Flugmeteorologen teilnehmen; eine Erweiterung dieser Einrichtung auch auf Meteorologen fern von Berlin ist dringend zu wünschen.

Mit dem Gesagten wollte ich nur eine Auswahl von wichtigen Punkten geben, wie sie mir im Alltagsbetrieb aufgetreten sind. Ich bin überzeugt, daß jeder, Führer wie Meteorologe, eine große Reihe weiterer Gedanken aus seiner Erfahrung zu diesem Thema geben könnte, sowohl an Tatsachen wie an Wünschen. In

dem geschilderten Verhältnis von Führer und Meteorologen zueinander habe ich vielleicht zu sehr ein Idealbild gezeichnet, wir sind wohl alle davon noch entfernt; besonders aber muß gesagt werden, daß der junge Flugzeugführer und der junge Meteorologe nur langsam diesem Idealverhältnis zustreben können. In einer Meinung aber werden wir uns alle zusammenfinden: Es muß ein Vertrauensverhältnis zwischen Führer und Meteorologen bestehen, wenn eine ersprießliche Arbeit geleistet werden soll. Und unsere Arbeit gilt einer gedeihlichen Entwicklung des Luftverkehrs, die auch dem Führer in erster Linie am Herzen liegt. Dies gemeinsame Ziel wollen wir immer im Auge behalten.

Nachtflugberatung

Dr. Hebner

Um die Anforderungen die an den Meteorologen hinsichtlich der Wetterberatung gestellt werden, voll würdigen zu können, muß ich zunächst kurz auf die Technik des Nachtluftverkehrs eingehen. Außer der Luftlinie gibt es bekanntlich auf allen Flugstrecken, und seien sie auch noch so kurz, durch mehrjährige Erfahrung genau festgelegte Ausweichkurse, und je nach der Wetterlage wird diese oder jene Route gewählt. Auf der Express-Strecke Berlin - Wien hat man so außer der direkten Route, die etwa über Zittau - Deutschbrod führt, noch fünf Ausweichkurse. Man könnte nun auch für Nachtflugstrecken derartige Schlechtwetterkurse festlegen. Das scheidet aber an den Kosten; denn aus naheliegenden Gründen ist für jede Nachtstrecke eine umfangreiche und kostspielige Bodenorganisation notwendig. So muß die Strecke befeuert werden, und in kurzen Abständen voneinander müssen Hilfslandeplätze eingerichtet werden zu deren Bedienung mindestens 1 Mann erforderlich ist; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß es zweckmäßig ist, Außenlandungen bei Nacht prinzipiell zu vermeiden. Das Flugzeug ist also bislang noch gezwungen, sich, abgesehen von wenigen Ausnahmefällen, genau an die markierte Flugstrecke zu halten. Als man die Nachtflugstrecken einrichtete, war man deshalb bestrebt, die Route zu wählen, die die größte Regelmäßigkeit gewährleistet, und man wandte sich mehrmals an die Meteorologen und bat um Unterlagen. Man wollte besonders detaillierte Angaben über die Nebelhäufigkeit bei Nacht haben. Und hier mußte die Klimatologie leider versagen; denn abgesehen von ganz wenigen Stellen wurden vor Einführung des Nachtluftverkehrs in Deutschland keine regelmäßigen Nachtbeobachtungen angestellt. Aus diesem Grunde kann ich Ihnen hier auch leider nicht mit genauen statistischen Unterlagen über die Nebelhäufigkeit aufwarten. Ich konnte mich nicht entschließen, ausschließlich mit 5-jährigen oder noch kürzeren Reihen zu arbeiten. Da wir letzthin mehrere anormale Jahre hatten, dürfte leicht ein schiefes Bild entstehen. Dann ist mir die Anzahl der Stationen auch viel zu gering, da fast nur Beobachtungen von den wenigen Flugstrecken vorliegen.

Die Sicht spielt nachts eine wesentlich geringere Rolle als am Tage; denn die Feuersicht ist immer besser als die optische Sicht am Tage unter ähnlichen Bedingungen. Ich habe es oft erlebt, daß bei stark diesigem Wetter, wo die Sicht nur etwa 2 km betrug, sofort nach Eintritt der Dunkelheit Lichter in 10 und mehr km Entfernung gut sichtbar waren. Besonders ist dies bei der sogenannten opaken Trübung im warmen Sektor der Fall. Die Dämmerung verschärft allerdings scheinbar den Gegensatz. Quantitative Angaben lassen sich hierüber jedoch nur schwer machen. Die Ursache für die schlechte Sicht am Tage ist hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben, daß das Sonnenlicht stark diffus zerstreut, dann aber auch teilweise polarisiert ist. Nachts handelt es sich um nahezu punktförmige Lichtquellen. Die Durchdringung wird dann weiter durch Anwendung von Lichtquellen mit vorwiegend langwelliger Strahlung (Neonröhren)

gefördert.

gefördert. Die Sicht spielt deshalb wie bereits schon erwähnt, nachts nicht die Hauptrolle, sondern die Wolkenhöhe. Beispielsweise kann unter einer Hochnebeldecke in etwa 80 m die Feuersicht mehr als 10 km betragen. Am Tage ist hierbei eine so gute Sicht höchstens über dem Meere, nie aber über Land möglich. Bei Rückseitenwetter ist der Flug tags meist sehr leicht durchführbar, nachts aber schwierig, da man die Schauer nur in beschränktem Maße umfliegen kann. Eine Landung bei Bodennebel ist dagegen nachts wesentlich leichter möglich als am Tage (Gründe siehe oben). Bei Gewitter wird der Führer durch die Blitze leicht geblendet und kann zumindest für kurze Zeit auf die Instrumente nicht genügend achten. Sehr störend macht sich hier auch das St. Elms-Feuer bemerkbar.

Die meteorologische Beratung von Nachtflügen möchte ich nur insofern behandeln, als kein Unterschied gegenüber der von Tagflügen besteht. Nachtflüge finden bisher nur in den Monaten März bis November statt. Meine Erfahrungen erstrecken sich deshalb nicht auf den Winter. Theoretisch können allerdings die Unterschiede in den Wintermonaten nicht sehr groß sein, da die Konvektion dann nur eine untergeordnete Rolle spielt. Es wäre nur zu erwägen, ob hinsichtlich der Vereisung nicht doch große Abweichungen auftreten können, da diese besonders fein auf geringe Zustandsänderung reagiert. Abgesehen vom Winter liegt das Kondensationsniveau nachts wesentlich tiefer. Die Wolkenhöhe in Fronten sinkt also nachts ähnlich ab, wie tags über dem Meere. Infolge des Aufhörens der Konvektion wird die Energie der Kaltfronten schwächer, und dementsprechend werden die Zuggeschwindigkeit und die Niederschläge geringer. Teils hören diese auch gänzlich auf, und die Front ist dann nur noch als schmale Nebelzone zu erkennen (siehe weiter unten). Warmfronten verstärken sich dagegen meist etwas.

Trotzdem die Wolkenhöhe nachts die Hauptrolle spielt, ist der Nebel als Gefahrmoment doch sehr stark zu berücksichtigen. Es ist ja allgemein bekannt, daß die Nebelhäufigkeit nachts wesentlich größer als am Tage ist, und in jedem Jahre muß man selbst im Juli im Binnenland mit ernstesten Nebellagen rechnen. Hinsichtlich des Verhaltens der Störungsfronten treten nachts, wenn man von schwächeren Kaltfronten absieht, keine wesentlichen Unterschiede auf, die Beratung bei Nebellagen läßt sich dagegen mit der am Tage überhaupt nicht vergleichen. Deshalb möchte ich hierauf noch etwas näher eingehen. Ich lege dabei die Arbeit von Herrn Willet in der Bearbeitung von Herrn Egersdörfer (Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes V/20) zugrunde. Der Hauptunterschied ist der, daß nachts fast nur Nebelprognosen zu geben sind, während es sich am Tage meist nur um die Frage handelt, wann sich vorhandener Nebel auflöst. Die Nebelprognose ist viel schwieriger, wie auch Herr Egersdörfer betont. Herr Willet unterscheidet nun folgende Nebelarten:

A. Luftmassennebel.

I. Advektionsnebel

a) Bei Transport warmer Luft über kalte Wasser- und Landflächen

- 1.) Monsumnebel
- 2.) Seenebel
- 3.) Warmluftnebel
- 4.) Warmluftdunst

b) Bei Transport kalter Luft über Warmwasserflächen

- 1.) Arktischer Seerauch
- 2.) Herbstlicher Morgennebel über Seen und Flüssen (Talnebel)

II. Strahlungsnebel

- a) Bodennebel
- b) Hochnebel
- c) Inversionsdunst

III. Maritimer Nebel

B. Frontennebel

1.) Monsumnebel.

Er ist bei uns äußerst selten, Ein nennenswerter Unterschied gegenüber dem Tage besteht nicht

Beispiel:

12. - 13. Juli 1927. Vielleicht handelt es sich auch bei dem Nebel in der Nacht vom 14. zum 15. Mai 1930 auf der Flugstrecke Berlin Königsberg um Monsumnebel.

2.) Seenebel.

Kommt für Deutschland nicht in Frage.

3.) Warmluftnebel.

Er kommt bei Tagflügen nur im Winter vor, bei Nachtflügen gelegentlich, wenn auch selten im Sommer. Er ist nicht besonders gefährlich, da es sich im allgemeinen nur um dünnen Bodennebel handelt. Sehr häufig tritt er im Frühherbst in Süd- und Mittelschweden auf.

4.) Warmluftdunst.

Es spielt wie überhaupt jeder Dunst wegen der besseren Feuersicht keine Rolle

b 1) Arktischer Seerauch kann nur in strengen Wintern auftreten.

Da wir bisher keinen Nachtflugverkehr im Winter hatten, liegen darüber auch keine Erfahrungen vor, Er ist aber als Gefahrenmoment sicher zu vernachlässigen.

2.) Herbstliche Morgennebel über Seen und Flüssen sind besonders im Flughafen Königsberg häufig und treten hier bei starker Ausstrahlung gelegentlich auch im Sommer auf. Nach starkem Gewitterregen (besonders nach Hagelschlägen) bildet sich abends stellenweise dicker Bodennebel. Erfahrungsgemäß löst sich dieser Nebel nachts infolge Taubildung fast restlos wieder auf

II. Strahlungsnebel.

Er ist wie auch am Tage in der Nacht weitaus am häufigsten und wichtigsten.

a) Bodennebel

Es spielt während des Fluges keine besondere Rolle, kann aber bei der Landung trotz der in der Nacht besseren Landemöglichkeit (Gründe siehe eingangs) sehr gefährlich werden. Prognostisch ist er, wie auch Herr Egersdörfer betont, nur sehr schwer zu erfassen, weil die lokalen Verhältnisse eine ausschlaggebende Rolle spielen. Ein Fehlschlag in der Prognose wirkt sich aber nicht sehr unangenehm aus, weil der Nebel nicht plötzlich auftritt und schon eine gewisse Zeit vorher an dem Inversionsdunst, aus dem er sich ja bildet, und den man der Intensität und Mächtigkeit nach sehr gut mit dem Scheinwerfer feststellen kann, zu erkennen ist.

b) Hochnebel

Er bildet sich in langsam zur Ruhe kommenden Kaltluftmassen und wird wie der Bodennebel schon gewisse Zeit vorher an dem Inversionsdunst angezeigt. Er ist die häufigste Nebelart auf der Nachtflugstrecke Berlin - Hannover. Hier tritt er im Gegensatz zur Flugstrecke Berlin-Königsberg

meist

meist auch noch nach Kaltlufteinbrüchen aus Nordosten auf. Die Gründe hierfür brauche ich wohl nicht zu erwähnen.

Beispiel:

29. zum 30. August 1930 auf der Nachtflugstrecke Berlin - Königsberg.

III. Maritimer Nebel.

Er ist besonders häufig auf der Nachtstrecke Berlin - Königsberg. Gelegentlich kommt er hier auch im Hochsommer vor. Als Gefahrmoment ist er weitaus am schwersten zu werten, da er sehr plötzlich und gleichzeitig auf große Entfernungen hin auftritt. Auf der Nachtstrecke Berlin-Königsberg bildet er sich hauptsächlich nach Kaltlufteinbrüchen aus West oder Nordwest, gelegentlich auch aus Nord oder Nordost. Hierbei kann er dicht hinter der Kaltfront, oft auch erst in großer Entfernung davon auftreten. Für seine Bildung ist ein bestimmter Feuchtigkeitsgehalt der Luftmasse erforderlich, dann muß ein bestimmter Temperaturunterschied zwischen Wasser und Land bestehen, und die Möglichkeit seiner Bildung nimmt weiter mit wachsender Windgeschwindigkeit zu. Für die prognostische Erfassung ist also, abgesehen von der Luftmasse selbst, unbedingt genaue Kenntnis der Wasser- und Landtemperatur notwendig.

Beispiele:

14. zum 15. Juni und 26. zum 27. Juli 1930 auf der Nachtflugstrecke Berlin - Königsberg.

B. Frontennebel.

Am häufigsten sind hier die Nebel in schwächeren Kaltfronten (siehe oben). Ihre Erfassung ist auf Grund einer genauen Wetterkarte immer leicht möglich. Dann treten Bodennebel vor der Warmfront einer sich bildenden Zyklone auf, entstanden durch die adiabatische Abkühlung der Kaltluft. Es kann natürlich, wie in der Nacht vom 20. zum 21. September 1930 auf der Strecke Berlin-Königsberg auch vorkommen, daß sich ein Frontennebel zwischen 2 Warmfronten ausbildet. Es sind hier die verschiedensten Fälle denkbar.

Nachfolgende Aufstellung stellt einen Versuch dar, die Nebelfälle im Jahre 1930 auf der Nachtflugstrecke Berlin - Königsberg zu klassifizieren. Der Monat Oktober ist in der Aufstellung nicht enthalten.

- 14. zum 15. Mai anscheinend Monsumnebel.
- 20. zum 21. Mai maritimer Nebel weit hinter der Kaltfront.
- 2. zum 3. Juni Nebel in Kaltfront aus Nordost.
- 3. zum 4. Juni maritimer Nebel hinter Kaltfront aus Nordost.
- 14. zum 15. Juni maritimer Nebel nach Kaltlufteinbruch aus Nord.
- 15. zum 16. Juni maritimer Nebel.
- 22. zum 23. Juni maritimer Nebel.
- 15. zum 16. Juli Nebel in Kaltfront aus West.
- 26. zum 27. Juli maritimer Nebel
- 19. zum 20. August Nebel in Kaltfront aus West
- 29. zum 30. August Strahlungsnebel (Hochnebel).
- 30. zum 31. August Strahlungsnebel (Hochnebel).
- 20. zum 21. September Präfrontaler Nebel zwischen zwei Warmfronten.
- 24. zum 25. September Strahlungsnebel (Bodennebel)
- 25. zum 26. September Postfrontaler Nebel hinter einer Okklusion.
- 29. zum 30. September Strahlungsnebel (Bodennebel).

In dieser Aufstellung sind die schwächeren Strahlungsnebel, die in der Form von Bodennebel auftraten, nicht berücksichtigt, da sie für den Flug bedeutungslos waren.

Das Flugwetter im Winter

Dr. W. Stöbe

Das Wetter im Winter bedeutet für den gesamten Luftverkehr ein ungleich größeres Hindernis, als das der anderen Jahreszeiten. Als Winter sollen hier die Monate November bis Februar gelten.

Die Ursachen der Behinderung des Luftverkehrs durch das Winterwetter kann man wie folgt einteilen:

- 1.) Kürze des Tages
- 2.) Geringe tägliche Periode der den Luftverkehr störenden Witterungselemente
- 3.) Die flugmeteorologisch wichtigsten Elemente, Sicht und Wolkenhöhe haben das Maximum ihres störenden Einflusses
- 4.) Die Vereisungsgefahr für Flugzeuge wird am größten.

Der Winter ist somit die eigentliche Jahreszeit, um die Abhängigkeit des Flugverkehrs vom Wetter zu demonstrieren; er ist ein Prüfstein sowohl für die Arbeit des Flugmeteorologen als auch dafür, welche Fortschritte in der Technik des Luftverkehrs gemacht wurden, um den behindernden Einfluß des Wetters auszuschalten.

Der Begriff Flugwetter ist ein variabler; er ist durchaus abhängig vom Stand der Technik bzw. vom Flugzeugtyp. Man kann also keine Untersuchung des Flugwetters veranstalten, ohne nicht vorher die flugtechnischen Voraussetzungen festzulegen.

Für die folgende Untersuchung liegen im wesentlichen die Erfahrungen der Flugwetterwarte Nürnberg/Fürth von 3 Wintern zugrunde und zwar die Winter 1927-1928, 1928-1929, 1929-1930. Gerade in diesen Jahren vollzogen sich wichtige Neuerungen im Betrieb des Luftverkehrs. Im Winter 1927/28 wurde im wesentlichen mit einmotorigen kleinen Maschinen (meist Fokker) ohne FT geflogen. Es kam also nur die Fliegerei bei Bodensicht in Frage. Flüge über den Wolken wurden im allgemeinen nur auf Entfernung von 20 - 30 km riskiert, ein Durchstoßen einer Wolkendecke kam nur im Notfalle in Frage.

Im Winter 1928/29 waren alle Flugzeuge mit F.T. ausgerüstet, auch kamen auf die Hauptstrecken dreimotorige Maschinen. Jetzt wurde namentlich das Überdenwolkenfliegen allgemein. War ein Flugplatz dicht, dann wurde ohne weiteres der offene angefliegen. Das Peilverfahren erlaubte genaue Standortbestimmungen und die ständige Verbindung mit einer Flugbodenstation ließ eine Umleitung der Linien um Schlechtwettergebiete ohne weiteres zu.

Im Winter 1929/30 kam als letzte Neuerung die Schulung der Flugzeugführer im Blindflug und die Ausrüstung aller Maschinen mit den dazu notwendigen Instrumenten hinzu.

Es ist deshalb eine sehr interessante Untersuchung, festzustellen, wie weit die Statistik eine Verbesserung der Flugleistungen innerhalb der 3 Winter nachweisen läßt.

Die Frage wird sehr erschwert durch die großen Verschiedenheiten der Wetterlagen in den verschiedenen Wintern.

Als Untersuchungsobjekt des Winterwetters in den gesamten Jahren sollen die Orte Fürth, München, Frankfurt, Hof, Schkeuditz herangezogen werden. Hier liegt ein einheitliches meteorologisches Beobachtungsmaterial vor, und außerdem wurden an allen 3 Wintern die Strecken Fürth-Frankfurt, Fürth-München und Halle-Leipzig geflogen.

Die üblichen klimatologischen Statistiken nutzen sehr wenig, Man muß eine eigene Definition für das Flugwetter schaffen. Im allgemeinen hängt die Möglichkeit des Fliegens von folgenden Wetterangaben ab:
Sicht, Wolkenhöhe, Bedeckung des Himmels und auch vom Wind.

Als Grenze der Flugmöglichkeit habe ich rein erfahrungsgemäß angenommen:

- 1.) Sicht 1 km und weniger (Schlüssel = I - IV)
- 2.) Wolkenhöhe bis 100 m (h = 0 und 1)
- 3.) 10/10 bedeckt

Für diesen Zustand des Wetters möchte ich den Begriff Nebelwetter einführen.

Da ja der gesamte Luftverkehr im Winter vorläufig nur ein Tagluftverkehr ist, brauche ich ja nur die aus den vorliegenden stündlichen Beobachtungen sich ergebenden Werte zusammenstellen um vergleichbare Angaben zu bekommen.

Im allgemeinen haben wir in allen 3 Wintern Beobachtungen von 7 Uhr oder 8 Uhr vormittags stündlich bis 16 oder 17 Uhr nachmittags, es macht also keine Schwierigkeiten sowohl die prozentualen Häufigkeiten von einzelnen Wetterelementen, wie auch den täglichen Gang uns interessierender Wetterelemente festzustellen.

Fangen wir gleich mit dem extremsten Fall an: Wie oft herrscht Nebelwetter den ganzen Tag, d. h. wie oft war zu allen Beobachtungsstunden eines Tages die Sicht 1 km und darunter, die Wolkenhöhe 100 m und darunter, der Himmel ganz bedeckt. Die folgende Tabelle gibt Antwort darauf.

Nebelwettertage:

		Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	Summe
München	1927/28	3	12	2	-	
	1928/29	1	3	10	2	
	1929/30	2	2	11	1	49
Hof	1927/28	5	4	2	-	
	1928/29	3	4	6	6	
	1929/30	1	1	5	-	37
Frankfurt	1927/28	4	3	-	-	
	1928/29	4	6	2	3	
	1929/30	5	-	4	2	33
Schkeuditz	1927/28	4	2	1	1	
	1928/29	3	2	4	2	
	1929/30	1	-	3	1	24
Fürth	1927/28	-	1	-	-	
	1928/29	-	1	1	2	
	1929/30	-	-	2	-	7

Die Statistik zeigt einmal die große Verschiedenheit innerhalb der Jahre und dann eine sehr starke örtliche Verschiedenheit. Selbstverständlich kann man nicht erwarten, daß die 3 Winter schon allgemeine Mittelwerte ergeben würden, aber für die Beurteilung der Flugmöglichkeiten ergeben sich Anhaltspunkte.

Stellt nun der Nebelwettertag das Maximum der Flugbehinderung den ganzen Tag über dar, so ermöglicht es die Untersuchung der einzelnen Elemente wie Sicht allein, oder die der 3 Elemente Sicht, Wolkenhöhe, Bedeckung uns über den täglichen Gang Klarheit zu verschaffen.

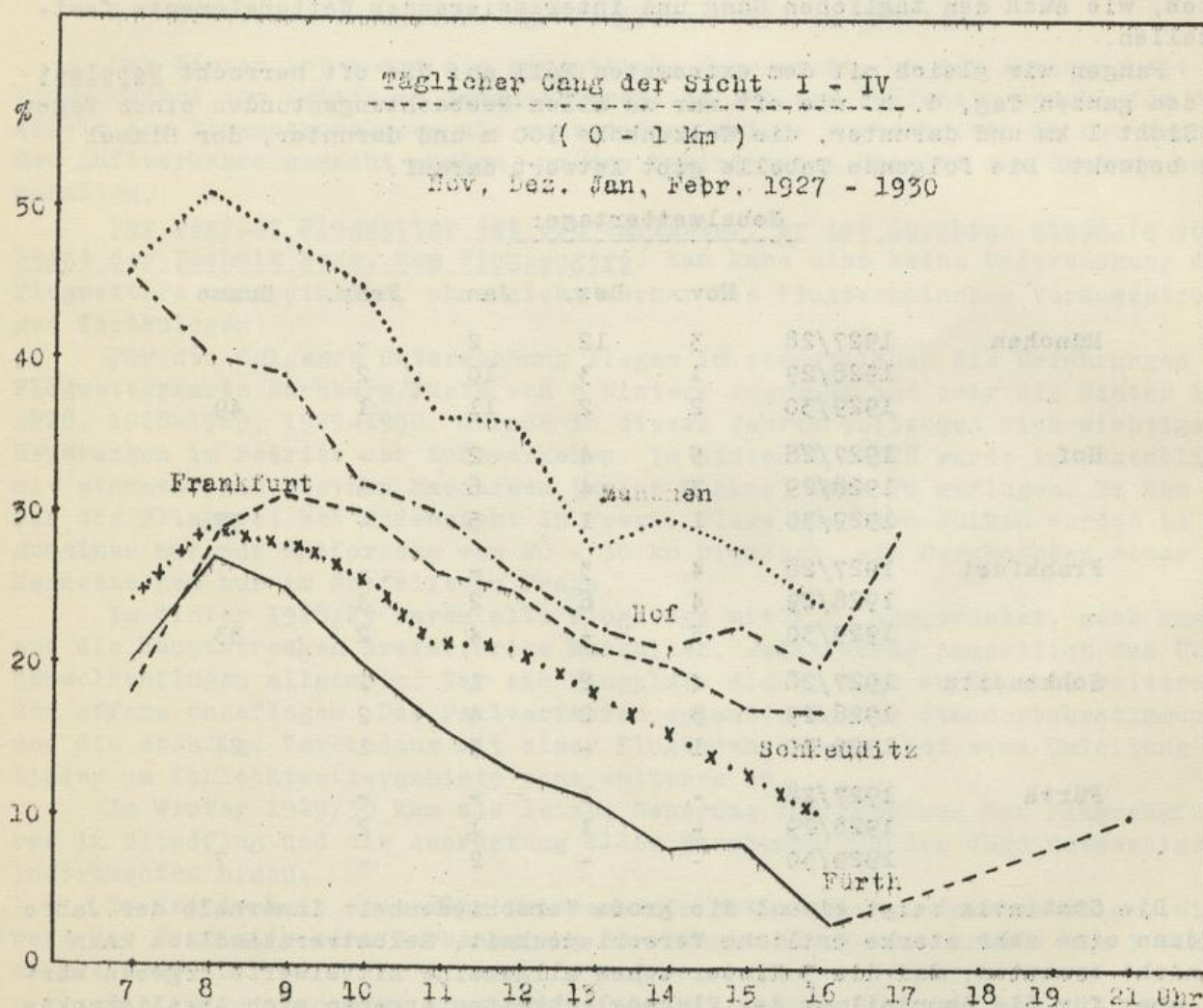
Der tägliche Gang der Sicht ist von größter Wichtigkeit; die nachfolgende Tabelle und die graphische Darstellung sollen Einblick gewähren in den täglichen Gang der Nebelsicht (1 km und darunter) und zwar stellen die Zahlen die prozentuale Häufigkeit des Vorkommens dieser Sichtwerte unter allen Sichtbeobachtungen zu den betreffenden Stunden.

 Prozentuale Häufigkeit der Sichtwerte 1 km und darunter.

im Nov. Dez. Jan. Februar 1927 - 1930

Prozentuale Häufigkeit	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	21 Uhr
München	46	51	48	45	36	36	25	27	25	24	-	-
Hof	46	40	39	32	30	26	23	21	25	20	29	-
Frankfurt	18	29	31	30	26	25	21	20	17	17	-	-
Schkeuditz	24	29	28	26	21	21	18	15	13	10	-	-
Fürth	20	27	25	20	16	13	11	8	8	3	-	10

Diese Tabelle zeigt klar die Besserung der Sicht im Laufe des Tages und zwar spielen die beiden Zeitpunkte Sonnenaufgang und Sonnenuntergang eine wichtige Rolle insofern, als in der Nähe des Sonnenaufgangs die Nebelsicht am häufigsten ist, dann abnimmt bis Sonnenuntergang und dann langsam wieder ansteigt.



Da die allgemeine Tendenz der Sichtverbesserung im Laufe des Tages ein wichtiges prognostisches Hilfsmittel ist, interessieren uns die Tage mit gegenläufiger Tendenz besonders, Ich habe deshalb alle Tage herausgezählt, in denen sich die Sicht ab nachmittags bis auf die Nebelsicht (0 - 1 km) verschlechtert.

Die

Die Tabelle sieht wie folgt aus:

		Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	Summe
München	1927/28	3	-	3	-	
	1928/29	-	2	1	2	
	1929/30	1	1	1	1	15
Hof	1927/28	4	-	4	2	
	1928/29	4	4	2	2	
	1929/30	-	1	1	1	25
Frankfurt	1927/28	3	-	2	-	
	1928/29	1	1	1	-	
	1929/30	1	1	1	-	17
Schkeuditz	1927/28	1	1	1	-	
	1928/29	-	2	1	1	
	1929/30	-	-	-	2	9
Fürth	1927/28	-	2	2	-	
	1928/29	2	-	3	3	
	1929/30	-	-	-	-	12

Im allgemeinen sind das also verhältnismäßig seltene Fälle.

Den täglichen Gang der Wolkenhöhe wage ich nicht zu bringen; die Wolkenhöhen beruhen nur auf Schätzungen, die durch eine bis höchstens zwei Stichproben (Pilotballommessungen) geprüft werden. Die Schätzungsfehler können so groß werden, daß man allen solchen Untersuchungen Mißtrauen entgegen bringen muß.

Über den Gang der täglichen Bewölkung in Fürth, siehe meine ausführliche Arbeit in dem Deutschen Meteorologischen Jahrbuch für Bayern 1927.

Die Sichttendenz ist natürlich auch maßgebend für die Tendenz der Nebelwetterstunden; die unmittelbare Zusammenhänge zwischen stündlicher Sicht und stündlichem Nebelwetter mögen folgenden jährliche Mittelwerte aus 3 Wintern ergeben, in Prozenten der Gesamtzahl der Beobachtungen.

	Fürth	Halle/L.	Frankfurt	Hof	München
Nebelsicht	16	22	26	30	37
Nebelwetter	8	9	8	24	27

Siehe auch Figur 2

Die Tabelle zeigt, daß die schlechteste Sicht lokale Schwankungen zeigt, daß aber die Nebelwetterstunden von Frankfurt, Fürth und Schkeuditz gleich sind und daß Hof und München bei Hochflächenlagen auch gleichen Wert haben.

Die meteorologischen Grundlagen zur Untersuchung des Winterluftverkehrs sind somit geschaffen, dadurch, daß ein einheitliches Beobachtungsnetz vorhanden ist, macht das weiter auch keine Schwierigkeiten. Viel schwieriger sind die Tatsachen zu erfassen, die uns durch den Luftverkehr geliefert werden. Folgende Angaben muß uns der Luftverkehr liefern:

- 1.) Wegen Wetter ausgefallene Flüge; dazu gehören Notlandungen, Umkehrpunkte, Überfliegen
- 2.) Verspätungen wegen Wetter; dazu gehören Umwege, Gegenwind
- 3.) Angaben über Blindflüge, Flüge über den Wolken, Vereisung usw.

Während für Erfassung des Wetters durch lokale Beobachtungen klare Vorschriften bestehen, ist bezüglich der Sammlung des unmittelbar aus den Flügen selbst anfallenden meteorologischen Materials jeder auf seine eigene Initiative angewiesen. Ich habe einen Fragebogen entworfen, der in einem Muster beiliegt (Beilage 1) und der während der Wintermonate für jeden Flug ausgefüllt wird.

wird. Auf diese Weise hat man ein gleichmäßiges Material. Zum Zwecke der bildlichen Darstellung habe ich auch Einzeichnungskarten entworfen. Die Karte für die Strecke Fürth - Halle/Leipzig liegt bei. (Beilage 2). Auf ihr sind als Muster die Strichrouten und die zwei Hauptumwegrouten eingezeichnet.

Der Hauptzweck dieser Schemata ist der, ein von der offiziellen Statistik unabhängiges Material zu gewinnen.

Leider ist es auf diese Weise nur möglich, alles das zu erfassen, was im eigenen Flughafen vor sich geht. Erst wenn mehrere Flugwetterwarten nach einheitlichem Schema zusammenarbeiten würden, könnte das ganze Flugwetter in seiner Auswirkung auf den Flugverkehr erfaßt werden.

Als Beispiel was aus einer solchen Flugstatistik herausgeholt werden kann, mag folgende Tabelle gelten:

Flugstatistik der Strecke Fürth-Halle/Leipzig und umgekehrt.

	<u>November</u>			<u>Dezember</u>			<u>Januar</u>		
	1927,	28,	29	1927,	28,	29	1927,	28,	29
Mögliche Flüge ausgefallen wegen Wetter	52	52	52	50	48	48	52	52	52
Notgelandet	24	14	2	10	22	5	20	20	16
Über Wolken	6	2	-	1	1	-	5	1	-
Umweg Hof	-	9	12	-	1	10	2	4	11
Umweg Eisenach	-	5	10	-	5	15	-	6	7
Fürth überflogen	-	3	8	-	8	5	1	4	-
	-	3	1	-	1	2	-	2	3

Im allgemeinen zeigt diese Tabelle schon unbedingt gewisse Fortschritte in der Überwindung des Wetters, wenngleich die Rubrik "ausgefallene Flüge" keineswegs ohne weiteres auf verbesserte Technik schließen läßt. Um hierüber Klarheit zu bekommen, habe ich noch eine ins einzelne gehendere Statistik zusammengestellt. Ich habe in der folgenden Tabelle nur den Monat November als Beispiel herangezogen. Es wurde die Strecke München-Fürth und Fürth-Halle/L. untersucht.

Tabelle über Nebelwetter und ausgefallene Flüge.

(siehe nächste Seite)

Tabelle über Nebelwetter und ausgefallene Flüge.

		<u>November 1927</u>																		
Nebelwetter München														<u>24</u>			<u>28</u>	<u>29</u>	<u>30</u>	
Nebelwetter Fürth																				
Strecke München-Fürth	3								17	19						25	26	28	29	30
Strecke Fürth-München	3		10											24			26	28	29	30
Nebelwetter Fürth																				
Nebelwetter Hof	<u>3</u>			<u>15</u>	<u>16</u>						<u>22</u>	<u>23</u>					<u>26</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>30</u>
Nebelwetter Schkeuditz					<u>16</u>					<u>21</u>	<u>23</u>						<u>26</u>	<u>28</u>		
Strecke Fürth-Schkeuditz	3	9		15	16	17	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30				
Strecke Schkeuditz-Fürth	2	3	9	15	16			21	22	23	24	25	26	28	29	30				
		<u>November 1928</u>																		
Nebelwetter München				<u>9</u>										<u>21</u>						
Nebelwetter Fürth														21			30			
Strecke München-Fürth	2			9						14	(21)			26						
Strecke Fürth-München	2			9	10	(12)	(13)	14	(21)					26	28	(30)				
Nebelwetter Fürth																				<u>30</u>
Nebelwetter Hof			<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>		<u>13</u>	<u>14</u>	<u>21</u>											<u>30</u>
Nebelwetter Schkeuditz	<u>4</u>		<u>8</u>	<u>9</u>																
Strecke Fürth-Schkeuditz	2		8	9					14	21				26			30			
Strecke Schkeuditz-Fürth	2			9		12			14	21	23	24	26	28	30					
		<u>November 1929</u>																		
Nebelwetter München	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>8</u>																	
Nebelwetter Fürth																				
Strecke München-Fürth																				
Strecke Fürth-München		5	8	(9)		15	21													
Nebelwetter Fürth																				
Nebelwetter Hof	<u>2</u>																			
Nebelwetter Schkeuditz							<u>14</u>													
Strecke Fürth-Schkeuditz							14													
Strecke Schkeuditz-Fürth							(9)14													

() bedeuten Überfliegen von Fürth
unterstrichen Wetter

Die Zahlen bedeuten das Datum

Einmal wurden die Nebelwettertage nach der anfangs erfolgten Definition, dem Datum nach ausgeschrieben und dann die wegen Wetter ausgefallenen Flüge auch dem Datum nach.

Bei der Strecke Fürth - Halle/Leipzig konnte als Streckenstation auch noch Hof eingeführt werden.

Man kann nun mit folgenden Schlußfolgerungen an die Untersuchung herangehen.

Die Entwicklung des Luftverkehrs nach der Überwindung der Wetterhinder-nisse geht dahin, daß das Streckenwetter keinen Einfluß mehr auf den Flug haben soll, sondern lediglich in erster Linie das Wetter des Landeplatzes in zweiter das des Starthafens.

Ist nun wirklich ein Fortschritt da, so können nur noch die Nebelwetter-lagen des Lande- und Starthafens einen Ausfall hervorrufen.

Der November 1927 und 1928 zeigt noch eine starke Abhängigkeit von dem Streckenwetter, der November 1930 keine mehr, allerdings geht aus dieser Ta-belle auch hervor, daß der November 1930 ein außergewöhnlich günstiger Monat bezüglich des Wetters war.

Das Kapitel Vereisung habe ich hier überhaupt noch nicht erwähnt, da ihm ja im Rahmen der Tagung ein eigener Vortrag gewidmet war. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß schwere Vereisung in den 3 untersuchten Wintern eine seltene Erscheinung war, mir sind im oben angeführten Bereich nur zwei schwe-re Fälle bekannt am 22. 11. 1927 bei Tanna und am 12. 12. 1929 im Thüringer Wald.

Es sollte ja nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, das Thema voll auszu-schöpfen, sondern es sollen nur Hinweise auf die Möglichkeiten gegeben werden, die sich aus der Vorbereitung einer systematischen Statistik zur Gewinnung wissenschaftlicher Ergebnisse erzielen lassen.

Zusammenfassung:

Der jeweiligen Definition Flugwetter hängt vom Stand der Technik und vom Maschinentyp ab. Der Winter ist die geeignetste Jahreszeit die gegenseitigen Beziehungen von Technik des Luftverkehrs und Wetterbehinderung zu stu-dieren.

Es wird der Begriff Nebelwetter als Maximum der Flugbehinderung im Win-ter eingeführt. Die Untersuchung der Nebelwetterlage und Nebelwetterstunde im Arbeitsbereich der Flugwetterwarte Nürnberg/Fürth gibt Einblicke in das Flug-wetter des mittleren Wintertags, wie auch in den gesamten Verlauf der 3 Winter 1927/28 bis 29/30.

Den Ergebnissen der statistisch erfaßten meteorologischen Beobachtungen stehen die Ergebnisse aus den gesammelten Flugerfahrungen gegenüber. Durch ge-eignete Fragebogen können solche Flugerfahrungen statistisch erfaßt und verar-beitet werden.

Die praktischen Flugerfahrungen nach meteorologischen Gesichtspunkten verarbeitet, werden zu dem nach einheitlichen Grundsätzen erfaßten Flugwetter in Beziehung gesetzt und es sollen dann dadurch jederzeit die Beziehungen zwischen Luftverkehr und Wetter mehr oder weniger eindeutig festgestellt wer-den können.

Beilage 1.

Flugwetterwarte Fürth

Fragebogen für das Streckenwetter

Datum: Flugzeug: Typ:
Führer: F.T. an Bord:

Start in: um: Verspätung:

Landung in: um Verspätung:

Ursache der Verspätung

Art der FT-Beratung:

Ist der Flug wegen Wetter ausgefallen?

Allgemeine Wetterlage auf der Strecke:

Schlechteste Stelle?

Umwege geflogen und welche?

Über Wolken (Nebel) geflogen? von bis

Art der Wolkendecke
(geschlossen oder durchbrochen)

Wolkenfreie Räume wo?

Oberste Höhe der Wolken

Flughöhe:

Notlandung gemacht? wo
warum
wenn wegen Wetter genaue Schilderung

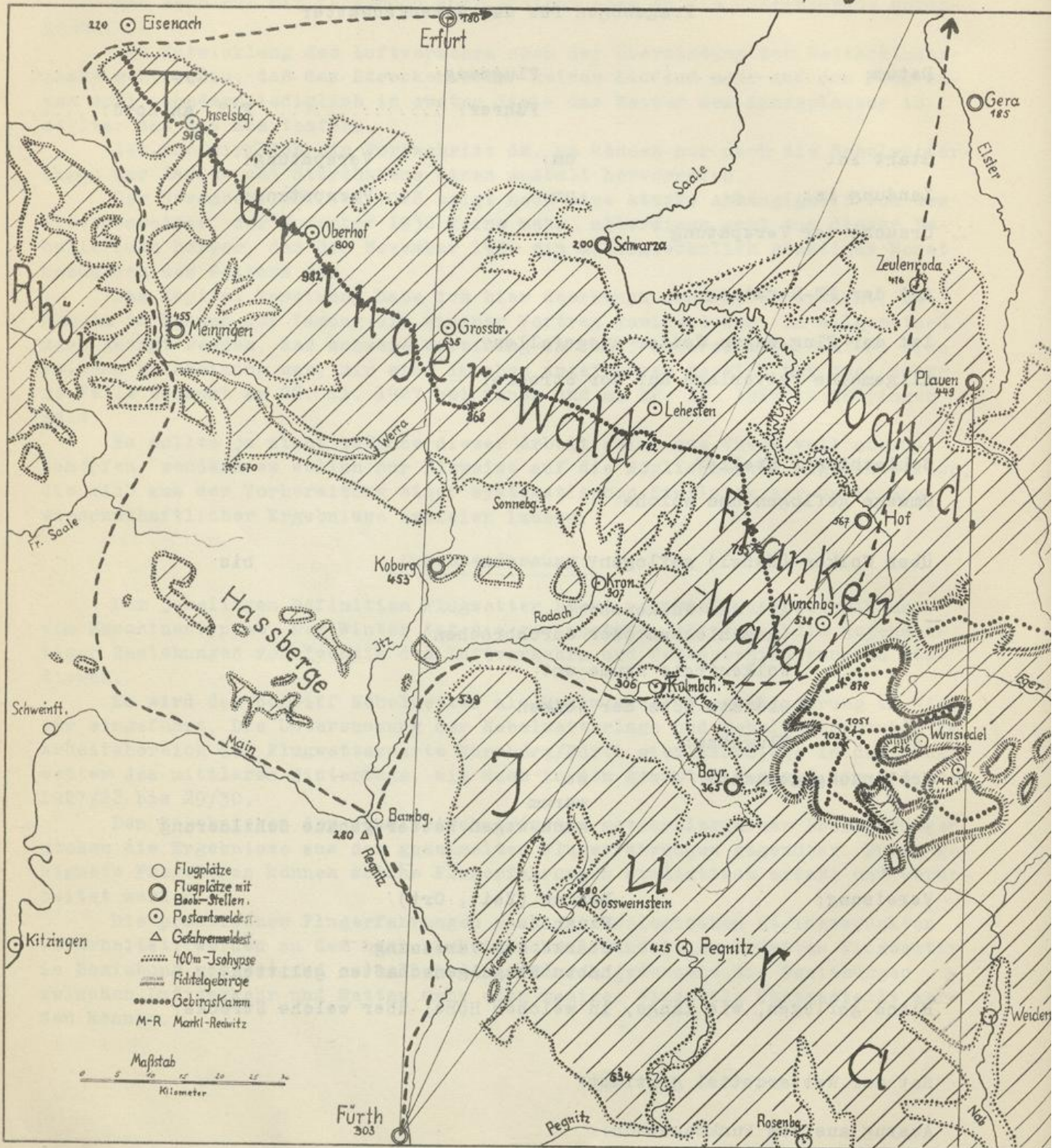
Vereisung: Beginn (Zeit, Ort)
Flughöhe
Stärke der Vereisung
haben Flugeigenschaften gelitten?

Blind geflogen, wie lange, in welcher Höhe, über welche Strecke:

Hat der Wetterzettel gestimmt?

Auszug aus dem Funktagebuch:

Karte zur Flugsicherung Fürth nach Erfurt und Leipzig.



Erfahrungen über die Flüge München - Mailand.

Dr. L. Egersdörfer.

Ausgehend von der verkehrspolitischen Bedeutung der Alpen und der daraus entspringenden Notwendigkeit für den Flugverkehr, die Möglichkeit raschester Beförderung von Menschen und Fracht weitgehendst auszunutzen (Flugzeit München - Mailand 2 1/2, Eisenbahn 10 - 12 Stunden) wurden zuerst jene flugmeteorologischen Erfahrungen besprochen, wie sie sich bei den deutschen Mittelgebirgen im Laufe der Zeit herausgestellt haben. Im Anschluß daran folgte eine Übersicht der Erfahrungen, die, mit jenen konform, sich ergaben an den Hochgebirgsrandstrecken Zürich - München - Wien, sowie an der Hochgebirgstilstrecke München - Innsbruck. Sie können in zwei Worte zusammen gefaßt werden: Stauwirkung und Leewirkung, die durch den Föhn eine besondere Note erhält.

Da Bodenflüge, d. h. Flüge, bei denen die Erdsicht unter allen Umständen erhalten bleiben soll, trotz langer, auch oft schwer zu beratender Umwege, nur allzu häufig erfolglos abgebrochen werden mußten, auch wenn nur verhältnismäßig geringe Erhebungen (Fichtelgebirge, Thüringer Wald, Taunus) in Frage kamen, wurde von den ersten Versuchen 1926/27 an (Direktor Hailer, Flugkapitän Polte) die Durchführung der Alpenflüge als Höhenflüge mit 4500 m Mindesthöhe der vollbeladenen Maschine angelegt. Diese Voraussetzung hat sich als durchaus berechtigt erwiesen und zwar so sehr, daß erst nach der Sicherstellung der Höhenflüge neuerdings Talflüge über die Alpen hinweg bei der Touristenstrecke des Jahres 1930 mit Zwischenlandungen in Innsbruck, Bozen und Trient eingeführt wurden. Da München nur für die Beratung der bereits bekannten Teilstrecke nach Innsbruck in Frage kam, läßt sich darüber nur soviel sagen, daß für ihre Durchführung oft allein das Wetter am Brennerpaß in Frage kam. Daß die für die Expresstrecke nach Mailand vorliegende Übersicht auch von den Piloten der Touristenstrecke gerne eingesehen wurde entspricht ganz dem neuerlichen Bestreben der Führer, sich schon von ihren Anfangsflughafen aus über die ganze zu durchfliegende Strecke zu orientieren. Die Schilderung der umfangreichen Bodenorganisation, die im wesentlichen auf die Initiative Deutschlands hin ausgebaut wurde und wegen der Heranziehung des Auslandes (Schweiz, Österreich, Italien) erst nach und nach in Gang kommen konnte, ergab, daß eigentlich drei Flugwege zur Verfügung stehen, die kurz in schematischem Bilde nach ihren Vor- und Nachteilen erläutert wurden. Der erste geht durch das Rheintal mit dem Splügen (2100 m) oder dem großen St. Bernhard (2400 m) als Paß, der zweite hat als Leitlinie die Inntäler des Ober- und Unterengadin mit dem Majolapaß (1800 m) und der dritte führt über Brenner (1400 m) und Etschtal zum Gardasee und in die Poebene hinaus. Während der Inntalweg aus verschiedenen Gründen nie befliegen wurde, sind Rheintalweg und Brenner flugmeteorologisch mindestens gleichwertig; der Ausbau des ersten Weges neben dem heute allein befliegenen Weg über den Brenner muß das Ziel der Anstrengungen des nächsten Jahres bleiben.

Nach einem rohen klimatologischen Überblick über die Rolle der Alpen als Wetterscheide, deren Nordseite durchaus dem Austauschsystem zwischen Roßbreiten und polarer Zone angehört, während die Südseite infolge der Umfassung der Poebene durch die Alpen von der allgemeinen Zirkulation weitgehend abgeschlossen ist, wurde kurz noch die verschiedene Häufigkeit der Fronten nach Art, Auftreten und Stärke zu beiden Seiten der Alpen gestreift und dann eine schematische Übersicht über die wichtigsten flugmeteorologischen Erscheinungen in den Alpen gegeben.

Stauwirkung: Sie kennzeichnet sich durch eine bedeutende Auftürmung der Wolken bis zu 3500 - 4000 m, verbunden mit anhaltenden Niederschlägen von Regen, ab 2000 m auch im Sommer nicht selten in Schnee übergehend. Während in den

den Tälern die Sicht dadurch bis auf wenige Hunderte von Metern herabgedrückt wird, ist oberhalb der genannten Höhe der Himmel oft schon ganz rein. Einzelne Wolkentürme werden durch die starken Winde des herrschenden Rückseitenwetters umgelegt und zerrissen.

Föhn: (Luftfall in Analogie zum Wasserfall) ist an der Nordseite der Alpen häufig, an der Südseite, besonders im Sommer, sehr selten. Er ist stark orographisch bedingt (Tal von Mittenwald, Achenseeschlucht) und weist die stärksten Vertikalbewegungen auf, die sonst in der Atmosphäre nur bei Gewittern angetroffen werden. Sie gehen oft bis zum Boden durch und werden deshalb, da das "schöne" Föhnwetter sie nicht erwarten läßt, dem Unvorbereiteten gefährlich. Über den Zentralalpen türmt sich die bekannte Föhnmauer oft bis zu 5000 m Höhe auf, unterhalb deren bis weit in die Täler der Südalpen hinein anhaltende Regenfälle niedergehen. Man weicht den Föhn am besten dadurch aus, daß man bereits über der bayrischen Hochebene möglichst Höhen über 5000 m, evtl. unter gewissem Zeitverlust für das Aufsteigen, zu gewinnen trachtet.

Gewitter: Sie sind beachtenswert ob ihrer starken täglichen und jährlichen Periode, auf die der Flugplan derart Rücksicht nehmen muß, daß Flüge über den Zentralalpen von den Mittagsstunden ab möglichst vermieden werden. Gewittertürme können zwar umflogen werden, doch wird die in der Nähe solcher Türme häufige Böigkeitszone welche wegen der scharfen und harten Stöße für Maschine, Piloten und Passagiere gleich unangenehm sind, nicht immer völlig zu vermeiden sein. Bis weit in den Spätnachmittag hinein können Gewitterherde über den Alpen bis zu Höhen von 7000 m und mehr hinaufreichen, wenn in der Ebene die kleinen Schönwetterwolken schon längst wieder aufgelöst sind.

Besonnung: In den engen südlichen Alpentälern überhitzen sich bei heiterem Wetter die Luftmassen oft derart, daß sich starke lokale Böen ergeben, welche Start und Landung bei schweren Maschinen und kleinen Plätzen in den Mittagsstunden oft bis zur Unmöglichkeit gefährden.

Vereisung: Sie wird vielfach beobachtet bei Gewitterregen und kann sowohl durch Auftreffen unterkühlter Tropfen auf die meist oberhalb der 0-Grad Isotherme, deren höchste durchschnittliche Lage im Juli bei 3000 m liegt, fliegende Maschine oder Eintauchen der sehr kalten Maschine in warme Regenluft verursacht werden. Trotzdem scheint es, als ob über den Alpen, wo die Zahl der wirksamen Kondensationskerne nur 2/3 derjenigen an der Küste beträgt, die Vereisung etwas weniger häufig ist als am Meere (Wetterflüge Königsberg!). Es wurde immer nur Eisansatz, niemals Raufrost oder ähnliches, beobachtet. Die Führer trachten danach, solche Zonen möglichst rasch und zwar auch nach oben hin zu durchstoßen, weil beobachtet wurde, daß Eisansatz bei -17° in 5000 m Höhe von der Sonne weggetaut wurde (Flugkap. Baur).

Allgemeine Temperaturverhältnisse: Sie sind sehr rasch wechselnd und gehen von der meist sehr heißen Foebene (25° und darüber) auf $+10^{\circ}$ und weniger in 5000 m Höhe herunter. Einfrieren von Benzinzuleitungen, Kühlern, Staudüsen usw. wurde besonders bei Flügen in frischen Kaltluftmassen wiederholt beobachtet.

Böigkeit und Windströmungen: Abgesehen von den bereits erwähnten Föhn- und Sonnenböen wird in der Regel die stärkste Böigkeit auf der Nordseite der Alpen zwischen 2000 und 4000 m Höhe angetroffen. Im Einklang mit den Befunden bei Wetterflügen ist darüber mit einer deutlichen Abnahme der Böigkeit zu rechnen. Die Windströmungen können gerade über den Zentralalpen zu den stärksten, überhaupt beobachteten Werten anwachsen, lassen aber auf der Südseite der Alpen unterhalb deren Kammhöhe von 3000 m fast stets überraschend schnell nach, wofür wohl die bereits erwähnte Umfassung der Foebene durch das Gebirge verantwortlich zu machen ist.

In der Wolkenbedeckung soll nicht unerwähnt bleiben, daß es auch bei ganz geschlossenen Wolkendecken gewisse orographisch bedingte Löcher, meist am Anfang und Ende eines breiteren Tales (Chur, Bozen, Bodensee, Gardasee, Isarsee) gibt,

die besonders für Talflüge nutzbar gemacht werden könnten, wenn ihre systematische Erforschung genauere Anhaltspunkte für die Bedingungen ihres Auftretens geliefert haben wird.

Peilung: Auch über dem Hochgebirge, sind außer bei Gewittern und bei Dämmerung, keine besonderen Peilstörungen zu befürchten. Aus den vorstehenden Bemerkungen ergibt sich, welche Anforderungen an die Technik des Flugzeugbaus im weitesten Sinne gestellt werden müssen, um alle Gefahrenmomente auszuschalten. Neben der Ausstattung der fliegenden Maschinen mit Hilfsgeräten jeder Art muß dem Schutze des Einfrierens lebenswichtiger Teile der Maschine besonderes Augenmerk geschenkt werden. Der Vortrag wurde ergänzt durch die Diagramme eines Höhenschreibers sowohl von ruhigen wie von durch Föhn oder Kaltlufteinbruch gestörten Flügen. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Diagramme vom 20. und 29. September 1930 (hier nicht veröffentlicht), an denen Fall- und Steigböen (Föhn) von 300 - 400 m in rascher Folge zu erkennen sind. Für ihre Überlassung sei dem verdienten Piloten der Mailandexpressstrecke, Herrn Flugkapitän Baur, dem Referent außerdem viele Hinweise auf die hier geschilderten flugmeteorologischen Besonderheiten verdankt, auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Der Alpenflug wird seinem Charakter nach immer ein Höhenflug bleiben. Die Passagiere dieser Strecke werden kaum von den sich bietenden Naturwundern unberührt bleiben wollen; die Erfahrungen des Piloten aber sollen allen Führern zugute kommen, die auch auf Flachlandstrecken sich allmählich immer mehr dem zwar schwierigen, aber lohnenden Blindflug zuwenden wollen, der ihnen als Höhenflug manche Erleichterung ihrer Aufgabe bringen kann und aus dem für die Sicherheit des Luftverkehrs noch manche günstige Momente herauszuholen sind.

Die Vereisungsgefahr bei Flugzeugen.

Dr. H. Noth.

Meine Herren! Wir sind nunmehr in der Fliegerei allgemein, im Verkehrsflug im besonderen, in die Epoche des Blindfluges eingetreten. Damit ist ein Teil der Wettergefährdungen, denen ein Flugzeug ausgesetzt ist, abgeschwächt - ich denke dabei an das Verlieren des Gleichgewichtsgefühls durch mangelnde Sicht und dergl. - oder sogar ganz beseitigt. Neue Gefährdungen treten dafür jedoch in Erscheinung. Die unangenehmste davon ist die Vereisungsgefahr. Wegen des eingeschränkten Winterluftverkehrs haben nicht alle Flugwetterwarten in gleichem Maße die Wichtigkeit dieser Erscheinungen zu beobachten Gelegenheit gehabt; denn sie machen sich nur im Winter überall gleichmäßig, in den Übergangsjahreszeiten aber nur zeitweilig bemerkbar.

Es soll hier in diesem Fachkreise nur kurz von den Schäden gesprochen werden, die durch Vereisung sich bemerkbar machen. Es sind:

- 1.) Die Belastung durch das Gewicht des Eises
- 2.) Die Veränderung der aerodynamischen Eigenschaften durch Profilveränderung
- 3.) Die Veränderung der aerodynamischen Eigenschaften durch Veränderung der Außenhaut, die oftmals rau und höckerig wird, so daß die Luft nicht mehr so schnell abgleiten kann.
- 4.) Das Unbrauchbarwerden der Instrumente durch Verstopfung der Düsen
- 5.) Schwingungen, die durch ungleichmäßigen Eisansatz am Propeller hervorgerufen werden und sich sehr verstärken, wenn an der einen Propellerhälfte das Eis wegfliegt.
- 6.) Störungen im Funkverkehr

7.) Störungen an den Steuerorganen, an Steuerklappen und Kühlerklappen.

Die Störungen zu Punkt 4 und 6 konnten durch geeignete Maßnahmen bereits völlig behoben werden.

Gegen die Vereisung hat man verschiedene Mittel vorgeschlagen und auch bereits ausprobiert. Es ist bekannt, daß in Deutschland die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt mit chemischen Mitteln gearbeitet hat, daß ein Teil dieser Mittel an und für sich wirksam ist, sich jedoch so schnell verbraucht, daß sie für die Praxis keine Bedeutung haben. Heizen der Flächen und ähnliche Vorschläge sind technisch so gut wie unmöglich, es bleibt letzten Endes noch der amerikanische Vorschlag übrig, durch Überziehen der Teile, die am meisten der Vereisung ausgesetzt sind, mit Gummihäuten, die bei Eisansatz aufgeblasen und wieder leergelassen werden können, die Eiskruste zum Abblättern zu bringen. Obgleich mit dieser Methode angeblich gute Erfolge gemacht worden sind, so stehen doch technische Bedenken so entgegen, daß wohl eine Verwendung in der Verkehrsluftfahrt so gut wie ausgeschlossen sein dürfte. Einmal ist nämlich die Dauerbelastung für die Maschine recht unangenehm und nebenbei fragt es sich noch, ob nicht doch ab und zu die Methode versagt. Außerdem kann man diese Schutzwirkung nicht auf alle betroffenen Teile übertragen, das Verstopfen von Düsen und den Eisansatz am Propeller kann man damit sicherlich nicht vermeiden. Wenn man den Unannehmlichkeiten auch teilweise noch auf andere Art beikommt, wie z. B. durch das Heizen der Düsen, so bleibt doch immer noch recht viel übrig.

Meteorologisch muß nun zuerst geklärt werden, von welchen Verhältnissen die Stärke der Vereisung abhängt. Die Art der Vereisung hängt stark von der Größe der dabei beteiligten unterkühlten Wassertropfen ab. Es ist bekannt, daß große Tropfen eine Maximalfallgeschwindigkeit von etwa 7 msk haben, daß aber sehr kleine Tropfen fast schweben. Bei einer mittleren Flugzeuggeschwindigkeit von etwa 50 msk treffen also kleine Wassertropfen fast genau von vorn auf die Maschine, bei großen Tropfen aber ist die Auftreffrichtung nicht mehr genau horizontal, sondern unter einem gewissen Winkel von oben her. Dementsprechend muß dann auch die Art des Eisansatzes eine andere werden. Die Größe der Tropfen differenziert aber den Eisansatz auch noch in anderer Weise. Kleine Tropfen haben eine kleine Masse, eine im Verhältnis zu ihrer Masse aber große Oberfläche, demgemäß auch eine sehr viel größere Reibung gegenüber der sie umgebenden Luft. Große Tropfen sind viel selbständiger, während kleine Tropfen die Bewegung der Luftmasse beinahe so mitmachen als ob sie Teile davon wären. Diese umfließen deshalb mit der Luftmasse die Fläche in ihrer ganzen Ausdehnung. Wenn die Luft, die kleine Wassertröpfchen enthält, beim Umfließen der Flächen natürlich auch in erster Linie die Wassertröpfchen an den vordersten Teilen abgibt, so wird doch zweifellos bei feinem Regen die Vereisung viel weiter nach hinten gezogen als bei großtropfigem Regen.

Die Stärke des Eisansatzes hängt nun einmal von dem Wassergehalt der durchflogenen Luftmasse ab, dann von der relativen Geschwindigkeit des Flugzeuges gegen die Tröpfchen, drittens von der Zeit und viertens von dem Sinus des Auftreffwinkels. Diese Zusammenhänge möchte ich an Hand eines Gedankenexperimentes erläutern: Man denke sich ein Flugzeug während eines unterkühlten Regens senkrecht auf den Boden gestellt, so daß die Tropfen die Flächen genau so treffen, wie das während des Fluges der Fall ist. Wenn das Flugzeug in dieser Lage stillsteht, so wird sich auf der Stirnseite der Flächen, die von den Regentropfen genau so getroffen wird wie der horizontale Erdboden, also ungefähr senkrecht, auch genau die gleiche Vereisung einstellen, wie sie am Erdboden beobachtet wird. Es kommt auf die Zahl der Tropfen an, die in der Zeiteinheit die Flächeneinheit treffen. Wenn die Fallgeschwindigkeit der Regentropfen plötzlich größer würde, so müßte auch die Vereisung schneller erfolgen.

Die Vergrößerung der Fallgeschwindigkeit der Regentropfen in Bezug auf das Flugzeug kann aber auch dadurch erfolgen, daß man das Flugzeug gegen die Tropfen bewegt, also in diesem Falle es senkrecht nach oben fliegen läßt. (Um die Verhältnisse nicht zu kompliziert zu gestalten, wollen wir bei dieser Betrachtung vorerst von dem mehr oder weniger modifizierenden Einfluß der Strömung um die Flächen, die die Tropfen mitreißt, absehen). Dann wird, wenn das Flugzeug z. B. mit der Fallgeschwindigkeit der Tropfen nach oben fliegt, die Relativgeschwindigkeit der Tropfen zum Flugzeug auf das Doppelte vergrößert, so daß auch die doppelte Zahl der Tropfen in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit gelangt wie am stillstehenden Erdboden, mithin die Vereisung doppelt so schnell erfolgt wie an der Erdoberfläche bzw. an einem Flugzeug, das am Erdboden in der geschilderten Stellung gehalten wird. Läßt man aber das Flugzeug mit Flugzeuggeschwindigkeit (etwa 50 m p. s.) nach oben fliegen, so muß die Vereisung etwa 7 mal so schnell vor sich gehen wie an dem stillstehenden Flugzeug bzw. dem Erdboden, wenigstens bei großen Regentropfen, deren Fallgeschwindigkeit etwa 7 m p. s. beträgt. Kleinere Tropfen fallen langsamer, bei sehr kleinen wird die Fallgeschwindigkeit praktisch fast Null. Damit wird aber auch der Unterschied zwischen der Vereisung am Erdboden und der Stirnseite der mit Flugzeuggeschwindigkeit nach oben fliegenden Maschine immer größer. Als äußersten theoretischen Fall kann man sich denken, daß die Tropfen so klein sind, daß sie stillstehen, also schweben, Dann ist die Vereisung am Erdboden gleich Null, an dem Flugzeug kann sie aber sehr erheblich sein. Es kommt also hier auf die Menge des in der Luft vorhandenen Wassers an, Weiterhin sahen wir oben, daß es auf die Relativgeschwindigkeit der zu vereisenden Fläche zu der die Wassertröpfchen enthaltenden Luft ankommt. Schließlich ist die Vereisung auch der Zeit proportional, welche die Vereisungsvorgänge dauern, Weiterhin ist ohne weiteres klar, daß die Stärke des Eisansatzes von der Neigung abhängt, unter der die vereisende Fläche von den unterkühlten Tropfen getroffen wird. Eine einfache Überlegung ergibt, daß die Vereisung wieder proportional dem Sinus des Winkels ist, den die Fläche mit der Auftreffrichtung der Tropfen bildet. Man kann also für den angenommenen Fall die Stärke der Vereisung auf die Formel bringen:

Vereisung (für die Flächeneinheit) = Wassergehalt (für die Raumeinheit) x Relativgeschwindigkeit x Zeit x Sinus des Auftreffwinkels.

In der Wirklichkeit sind die Verhältnisse gegenüber dem angenommenen Fall nicht wesentlich verschieden. Denkt man sich die Regentropfen in der Luft stillstehend, so kommt man genau zu den gleichen Ergebnissen. Bei fallenden Tropfen addiert sich zu der Auftreffrichtung unmittelbar von vorn eine Vertikalkomponente, so daß die resultierende Auftreffrichtung je nach dem Verhältnis von Flugzeuggeschwindigkeit zu Tropfenfallgeschwindigkeit mehr oder weniger gegenüber der Horizontalen geneigt ist.

Bei den vorstehenden Überlegungen haben wir - wie bereits oben bemerkt - von dem Einfluß abgesehen, den das Ausweichen und Umfließen der Luft vor dem Flugzeug verursacht, insofern, als die ausweichende Luft auch Wassertropfen mitreißt. Wir haben weiter oben gesehen, daß dieser Einfluß verschieden ist je nach der Größe der Wassertropfen. Will man zu einer genaueren Formel kommen, in der auch diese Verhältnisse berücksichtigt sind, so muß man noch eine Konstante einfügen, die einmal von der Größe der Wassertropfen und der Viskosität der Luft abhängt (letztere wieder von Druck und Temperatur), dann aber auch von den speziellen Eigenschaften jedes Flugzeuges, insbesondere von seinen aerodynamischen Verhältnissen, sowie seiner Oberflächenbeschaffenheit.

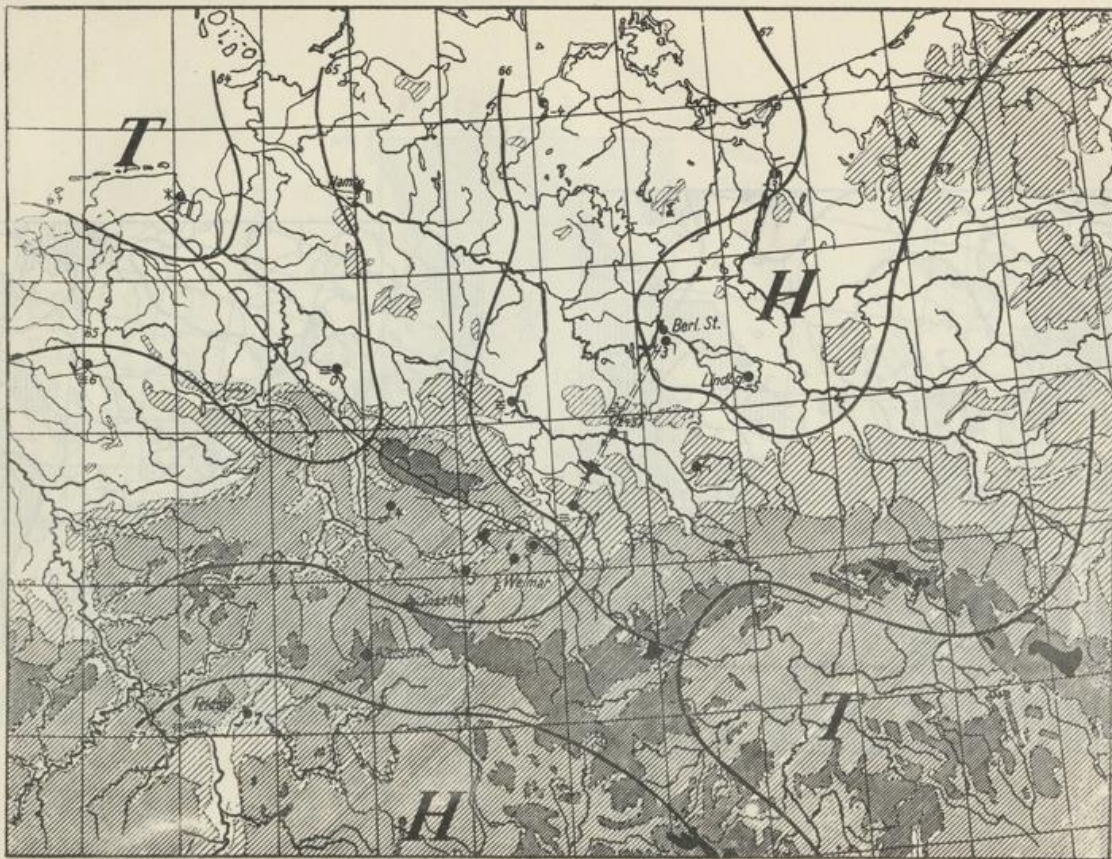
Aus dem Obigen ergibt sich ohne weiteres für die Praxis, daß bei schnell ziehenden Wolken, aus welchen kleine, sehr langsam fallende Tröpfchen niedersinken, die Vereisung des Erdbodens wegen des sehr kleinen Auftreffwinkels sehr gering ist - die Tröpfchen schweben sozusagen in der Luft darüber hinweg -

die Vereisung des Flugzeuges wegen der wesentlich größeren und immer gleichbleibenden relativen Geschwindigkeit und dem großen Auftreffwinkel an den Stirnflächen aber ungleich größer sein muß. Ferner kann natürlich die Vereisung sehr stark werden, wenn das Flugzeug in der Längserstreckung der Zone unterkühlten Regens fliegt, also die Zeit groß wird.

Den Flugmeteorologen interessiert in erster Linie die Wetterlage, bei der Vereisung eintritt; denn nur, wenn er dieselbe kennt, kann er eine zuverlässige Warnung in seiner Prognose abgeben. Selbstverständlich sind die Lagen, bei denen Vereisung eintritt, so zahllos wie die Wetterlagen selbst, so daß eine immer zutreffende Regel sich nicht herauschälen läßt. Immerhin ergeben sich aber bestimmte charakteristische Wetterlagen, bei denen - günstige Vorbedingungen vorausgesetzt - Vereisung eintritt. Es wurden mehrere Fälle von Vereisung untersucht; das Ergebnis soll hier dargestellt werden.

Fall 1: Flug Halle/Leipzig - Berlin am 23. Januar 1928.
Start in Halle/Leipzig 13,27 Uhr; Zwangslandung in Klebitz um 14,08 Uhr. Die Maschine hatte vor Wittenberg plötzlich Eis angesetzt. Hinter Wittenberg wurde der Eisregen stärker. Die Vereisung der Maschine war innerhalb von 10 Minuten so stark geworden, daß die Landung mit Voll- und Höhengas stattfinden mußte. Die Tragflächen hatten auf der Stirnseite 1 1/2 bis 2 cm, die Schutzscheiben vor dem Führersitz 2 bis 3 cm Eis angesetzt. Die Wetterlage für diesen Flug zeigt Figur 1. (siehe auf Seite 67).
Man sieht, daß sich eine Tiefdruckfurche etwa von Bremen nach Prag zieht und auf der Westseite dieser Furche Warmluft von etwa +5 Grad einströmt. Auf der Ostseite sind die Temperaturen unter Null. Diese Wetterlage hatte sich ziemlich hartnäckig mehrere Tage gehalten, doch war vorher kein unterkühlter Regen beobachtet worden. Starke Niederschlagstätigkeit setzte erst mit dem 23. Januar ein, zur gleichen Zeit fing die Tiefdruckfurche an, sich in Bewegung zu setzen, so daß sie am 24. Januar hinter Berlin und Lindenberg, am 25. Januar hinter Riga lag. Es ergibt sich daraus, daß der unterkühlte Regen und damit die Vereisung der Maschine in den Zeitpunkt fällt, in welchem die Warmluftmassen größere Aktivität entfalteteten. Die Ursache zur größeren Aktivität steht wieder in unmittelbarem Zusammenhange mit einem in der Warmluft erfolgenden Druckanstieg. Die Großwetterlage ist aus Abbildung 2 a und 2 b zu erkennen, die aerologischen Verhältnisse aus Abbildung 2 c und 2 d. (Figuren siehe Seite 68 und 69).

Fall 2.



Figur 1

(1245) = Zeit der Beobachtung

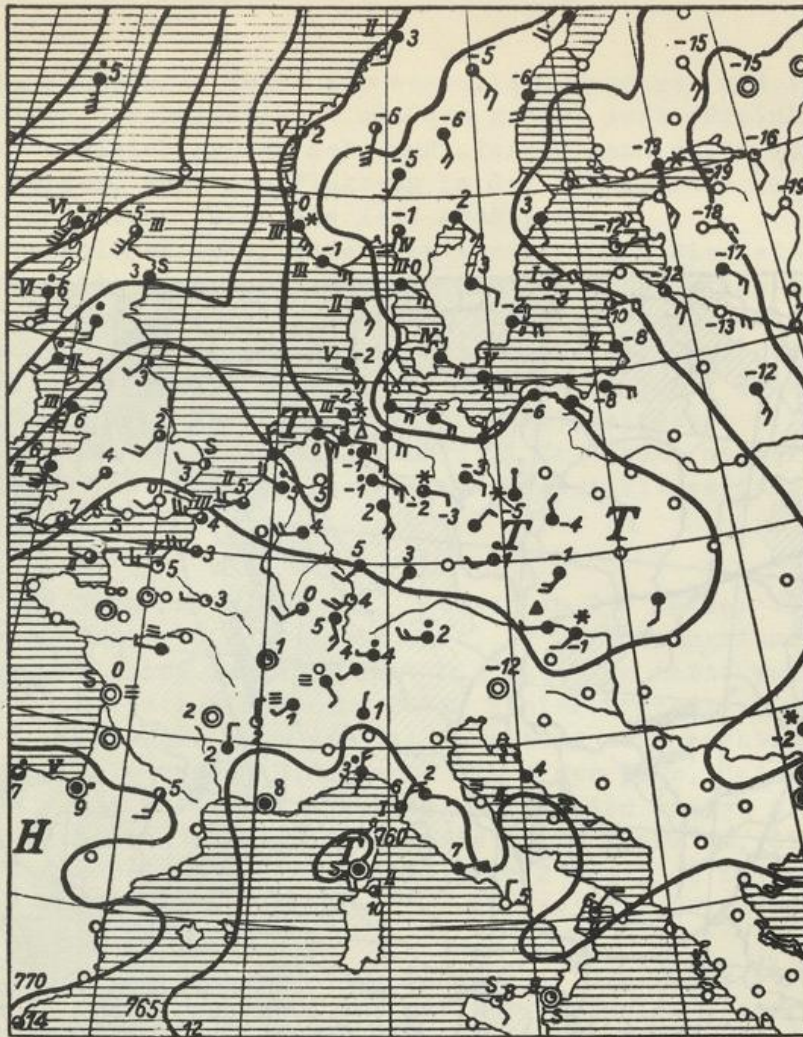


Abbildung 2 a

Wetterlage am 23. 1. 1928. 0800

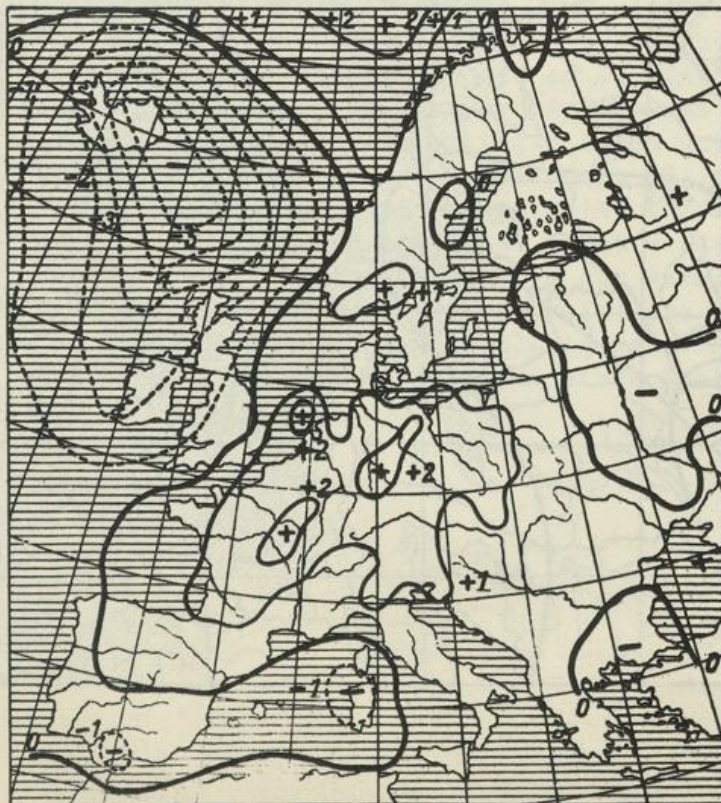


Abbildung 2 b

Luftdruckänderung 23. 1. 1928 von 0500-0800

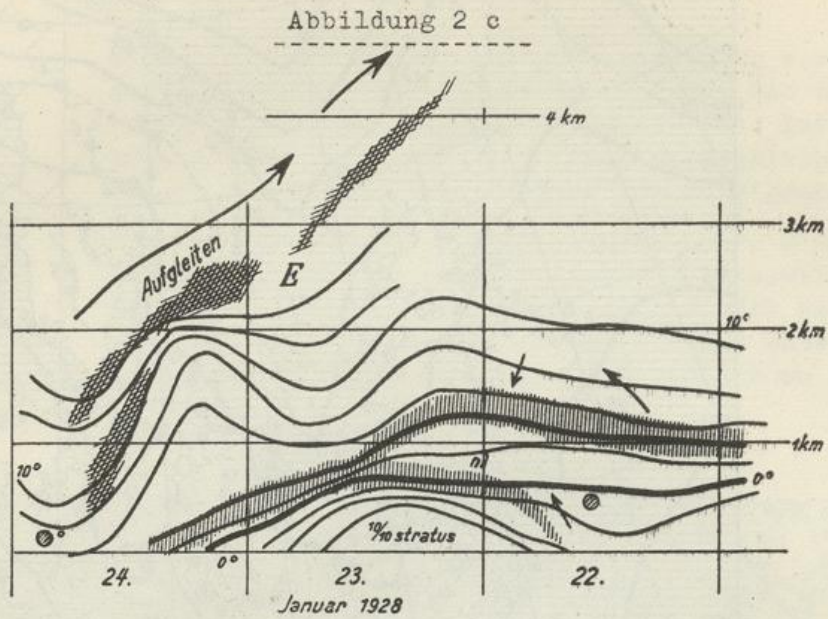
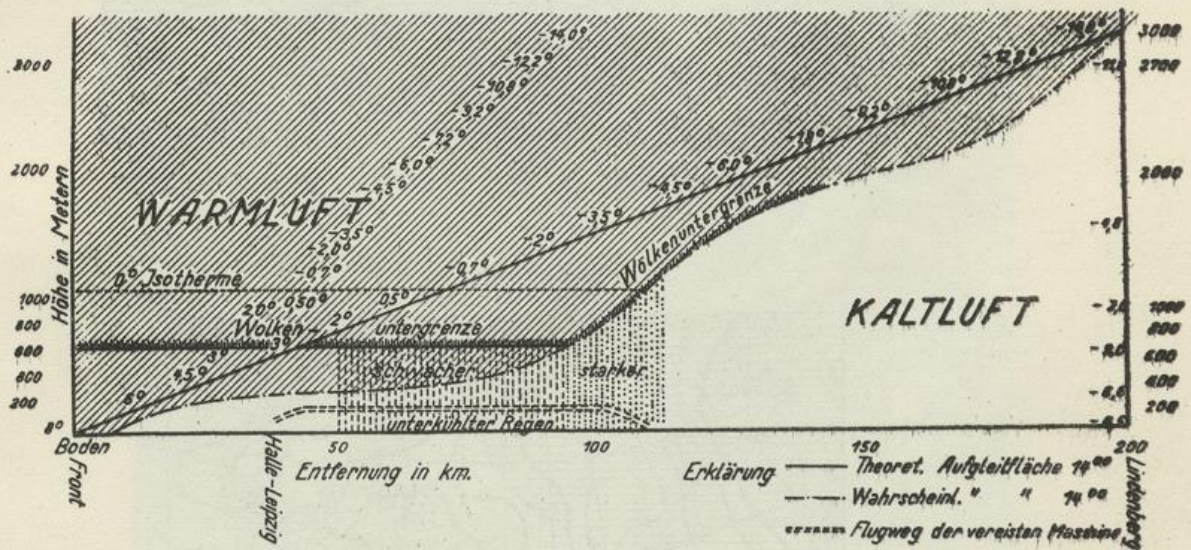


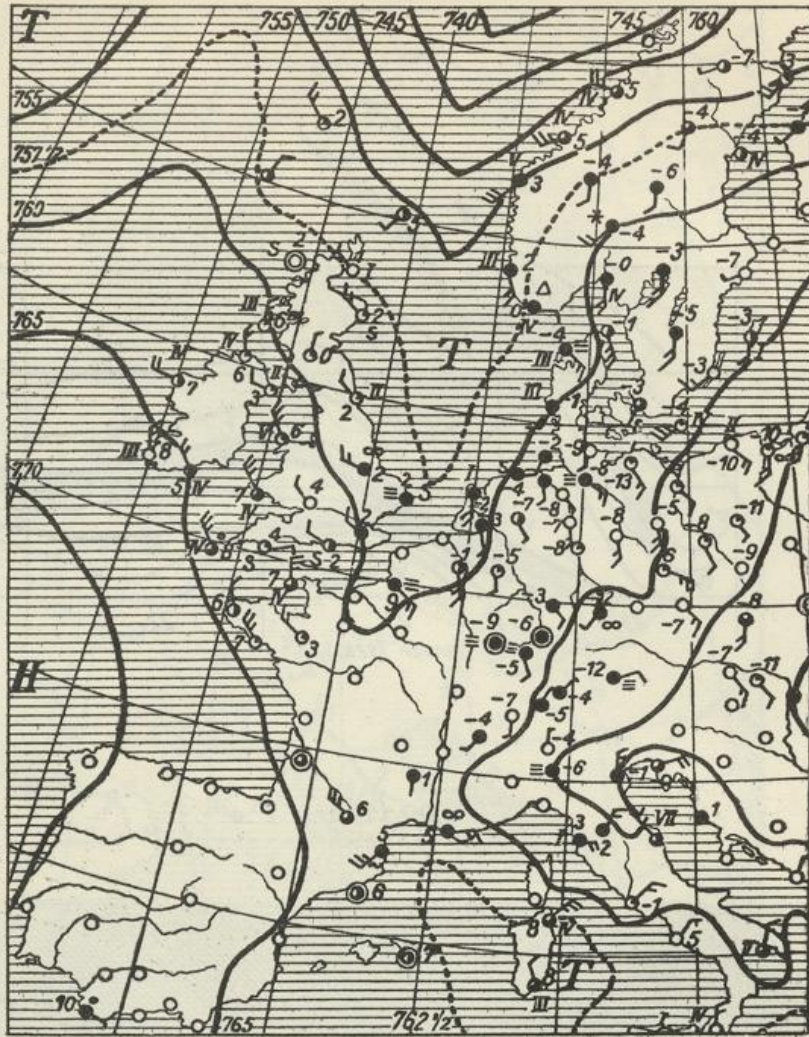
Abbildung 2 d



Querschnitt Front - Lindenberg am 23. 1. 1928. 1400

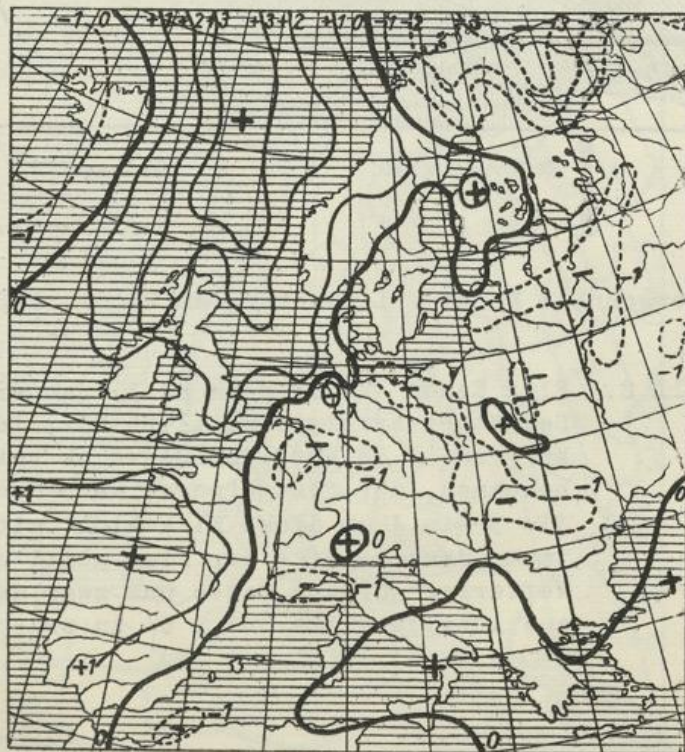
Fall 2. Flug Essen - Amsterdam am 3. Januar 1928, Der Start erfolgte um 11,25 Uhr, Zwangslandung in Soesterberg um 11,50 Uhr. Von Cleve ab hatte die Maschine Regen bekommen, der festgefroren war. Nach der Landung wurde die 3 bis 4 mm dicke Eisschicht mit heißem Wasser abgetaut, danach wurde der Flug glatt zu Ende geführt. Die Wetterlage dieses Tages und zwar der 8 Uhr-Termin ist aus Abbildung 3 a und 3 b zu erkennen. (siehe Seite 70).

Abbildung 3 a



Wetterlage am 3. 1. 1928. 0800

Abbildung 3 b

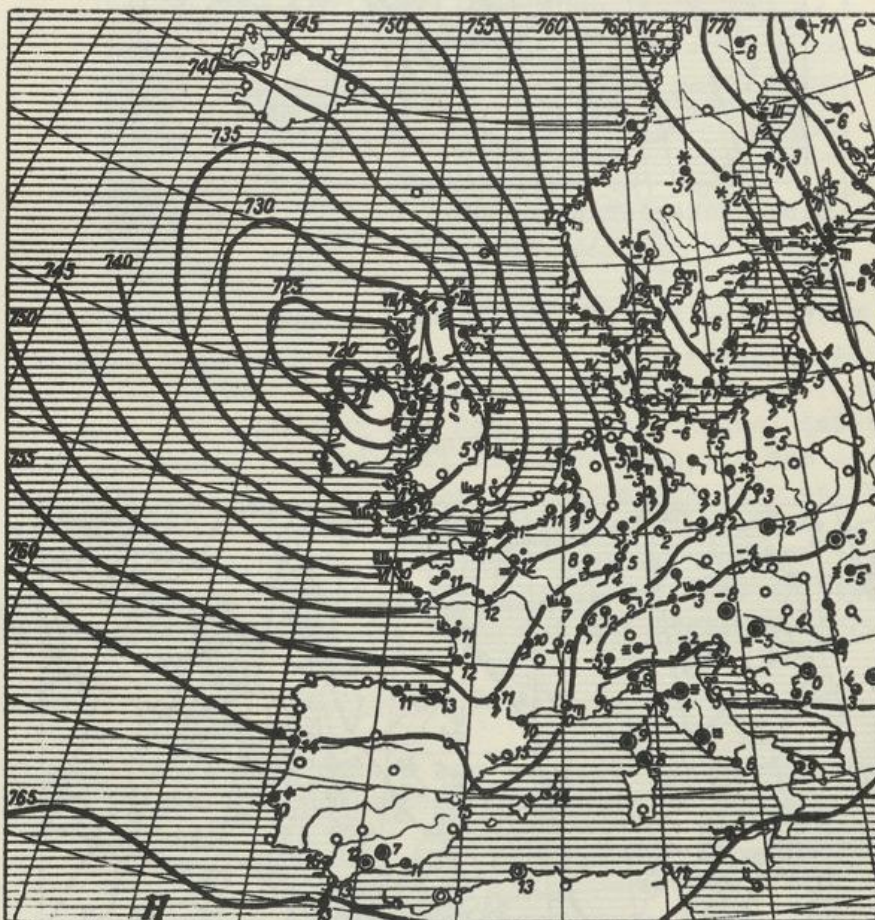


Luftdruckänderung am 3. 1. 1928. 0500-0800.

Wieder ist ein scharfer Temperatursprung vorhanden, indem auf der Vorderseite der Strömung Frost bis zu -9 Grad herrscht, während auf der Rückseite eine Luftmasse von etwa +7 Grad vorhanden ist. Charakteristisch ist wieder das in der Warmluft vorhandene Drucksteiggebiet.

Fall 3: Ein starker Regen bei Temperaturen unter 0 Grad führte am 25. Dezbr. 1929 in Hamburg starke Glatteisbildung herbei. Es handelt sich um einen Feiertag, an dem kein Luftverkehr stattfand, so daß keine Schwierigkeiten entstanden. Die Wetterlage ist aus Abbildung 4 a und 4 b zu erkennen.

Abbildung 4 a

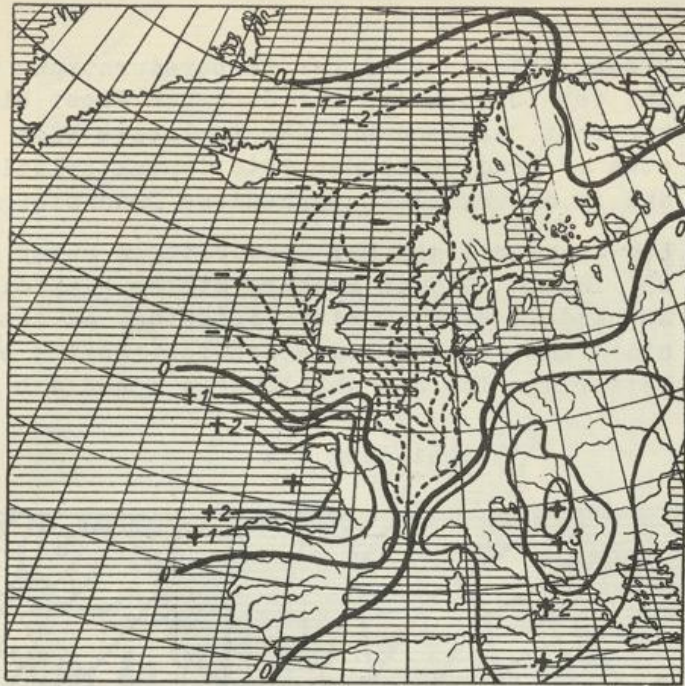


Wetterlage am 25.12.1929. 0800.

Auch diesmal ist wieder ein scharfer Temperatursprung mit Frost im Osten und Temperaturen bis zu +12 Grad im Westen charakteristisch. Auffallend ist weiterhin das Steiggebiet in der Warmluft.

Fall 4: Flug Mailand - Trient - München vom 22. September 1928. Die Maschine startete bei starkem Regen in Mailand, flog dann aber aus dem Regengebiet heraus, landete und startete bei schönem Wetter in Trient, kam aber kurz nach dem Start in 5000 m Höhe in Wolken. Zeitweiser Durchblick ließ erkennen, daß die Wolkendecke schätzungsweise 7000 - 8000 m hoch war. Das Flugzeug war gezwungen 1 1/4 Stunde lang ohne Bodensicht ununterbrochen im Nebel zu fliegen. In der Wolke schneite es stark bei -15 Grad. Der Schnee setzte sich an allen Teilen fest, wobei sich gleichzeitig noch eine Eiskruste bildete.

Abbildung 4 b



Luftdruckänderung am 25. 12. 1929. 0500-0800

Die Wetterlage ist aus Abbildung 5 a und 5 b zu erkennen.

Abbildung 5 a

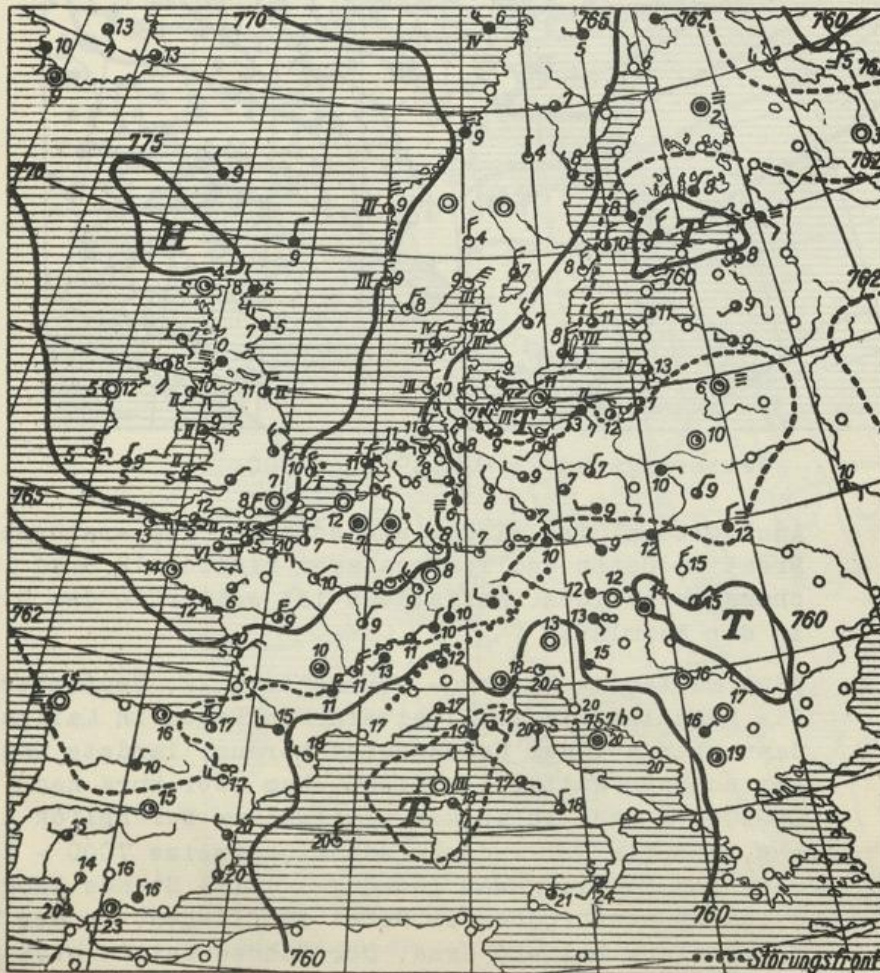
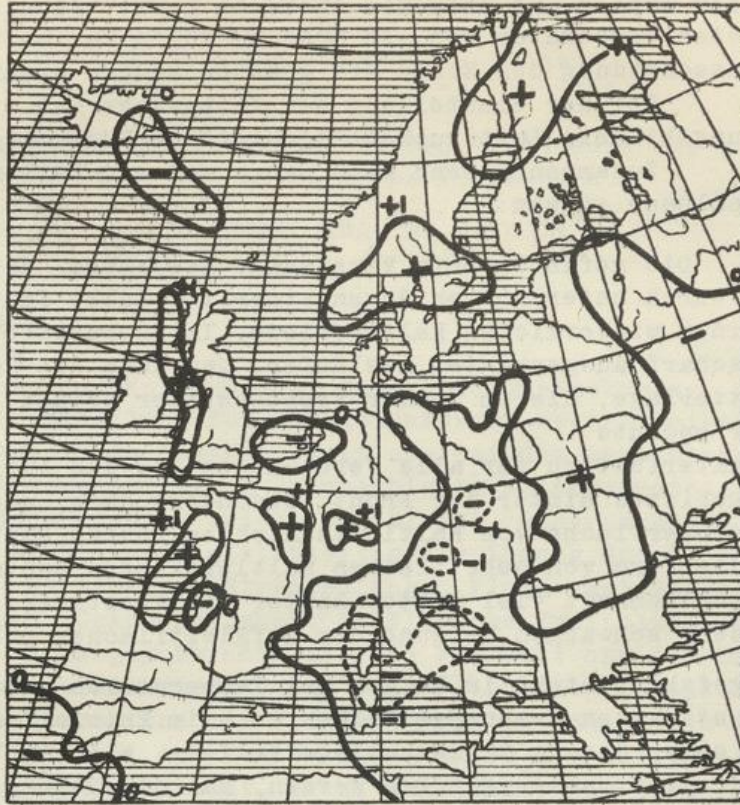


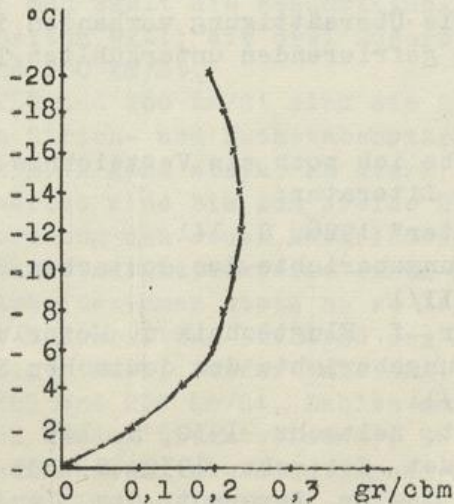
Abbildung 5 b



Eine Störungszone bildete sich von Nordwesten nach Südosten über die Alpen hinweg und verursachte starke Kondensationserscheinungen, die sich als Bewölkung mit Schnee, unten Regen, äußerten. Die Wolke hat, wie man mit Sicherheit annehmen kann, in dem durchflogenen Teil aus unterkühlten Wassertröpfchen bestanden, die bekanntlich bis zu einer Temperatur von etwa -20 Grad sich in flüssigem Aggregatzustand halten können. Durch die unterkühlten Tröpfchen wurden die Schneeflocken zusammen gekittet. Die Wolkenluft war in Bezug auf Wasser mindestens gesättigt, in Bezug auf Eis bestimmt übersättigt.

Abbildung 6

Übersättigung in g Wasser pro cbm Luft bei verschiedenen Temperaturen in 100 % gemessener relativer Feuchtigkeit.



Wie Abbildung 6, die einer Arbeit von Dr. Kopp entnommen ist, zeigt, ist die Wassermenge, die durch den Unterschied der Sättigung über

über Wasser und über Eis zustande kommt, gerade bei der beobachteten Temperatur von -15 Grad in ihren Maximalwerten, so daß die Ausscheidung des Eises die größten Mengen ergab.

Bei der Beurteilung der Wetterlage ist wieder das stark ausgebildete Luftdrucksteiggebiet der Rückseite zu beobachten.

Zusammenfassend kann man aus den 4 Fällen folgende Schlüsse ziehen:

- 1.) Die gefährlichste Vereisung, diejenige, die in einem Kaltluftkissen durch unterkühlten Regen eintritt, fällt fast immer in den Abschluß einer winterlichen Kälteperiode. Im Isobarenfelde zeigt sich meist ein scharf ausgeprägter Ausläufer. Man kann die Regel aussprechen, daß die Wetterlage, die im Sommer Frontgewitter bringt, im Winter Vereisungsgefahr bedeute.
Charakteristisch für alle Vereisungen ist das Auftreten eines Luftdrucksteiggebietes hinter der Front, besonders dann, wenn dort Warmluft ist. Da die Oberfläche von Kaltluftschichten häufig stark eingebault ist und sogar die Form von sehr flachen Kaltluftkissen annimmt, besteht oft Vereisungsmöglichkeit viel weiter hinter der Frostgrenze, als man auch aus einer sehr schwachen Neigung der Aufgleitflächen schließen kann.
- 2.) Vereisungsgefahr besteht in Wolken bei Temperaturen unter 0 Grad immer. Sie ist am stärksten, wenn die Wolken noch im Entwicklungsstadium stehen, bzw. wenn sogar daraus Niederschläge fallen, also in bzw. über Fronten, wenn also die Luftmassen gehoben werden. Hat die Hebung aufgehört, so tritt ein Gleichgewichtszustand in der Wolke ein, die Vereisungsgefahr ist schon geringer. Beim Absinken der Luftmassen beginnt das Abtrocknen der Wolke. Eine abtrocknende Wolke ist noch weniger gefährlich. Das Stadium der Wetterkarten läßt erkennen, welche Vorgänge im Wolkenniveau vor sich gehen. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte kann ein Urteil über die Vereisungsgefahr abgegeben werden. (Nach Beobachtungen von Wetterflugstellen scheinen aber noch andere Einflüsse wirksam zu sein, vielleicht elektrische).
- 3.) Die Stärke der Vereisung hängt ab von der Menge der in der Raumeinheit Luft vorhandenen unterkühlten Wassermenge flüssiger Form, von der Relativgeschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber diesen Tröpfchen, von dem Sinus des Auftreffwinkels und der Zeit; außerdem aber noch von der Größe der Wassertropfen, von der Viskosität der Luft und den speziellen Eigenschaften des Flugzeuges.
- 4.) Schneefall in Wolken, der an und für sich harmlos ist, wird zur Gefahr, wenn die Wolken unterkühlte Wassertröpfchen enthalten oder wenn in Bezug auf Wasser oder Eis Übersättigung vorhanden ist. Dann wird der Schnee durch die schnell gefrierenden unterkühlten Tropfen an die Flächen ange kittet.

Im Anschluß gebe ich noch ein Verzeichnis der bisher über dieses Thema erschienenen deutschen Literatur:

Noth, "Das Wetter" 1926, S. 141

Hebner, Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes I/25

Kopp, ebenda, II/1

Koppe, Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt 1929, Berson-Heft

K. Keil, Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes V/9

John, ebenda V/11

K. Wegener, Met. Zeitschr. 1930, S. 145

R.O. Steiner, Met. Zeitschr. 1930, S. 335

Noth, Arbeiten des Pr. Aeronaut. Obs. Lindenberg, XVI. Bd., Wissenschaftl. Abhandlungen, Heft G, "Die Vereisungsgefahr bei Flugzeugen".

Kurs - und Flugzeit - Sucher.

Zum Gebrauche auf Flugwetterwarten, besonders zur Funkberatung
un an Bord von Flugzeugen.

Dipl. Ing. H. John.

Zweck und Vorteil.

Die Elemente des Kurssuchers: Geschwindigkeitskreise, Radien für die Windrichtung und Gradteilung für die Kompassrose werden beibehalten, aber unter Verzicht auf gegenseitige Beweglichkeit wie bei den mechanischen Ausführungsformen des Kursfinders auf einem Zeichenblatte so angeordnet, daß das Kursdreieck stets im Gelände richtig orientiert bleibt, wodurch große Sicherheit im Arbeiten erzielt wird; womit gleichzeitig die Lösung der beiden in Frage kommenden Aufgaben: Aus Kartenkurs, Streckenlänge, Flugzeugeigengeschwindigkeit und Wind - Richtung und -Geschwindigkeit in Flughöhe Ermittlung von Kompasskurs (Vorhaltewinkel), Reisegeschwindigkeit und Flugzeit und die Umkehrung hiervon: Ermittlung der Höhenwindwerte aus den Flugergebnissen (Standortpeilungen), auch den technischen Angestellten der Flugwetterwarten zugänglich gemacht wird; der Meteorologe wird dann bei der Funkberatung durch die navigatorischen Arbeiten, die er nur zu überwachen braucht, nicht abgelenkt. Man wird für jeden schwierigen Flug ein Kurssucher-Blatt dem Blocke entnehmen, und alle Phasen der "Flugzeug-Verfolgung" einzeichnen; man behält dann die Unterlagen für spätere Besprechungen mit dem Flugzeugführer und für evtl. Verarbeitungen. Ein weiterer Vorteil des neuen Kursfinders liegt in der Möglichkeit der festen Einzeichnung der immer wieder zu beratenden planmäßigen Kurse und der Anschreibung der Flugzeiten längs dieser Kurse, wodurch die Vorbestimmung von Steuerkurs und Flugzeit in einer Minute erfolgen kann. Rechenarbeit kann in jedem Falle vermieden werden.

Beschreibung.

Die konzentrischen Kreise, die bei allen Kursfindern abwechselnd als Maßstab für die Flugzeugeigengeschwindigkeit v , die Reisegeschwindigkeit R und die Windgeschwindigkeit w dienen, sind im Abstände von 5 mm dünn gezeichnet, der 5., 15. und 25. Kreis (entsprechend 50, 150 und 250 km/St beim Arbeiten mit km/St und 25, 75, 125 sm/St beim Arbeiten mit sm/St) ist halbstark ausgezogen und der 10. und 20. Kreis (entsprechend 100 und 200 km/St, bzw. 50 und 100 sm/St) ist stark ausgezogen; man wählt die Beschriftung der Kreise, je nachdem man mit km/St oder sm/St arbeiten will; die drei äußersten (dünnen) Kreise bedeuten in km/St: 260, 270 und 280 km/St.

Zwischen den Kreisen 250 und 260 km/St sind die Bezeichnungen für die 32 teilig gezeichnete, durch Strich- und Buchstabenstärke 4 fach gekennzeichnete Windrose eingetragen (z.B. N ganz stark, NE stark, NNE schwach NzE ganz schwach); die Radien der Windrose sind bis zum Kreise 250 km/St durchgezogen.

Wesentlich für die Anordnung des neuen Kursfinders ist folgendes: Das Blatt trägt außerhalb der Geschwindigkeitskreise einen Pfeil mit dem Worte: "Norden". Das Blatt ist im Arbeitszimmer stets so zu legen, daß der Pfeil nach Norden zeigt. Dann zeigt die Beschriftung 360 Grad der Kompaßrose (Teilstriche in 3 verschiedenen Längen: Einer kurz, Fünfer halblang, Zehner lang, zwischen dem Geschwindigkeitskreise 260 und 270 km/St, Zahlen zwischen den Kreisen 270 und 280 km/St) ebenfalls nach Norden (rechtweisend), 90 Grad nach Osten, 180 Grad nach Süden, 270 Grad nach Westen, übereinstimmend mit Kompaß (rechtweisendem Kompaß) und Kartenkurs des Flugzeugführers. Dagegen ist die Bezeichnung für

die

die Windrichtungen im Sinne des mit dem Winde abtreibenden Freiballons oder Flugzeugs eingetragen, so daß also ein z. B. mit Südwind fliegender Freiballon nach Norden, also in Richtung der Kompaßzahl 360 Grad treibt; demzufolge steht bei 360 Grad das Wort "Südwind" angeschrieben, bei 90 Grad das Wort: "Westwind", bei 180 Grad "Nordwind" und bei 270 Grad "Ostwind". Also für die Windrichtungen gelten diese Worte und die entsprechenden Symbole für die Zwischenrichtungen; auch diese gewöhne man sich stets mit dem Worte "Wind" zu lesen, also z.B. "SzE-Wind"! Für die Himmelsrichtungen (Kurse) gelten die unbenannten Gradzahlen. Das Kursdreieck I (Ermittlung der Flugdaten aus den Windwerten).

Durch die vektorielle Gleichung $\vec{w} + \vec{v} = \vec{R}$ (Wind + Flug im Winde = Reise) wird erstens die Reihenfolge der Handgriffe und außerdem die denkbar einfachste und sicherste Kontrolle über die Richtigkeit der ausgeführten graphischen Operation festgelegt, die bei konsequenter Anwendung Irrtümer praktisch ausschließt. Die Flugzeugeigengeschwindigkeit (der skalare Wert v) wird der Meteorologe stets vom Flugzeugführer erfragen; denn nur der Pilot hat die praktischen Erfahrungen, welche Geschwindigkeit die Maschine tatsächlich besitzt in Abhängigkeit von der Motorendrehzahl, der Belastung, der Trimmung, der Flughöhe und der Luftunruhe, die bekanntlich ein äußerst wichtiger Faktor bei der Abschätzung der am Staudruckmesser anzubringenden, bei böigem Wetter durch dauerndes Ruderlegen verursachten Korrektur ist. Der Wert des Kursfinders für die navigatorische Flugberatung wird mit der verfeinerten Kenntnis und Erfahrung des Flugzeugführers steigen.

Zur Zeichnung des Kursdreiecks nimmt man jedenfalls die Flugzeugeigengeschwindigkeit v als bekannte skalare Größe in den Zirkel. Ferner zeichnet man den zu fliegenden rechtweisenden Kartenkurs im Kursfinder ein; der Skalawert der Reisegeschwindigkeit \vec{R} ist vorerst noch unbekannt. Bekannt ist der auf eine mittlere Flughöhe bezogene, aus einer Höhenwindmessung herausgegriffene, oder aus mehreren Messungen aus dem Gebiete der Flugstrecke durch Mittelbildung gewonnene Windvektor \vec{w} . Die Ausführung des Kursdreiecks erfordert jetzt nur einen Handgriff: Führe die Zirkelspitze vom Mittelpunkte des Kursfinders aus längs der Windrichtung bis zum Schnitte mit dem der Windgeschwindigkeit entsprechenden Geschwindigkeitskreise und stich hier ein. (Vorstellung: Das an einen Freiballon angehängte Flugzeug treibt eine Stunde lang mit dem Winde; die Strecke: Mittelpunkt des Kursfinders bis Zirkelspitze, wo man eine Pfeilspitze einzeichnet, stellt den stündlichen Windweg, den Windpfeil oder Windvektor \vec{w} dar). Schlage mit der Flugzeugeigengeschwindigkeit v , die ja vorher in den Zirkel gegriffen war, einen Kreis, bis das Zirkelblei den zu fliegenden Kartenkurs trifft. Verbinde die Punkte Zirkelspitze mit Zirkelblei; diese Strecke stellt den stündlichen Flugweg, innerhalb der strömenden Luft, den Vektor der Eigengeschwindigkeit \vec{v} , den "Flugpfeil" (nach Richtung, Größe und Pfeilsinn) dar; das tatsächliche Auszeichnen des Vektors \vec{v} führt man nicht mehr aus, sobald man einige Übung erlangt hat. (Vorstellung: Das Flugzeug wird von seiner Verbindung mit dem Freiballon gelöst und fliegt nunmehr mit eigener Kraft, jedoch bei gedachter völliger Windstille wieder eine Stunde lang bis zu seiner Berührung mit dem Reisekurs). Tatsächlich erfolgen beide Bewegungen gemeinsam: Das mit dem Windvektor \vec{w} (erster Summand der Gleichung) treibende Flugzeug fliegt innerhalb der treibenden Luft mit der Richtung und Geschwindigkeit des Flugvektors \vec{v} (Zweiter Summand der Gleichung). Das Ergebnis ist der Vektor der Reisegeschwindigkeit \vec{R} (Geschwindigkeit über Grund oder stündlicher Reiseweg). Dieser Vektor hat seine Wurzel wieder im Mittelpunkte des Kursfinders und deckt sich der Richtung nach mit dem vorher eingezeichneten Reisekurs. Seine Pfeilspitze trifft auf die Pfeilspitze des Vektors der Flugzeugeigengeschwindigkeit \vec{v} . Der Geschwindigkeitskreis, der die zusammenfallenden Spitzen beider Pfeile schneidet, ist der Skalawert des Vektors \vec{R} , die "Reisegeschwindigkeit". Verschiebt man den Vektor \vec{v} parallel zu sich selbst und verlängert man ihn in

Richtung

Richtung seiner Pfeilspitze bis zum Durchgang mit der Kompaßrose, so liest man den zu steuernden Kompaßkurs (rechtweisend!) unmittelbar ab. Die Differenz der Werte: Kompaßkurs (Steuerkurs) minus Kartenkurs ergibt den "Vorhaltewinkel". Alle drei Geschwindigkeitspfeile liegen richtig im Gelände orientiert; ebenso ist ohne weitere Überlegung zu erkennen, ob der Wind fördert oder hindert, und ob nach links oder rechts vorgehalten werden muß. Ermittlung der Flugzeit siehe unten.

Kontrolle: $\bar{w} + \bar{v} = \bar{R}$ (Wind + Flug im Winde = Reise).

Bereitet man das Sucherblatt durch Einzeichnen etwa mit roter Tusche der festen immer wieder zu beratenden Kurse (die man mit einer Pfeilspitze und der Kilometerangabe versieht) vor, so ergibt sich die Zusammenstellung der Handgriffe wie folgt:

Greife die Flugzeugeigengeschwindigkeit v (Skalarwert) in den Zirkel. Gleite mit der Zirkelspitze längs des Windvektors \bar{w} und stich an dessen Pfeilspitze ein.

Schlage den Kreis, bis das Zirkelblei den eingezeichneten Kurs schneidet.

In diesem Punkte treffen sich die Pfeilspitzen vom Flugvektor \bar{v} und von Reisevektor \bar{R} . Lies an dem hier durchlaufenden Geschwindigkeitskreise die Reisegeschwindigkeit und an dem längs dem Kartenkurs eingezeichneten Zeitmaßstabe (siehe unten) die Flugzeit ab.

Verschiebe den Vektor \bar{v} parallel zu sich selbst bis zum Mittelpunkt des Kursfinders und lies an der Kompaßrose den Steuerkurs ab; bestimme daraus den Vorhaltewinkel.

Anmerkung:

Benutzt man statt des Zirkels ein mit einer Kreuzteilung versehenes Zelluloidlineal, so fällt auch der Handgriff zur Parallelverschiebung von \bar{v} weg.

Flugzeittafel und Flugzeitmaßstab.

Im Flugverkehr ist es für den Piloten häufig von größter Wichtigkeit, die zur Zurücklegung einer Strecke erforderliche Flugzeit vor dem Start zu wissen zur Beurteilung der mitzuführenden Brennstoffmenge und einzuschaltender Zwischenlandungen. Zur Ersparnis jedweder Rechnung kann man nun bei den festen Strecken längs der rot eingezeichneten Kartenkurse einen Zeitmaßstab anschreiben, der eine Funktion der Reisegeschwindigkeit R und der Streckenlänge L , also für jede Flugstrecke verschieden ist.

Für die Herstellung dieser Zeitmaßstäbe und für unerwartet zu beratende, nicht eingezeichnete Strecken (Normalfall bei Flügen ohne Erdsicht), benutzt man die nunmehr zu beschreibende Flugzeitrechentafel. Auf einem Blatte Millimeterpapier wird als Ordinate die Reisegeschwindigkeit R (gilt jetzt skalar) aufgetragen: 100 km entsprechen 50 mm, also 5 mm entsprechen 10 km/St, (wie der Abstand der Geschwindigkeitskreise des Kursfinders). Obere Grenze: 300 km/St. Der Maßstab der Abszisse (Streckenlänge L) ist beliebig; um eine günstige Neigung der in Frage kommenden Zeitlinien zu erzielen, wählt man 100 km entsprechend 1 cm. Rechte Grenze: 1500 km. In diesem $R - L$ -Diagramm liegt die Flugzeitlinie 5 Stunden, vom Koordinatennullpunkte ausgehend, als Gerade unter 45 Grad Neigung; man zeichnet die übrigen Flugzeitlinien ebenfalls als Gerade entsprechend ein, von 10 zu 10 Zeitminuten bis 5 Stunden, dann von 20 zu 20 Zeitminuten bis 8 Stunden, dann von 30 zu 30 Zeitminuten bis 12 Stunden, dann stündlich bis 20 Stunden. Aus dieser Tafel überträgt man für die festen zu beratenden Strecken die Flugzeiten mit Hilfe eines Zirkels folgendermaßen: Ziehe auf der Rechentafel die der Streckenlänge entsprechende Ordinate, greife auf dieser die Flugzeiten von der Abszisse aus ab und übertrage auf den Kursfinder: - Zirkelspitze mit Mittelpunkt aufsetzen, Zirkelblei zum Schnitt mit Reisekurs bringen,

Anschreiben

Anschreiben der betreffenden Zeit. Die Flugzeit "Unendlich" liegt stets im Mittelpunkt des Kursfinders und die Flugzeit "Null" im Unendlichen, vom Mittelpunkt gerechnet.

Beispiel:

Strecke Erfurt - Berlin, Kartenkurs (rechtweisend) 44 Grad, Entfernung 231 km. Flugzeuggeschwindigkeit $v = 160$ km/St.

- a) Windstill. - Lies am Zeitmaßstab unmittelbar 1 Stunde und 26 Minuten Flugzeit ab.
- b) Westwind 80 km/St. - Das Kursdreieck ergibt: Reisegeschwindigkeit 204 km/St, Flugzeit 1 Stunde 8 Minuten. Steuerkurs 23 Grad, also vorhalten $44 - 23 = 21$ Grad nach links.
- c) Ostwind 80 km/St. - Das Kursdreieck ergibt: Reisegeschwindigkeit 92 km/St, Flugzeit 2 Stunden 30 Minuten. Steuerkurs 66 Grad, also vorhalten $66 - 44 = 22$ Grad nach rechts.

Das Kursdreieck II. (Ermittlung der Windwerte aus den Flugdaten).

Diese Aufgabe wird mit der Zunahme der Flüge ohne Erdsicht eine schnell steigende Bedeutung erlangen. Ihre Lösung mit Hilfe des neuen Kursfinders wird am besten an einem genau durchgeführten Beispiel gezeigt. Ein Flugzeug mit $v = 145$ km/St Eigengeschwindigkeit startet in Berlin zum Fluge ohne Erdsicht nach Frankfurt. Kartenkurs 231 Grad. Da der Führer - wie wir dem Beispiel zuliebe annehmen wollen - keinerlei Kenntnis vom Höhenwinde hat, so steuert er den Kartenkurs 231 Grad gerade als ob Windstille wäre. Wir können nun bereits den \vec{v} - Vektor im Kurssucher einzeichnen: 231 Grad, 145 km/St; Wurzel des Vektors im Mittelpunkt des Suchers, Pfeilspitze auf dem Kartenkurse bei 145 km/St. Für diese Arbeiten zeichne man stets den vollständigen Vektor, also mit Pfeilspitze ein und schreibe die Bezeichnung deutlich an! Zu beachten ist, daß wir jetzt im Gegensatz zum Kursdreieck I nicht mit dem Vektor \vec{w} (den wir ja noch gar nicht kennen), sondern mit dem Vektor \vec{v} beginnen! Dieser fällt jetzt der Richtung nach mit dem eigentlich zu befliegenden Kartenkurse zusammen, darum die Vorschrift genauer Beschriftung! Nach einer Flugzeit von 55 Minuten wird das Flugzeug über Sandfurth gepeilt, womit der Vektor der Reisegeschwindigkeit \vec{R} gegeben ist: Kartenkurs Berlin - Sandfurth 264 Grad, Entfernung Berlin - Sandfurth 103 km; daraus mit Hilfe der Rechentafel $R = 113$ km/St. Einzeichnen des Reisevektors \vec{R} im Kursfinder: Wurzel des Vektors im Mittelpunkt, Pfeilspitze auf dem Kartenkurs 264 Grad bei 113 km/St (Interpolieren zwischen den Geschwindigkeitskreisen 110 und 120 km/St).

Verbinde nunmehr die Spitze des \vec{v} - Vektors mit der Spitze des \vec{R} - Vektors; diese Verbindung stellt den Windvektor \vec{w} dar, dessen Spitze auf die Spitze des \vec{R} - Vektors auftrifft! Verschiebe den \vec{w} - Vektor bis zum Mittelpunkt des Kursfinders und lies am Durchgang seiner Verlängerung im Sinne seiner Pfeilspitze durch die Windrosen-Beschriftung die Windrichtung ab, die man auch unter Mitbenutzung der Gradteilung der Kompaßrose genau in Graden ablesen kann; die Windgeschwindigkeit ermittelt man mit dem Zirkel an den Geschwindigkeitskreisen; in unserm Beispiel wird der Wind Süd 80 km/St = \vec{w} .

Damit ist der erste Teil der Aufgabe bereits gelöst: Die Ermittlung des Höhenwindes aus der Standortpeilung und der Flugzeit (ergibt den Vektor \vec{R}) und aus Flugzeugeigengeschwindigkeit und Steuerkurs, (beides vom Flugzeugführer zu erfragen, ergibt den Vektor \vec{v}). Man könnte nun den Vektor \vec{w} als vektorielle Differenz von \vec{v} und \vec{R} auffassen; das kann zu Irrtümern führen; es ist misslich, in der Praxis, namentlich da, wo es auf sehr schnelles und unbedingt sicheres Arbeiten ankommt, mit Vektordifferenzen (Vorzeichen- und Pfeilspitzen-Umkehrung) zu arbeiten. Darum sei eine andere Vorschrift zur Deutung dieses Kursdreiecks II gegeben, die das Arbeiten mit einer Vektordifferenz vollkommen vermeidet:

Nach

Nach den oben gegebenen Anweisungen wurde zuerst der \vec{v} - Vektor und dann der \vec{R} -Vektor, beide mit ihren Wurzeln im Mittelpunkt des Kurssuchers eingezeichnet; die Verbindungsgerade ihrer divergierenden Pfeilspitzen ergab dann den \vec{w} - Vektor, dergestalt, daß sich die Spitzen des \vec{R} - Vektors und des \vec{w} - Vektors berühren. Nun lesen wir aus diesem Kursdreieck II unsere vektorielle Gleichung folgendermaßen ab, nachdem die Zeichnung vollendet ist:

$$\vec{v} + \vec{w} = \vec{R} \quad (\text{Flug im Winde} + \text{Wind} = \text{Reise}).$$

Stimmt diese Gleichung in der angegebenen Reihenfolge der Summanden, so ist alles richtig ausgeführt worden. Die Gleichung ergibt die sicherste Kontrolle. Wir haben also im Vergleiche zu unserer ersten Gleichung für das Kursdreieck I (Vorherbestimmung von Vorhaltwinkel und Reisegeschwindigkeit aus den bekannten Windwerten \vec{w}) nur die Summanden auf der linken Seite in ihrer Reihenfolge vertauscht, um die Arbeits- und Kontrollgleichung für das Kursdreieck II zu gewinnen, woraus die sehr einfache Merkregel für die beiden Arten des Kursdreiecks gewonnen wird:

Kursdreieck I: $\vec{w} + \vec{v} = \vec{R}$ (Wind + Flug im Winde = Reise). Zeichne bei der Vorherbestimmung die Vektoren Wind \vec{w} und Flug im Winde \vec{v} in der Reihenfolge der Summanden der Gleichung und gewinne daraus \vec{R} . Kontrolliere nachher in der Reihenfolge der Gleichung.

Kursdreieck II: $\vec{v} + \vec{w} = \vec{R}$ (Flug im Winde + Wind = Reise). Zeichne für die Ermittlung des Windes aus Flugdaten und Standortpeilung nach der Gleichung zuerst den Vektor Flug im Winde \vec{v} dann Reisevektor \vec{R} und ergänze das Kursdreieck durch den Windvektor \vec{w} derart, daß die Kontrolle genau nach der Gleichung für das Kursdreieck II in der Reihenfolge der Glieder stimmt!

Mit dieser Merkregel sind die beiden möglichen Variationen des Kursdreiecks, gültig für jeden nur denkbaren Spezialfall: Windstille, Gegenwind, Querwind, Rückenwind und für alle Geschwindigkeitsverhältnisse von Flugzeug und Wind, bereits erschöpfend durchgearbeitet.

Zu erwähnen bleibt nur noch ein einfacher Spezialfall: Es wird auf einer Flugwetterwarte ein Flugzeug von außen her erwartet; man möchte die Zeit seines Eintreffens im Landehafen abschätzen. Dann variiert man das Kursdreieck I folgendermaßen: Man denkt sich, daß das Flugzeug vom eigenen Hafen nach dem fremden Hafen fliegt und benutzt den Kurssucher mit den eingezeichneten Feststrecken und angeschriebenen Flugzeiten in der Weise, daß man nicht den tatsächlichen Wind sondern den entgegengesetzten Wind einsetzt, also z.B. statt SW-Wind nimmt man NE-Wind an und arbeitet wie gewohnt; man erhält dann auch den Vorhaltwinkel in richtiger Größe und im richtigen Sinne (vom Flugzeugführer aus gesehen!), dazu Reisegeschwindigkeit und Flugzeit unmittelbar, -

Zurück z. B. Berlin - Frankfurt: Wir haben unter a) aus \vec{v} und dem durch Standortpeilung und Zeitmessung (Start bis zur ersten Peilung) gewonnenen \vec{R} den Wind \vec{w} bestimmt.

Das Flugzeug ist durch den ungewöhnlich starken Südwind bereits weit nach Norden abgetrieben und in seiner Reisegeschwindigkeit beeinträchtigt worden. Die Maschine soll von nun an in der kürzest möglichen Zeit ihren Zielhafen Frankfurt erreichen. Wir nehmen an, daß der Süd 80 km/St = \vec{w} während der ganzen Flugzeit auf der ganzen Strecke und auch bei einem Wechsel der Flughöhe anhalte; selbstverständlich wird man in der Praxis dauernd verfolgen, zeichnen und Windwerte und Kursangaben zu verfeinern trachten; hier sollen zunächst die Arbeiten prinzipiell durchgesprochen werden; also:

- b) Ermittle Steuerkurs, Reisegeschwindigkeit und Flugzeit für $v = 145$ km/St, $\vec{w} =$ Süd 80 km/St Strecke Sandfurth - Frankfurt; Entfernung aus Karte abgreifen 350 km Kartenkurs aus der Karte abgreifen 226 Grad, im Kursfinder einzeichnen (ergibt Richtung von \vec{R} . Keine der jetzt unter b) genannten Größen deckt sich in dem jetzt zu zeichnenden Kursdreieck I mit dem vorher gezeichneten Kursdreieck II irgendwie; wir benutzen lediglich das

nach

nach Richtung und Größe konstant bleibende \bar{w} ; alles Vergleichen der nun zu gewinnenden Größen und Winkel (Abtrifft und Vorhalten) fällt bei der hier beschriebenen Arbeitsweise vollkommen weg. Zeichne den \bar{w} - Vektor vom Mittelpunkt ausgehend nach Richtung und Pfeilsinn ein; beschreibe um die Spitze von \bar{w} mit \bar{r} den Kreis, der die Kurslinie Sandfurth - Frankfurt in der nun einzutragenden Pfeilspitze von \bar{R} trifft. Die Reisegeschwindigkeit wird von nun an $R = 77$ km/St; der Steuerkurs wird 203 Grad, also muß vorgehalten werden: $226 - 203 = 23$ Grad nach links. Aus der Rechentafel erhält man für die Streckenlänge Sandfurth - Frankfurt 353 km und die Reisegeschwindigkeit $R = 77$ km/St eine Flugzeit von 4 Stunden 35 Minuten; das ergibt dann eine Gesamtflugzeit Berlin - Sandfurth 55 Minuten + 4 Stunden 35 Minuten = 5 Stunden 30 Minuten.

Damit ist auch der zweite Teil der Aufgabe gelöst: Die Verbesserung des Kurses! - Will man nun weiter verfolgen, so wiederholt man alle unter a) und b) beschriebenen Operationen nochmals und korrigiert in dieser Weise die Windangaben mit dem Ziele einer ständigen Verfeinerung des Steuerkurses, die Angaben werden naturgemäß noch wesentlich genauer, wenn der Flugzeugführer die Standortpeilungen durch gelegentliche Erdorientierung kontrollieren kann. Andererseits dient die beschriebene Verfolgung des Flugzeugs in hervorragender Weise zur Kontrolle der Peilungen in den Fällen, wo dem Flugzeugführer die Möglichkeit hierzu fehlt.

Zum Vergleiche der hier gegebenen Daten werde nunmehr die Flugzeit für die Gesamtstrecke Berlin - Frankfurt bestimmt unter der Annahme, daß der Höhenwind $\bar{w} =$ Süd 80 km/St vorher bekannt gewesen sei. Dann ergibt sich nach Kursdreieck I: Steuerkurs 206 Grad, also vorhalten nach links $231 - 206 = 25$ Grad; Reisegeschwindigkeit $R = 80$ km/St, Flugzeit 5 Stunden, 19 Minuten. Aus diesem Vergleiche lassen sich einige wichtige Schlüsse für die praktische Handhabung der Kursverbesserung gewinnen. In der Arbeit von Dr. H. Kirsten: "Bericht über die Ergebnisse von Versuchsflügen zwecks Ermittlung der Höhenwindverhältnisse durch Funkpeilung eines konstanten Kurs mit konstanter Geschwindigkeit steuernden Flugzeuges", Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes, Fünfte Folge Nr. 29 ist auf die Schwierigkeit der Windbestimmung aus den Standortpeilungen ausführlich hingewiesen (Kurshalten, Höhehalten, Geschwindigkeit halten in ihrem Einflüsse auf die Bestimmungsgenauigkeit und Peilfehler). Wir stellen in Würdigung dieser Versuche und auf Grund unseres absichtlich extrem gehaltenen Beispiels fest, daß der Zeitverlust für das Flugzeug 11 Minuten bei nachträglicher, 1 Stunde nach dem Start vorgenommener Windbestimmung beträgt gegenüber der möglichen Bestzeit von 5 Stunden 19 Minuten. Das bedeutet, da man auch das Abkommen vom Kurs auf dieser langen Strecke nicht schlimm zu bewerten braucht, daß man mit der Windermittlung und Kursverbesserung nach dem Start ruhig abwarten kann, bis die dauernd zu wiederholenden Standortpeilungen ein einigermaßen stetiges Vorwärtskommen des Flugzeuges erkennen lassen, bis der Flugzeugführer eine geeignete Flughöhe, worin er eine Weile bleiben kann, gefunden hat, bis auch Steuerkurs und Geschwindigkeit der Maschine einigermaßen konstant geworden und vom Führer sicher angebbar geworden sind. Dann wird der aus allen diesen Fehlerquellen resultierende Fehler, den man bei der Windbestimmung begeht, ein Minimum werden. Es wird dem Flugzeugführer weit angenehmer sein, bei wiederholten Bestimmungen nur kleine Verbesserungen des Steuerkurses von der Flugwetterwarte zu erhalten, als spüren zu müssen, daß durch mehrfach angeratene Änderungen und unstimrige Peilungen das gesamte Zusammenspiel noch gestört ist.

Zum Schlusse sei das Beispiel noch in einem Extrem variiert: Die erste Peilung erfolge erst über Hildesheim nach einer Flugzeit von Berlin von 2 Stunden 6 Minuten. Daraus nach Kursdreieck II: wieder $\bar{w} =$ Süd 80 km/St, $\bar{R} = 113$ km/St für die Entfernung Berlin - Hildesheim 238 km. - Nunmehr Zeichnung des Kursdreiecks I: Hildesheim - Frankfurt 202 Grad, 248 km aus Karte abgreifen, dann Steuerkurs 190 Grad, also vorhalten nach links: $202 - 190 = 12$ Grad; Reisegeschwindigkeit $R = 67$ km/St; Flugzeit Hildesheim - Frankfurt 3 Stunden, 42 Minuten,

also

also gesamte Flugdauer Berlin - Hildesheim - Frankfurt 2 Stunden 6 Minuten + 3 Stunden 42 Minuten = 5 Stunden 48 Minuten! Das ergibt einen Zeitverlust gegenüber der Sandfurth-Feilung von 5 Stunden 48 Minuten - 5 Stunden 30 Minuten = 18 Minuten, und einen Verlust gegen die mögliche Bestzeit bei vorheriger Steuerkursbestimmung in Berlin von 5 Stunden 48 Minuten - 5 Stunden 19 Minuten = 29 Minuten.

Zum Schluß sei auf die Arbeit: "Flug und Wind" von Kurt Wegener und Karl Schneider im XV Bande der "Arbeiten des Preußischen Aeronautischen Observatoriums", Seite 251 - 260 hingewiesen, nach der die Bestimmungen der Flugzeit in den vergangenen Jahren auf der Flugwetterwarte Erfurt vorgenommen wurden, die in übersichtlichen trigonometrischen Formeln und graphischen Darstellungen den Windeinfluß auf den Flug erschöpfend behandelt. Man wird sich dieser Arbeit oder des dort angegebenen eigenartigen Flugdauer-Suchers immer dann gern bedienen, wenn man aus irgend einem Grunde die hier beschriebenen graphischen Arbeiten nicht gut ausführen kann, sondern lieber mit dem Rechenschieber arbeiten will, in diesem Falle schaltet die Benutzung z. B. der Figur 2 jede trigonometrische Rechenarbeit aus.

Mit Hilfe des neuen Kurssuchers läßt sich praktisch die Aufgabe der Steuerkurs- und Flugzeit - Bestimmung für alle vorkommenden Fälle lösen, auch für die Aufgabe der "Meteorologischen Navigation", sofern der Benutzung des Suchers erstens die Festlegung des Weges über Land oder See meteorologisch und nautisch (Ortung und Abtrifftmessung) vorangegangen ist. Stets wird die Flugzeugnavigation verhältnismäßig einfach bleiben, da das Flugzeug seine Eigengeschwindigkeit nur wenig variieren kann. Erheblich komplizierter ist die Aufgabe der Bestimmung eines Optimums aus Weg über Grund, Wind und Eigengeschwindigkeit (Fahrzeit und günstigster Brennstoffverbrauch) für Luftschiffe auf großer Fahrt, die ja ihre Eigengeschwindigkeit sehr weitgehend zugunsten der Betriebsstoffersparnis variieren können. Aufschluß hierüber geben u. a. die folgenden Arbeiten: Klemperer: "Einfluß des Windes auf die Transportleistung". Z. F. M. 1921, S. 318 und Everling, Z. F. M. 1922, Seite 40.

Berechenbarkeit von Wolkenhöhen.

Reg. Baumeister Lay.

Die Wolkenhöhen, die die Durchführbarkeit eines Fluges besonders auf Strecken mit Bodenerhebungen bereits durch eine Änderung von 50 bis 100 m entscheidend beeinflussen können, werden in der Praxis des Flugwetterdienstes vorwiegend geschätzt. Die hierzu erforderliche Erfahrung ist nur schwer zu erwerben, wenn bei der Schätzung ein Anhaltspunkt oder eine Nachprüfungsmöglichkeit fehlt, was vielfach der Fall ist. Unter diesen Umständen ist es schon wertvoll, die kleinstmögliche Wolkenhöhe, wie sie die Theorie adiabatisch aufsteigender Luft auf Grund von Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen in der Nähe der Erdoberfläche zu bestimmen erlaubt, als untere Eingrenzung zu kennen. In dieser theoretisch errechenbaren Höhe sind nun aber auch öfters Wolken vorhanden, nicht nur allein tagsüber, sondern auch während der Nacht, wie regelmäßig durchgeführte Scheinwerfermessungen erwiesen haben. Die Voraussetzung dazu ist entweder Erwärmung der unteren Luftschicht von der Erdoberfläche her oder mechanische Turbulenz verursacht durch die Bodenreibung, so daß adiabatischer Temperaturgradient mindestens bis zur Wolkenhöhe hergestellt ist. Hierbei kommt es einerseits zur Ausbildung von Cumulus-Wolken, von Fractocumulus-, Fractostratus-, und Fractonimbus-Wolken, andererseits zur allmählichen Auflösung etwa vorhandener Schichtwolken bei weiterer Wärmezufuhr. Bei Neubildungen befindet sich dabei der sichtbare Wolkenteil etwa 50 bis 100 m über dem Kondensationsniveau, wohl je nach dem Reichtum der Luft an Kondensationskernen,

bei

bei Auflösungserscheinungen im Kondensationsniveau selbst.

Vor allem sind es die Cumulus-Wolken, die in theoretischer Höhe bis über 2000 m auftreten. *) Unterhalb von stärkeren Inversionen nehmen sie besonders am frühen Nachmittag, wenn die Temperaturen sich nicht mehr wesentlich ändern, stratocumulusförmiges Aussehen an. Die Berechenbarkeit ist dabei gewöhnlich erst zu Ende, wenn die theoretische Höhe infolge der am Spätnachmittag wirksam werdenden Ausstrahlung rasch zurückgeht, meist verbunden mit der Wolkenauflösung selbst.

Keine Übereinstimmung darf man erwarten bei reinen Cumulonimbuswolken, unter denen vielfach stärkere Abkühlung besonders durch Niederschläge eingetreten ist.

Die zweite Wolkenart, deren Höhe rechnerisch erfaßt werden kann, ist gegeben in den Fractocumulus-, Fractostratus- und Fractonimbuswolken, vorwiegend den tiefsten Schlechtwetterwolken in Höhen bis zu etwa 500 m (**). Damit diese sich einstellen können, ist ein Auffrischen des Windes im Mittel über etwa 4 mps erforderlich, eben über jene Geschwindigkeitsschwelle, bei der die Böigkeit sprunghaft zunimmt. Begünstigt wird die Bildung der Turbulenzwolken durch Strömungskonvergenzen mit aufsteigender Luftbewegung, so in Fronten, in der Nähe von Bodenerhebungen, bei jeder einzelnen Böe. Absteigende Luftbewegung, sei es auch nur in einzelnen kleineren Flauten, wirkt rasch auflösend ein, so daß bei ungleichmäßig wehenden Winden die Wolkenhöhen und damit ihre Abweichungen von der theoretischen Höhe stärkeren Schwankungen unterliegen.

Tiefere Schichtwolken befinden sich in berechenbarer Höhe, wenn der raschere Temperaturanstieg vorzeitig in den Vormittagsstunden schon abgeschwächt ist, wenn nämlich die Wärmezufuhr nach Herstellung des adiabatischen Temperaturgradienten zur langsamen Auflösung der Wolkendecke von der Unterseite her dient. Eine hierzu hinreichende Erwärmung kann man bei Hochnebel, bei Stratuswolken in Höhen bis zu etwa 600 m, bei Stratocumuluswolken, besonders wenn sie in Verbindung mit tieferen Cumuluswolken auftreten, in Höhen bis zu etwa 1000 m erwarten. Zu rasches Absinken der theoretischen Höhe bei Abkühlungserscheinungen irgend welcher Art beendet die Übereinstimmung.

Da in einheitlichen Luftmassen die spezifische Feuchtigkeit nahezu konstant ist und die Temperaturen ungefähr parallel verlaufen, so hat die theoretische Wolkenhöhe, - auf Seehöhe bezogen - auch für größere Entfernungen, die oft das Fünffzigfache der Wolkenhöhe übersteigen können, noch Geltung. Man ist so in der Lage, die Höhe der tiefsten Wolken in benachbarten Schlechtwettergebieten, gegebenenfalls auch das Freiwerden der in Wolken steckenden Höhenzüge rechnerisch festzustellen, selbst wenn am Beobachtungsort sich nicht so niedrige Wolken vorfinden.

Die obigen Ausführungen zeigen, daß die kleinstmöglichen Wolkenhöhen, die theoretischen Kondensationshöhen, nicht nur bei Schönwetter, sondern gerade bei schlechtem Flugwetter gute Dienste leisten können. Die folgende Tabelle bringt nun diese in ihrer Abhängigkeit von Temperatur und relativer Feuchtigkeit berechnet nach den Formeln für adiabatischen Luftzustand von Neuhoff unter Zugrundelegung der Dampfdruckbestimmungen von K. Scheel und W. Heuse für einen Luftdruck von 760 mm. Eine Benutzung der Tabelle ist auch noch in Höhen bis zu 1000 m möglich, ohne daß die Korrektur größer als -5% wird.

*) W. Peppler, Beiträge zur Physik des Cumulus, Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre Band 10, 2 u. 3.

**) K. Schneider, Wolkenbeobachtungen bei Flugzeugaufstiegen, Arbeiten des Preußischen Aeronautischen Observatoriums Lindenberg Bd. XV.

Kondensationshöhen bei adiabatisch aufsteigender Luft

bei 760 mm Luftdruck an Erdoberfläche

Relat. Feucht.	Lufttemperaturen.											
	-15	-10	-5	-0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40°
100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	75	79	83	86	90	95	99	104	109	115	121	126
90	154	161	170	177	185	193	202	212	223	235	247	260
85	237	248	261	272	283	297	311	326	342	359	377	398
80	324	338	356	372	386	405	424	445	467	489	514	542
75	416	434	457	478	494	519	544	570	598	626	658	692
70	513	536	562	590	610	640	670	702	736	772	810	851
65	616	644	676	709	734	768	804	842	882	924	969	1018
60	727	760	796	834	866	904	947	991	1038	1087	1139	1195
55	845	884	926	971	1009	1050	1099	1150	1204	1260	1320	1384
50	974	1018	1066	1117	1163	1210	1265	1323	1384	1447	1515	1586
45	1114	1166	1220	1277	1330	1384	1444	1510	1578	1650	1726	1807
40	1268	1327	1388	1452	1513	1576	1641	1714	1791	1871	1955	2045
35	1441	1507	1576	1648	1716	1789	1862	1942	2028	2117	2211	2310
30	1636	1710	1789	1870	1946	2029	2114	2200	2295	2394	2498	2608
25	1863	1949	2034	2127	2213	2305	2402	2499	2598	2712	2828	2949
20	2134	2228	2327	2430	2531	2634	2742	2855	2970	3089	3218	3352
15	2474	2581	2693	2810	2925	3045	3167	3294	3427	3562	3700	3849
10		3064	3189	3324	3457	3596	3739	3886	4037	4193	4354	4518
5			3980	4147	4309	4476	4648	4825	5007	5193	5383	5577

Aus den Tabellenwerten ergibt sich, daß die theoretische Kondensationshöhe vor allem von der relativen Feuchtigkeit abhängig ist. Für die kleineren Höhen haben selbst Temperaturunterschiede von 5 Grad keine praktische Bedeutung, wobei je 5% Feuchtigkeitsabnahme etwa 100 m Zunahme der Wolkenhöhe bedeutet. Diese Tatsache ermöglicht die Herstellung einer einfachen Skala für Hygrometer, so daß dieses Instrument imstande ist, gleichzeitig auch die kleinstmöglichen Wolkenhöhen anzuzeigen *).

Um für andere Temperaturen die Wolkenhöhen in demselben Luftkörper bestimmen, gegebenenfalls eine Wolkenhöhenprognose geben zu können, wenn die weitere Erwärmung der Größe und der Zeit nach abzuschätzen ist, empfiehlt sich die Anwendung der Hennig'schen Näherungsformel in folgender Form: Die Wolkenhöhen steigen bei 0,8 Grad Temperaturerhöhung um rund 100 m an. Damit wäre auf die vorhandenen Hilfsmittel zur Bestimmung der kleinstmöglichen Wolkenhöhe für den praktischen Gebrauch hingewiesen.

Anhang.

In den am Schluß folgenden Abbildungen kommen Einzelbeispiele zur Darstellung, die die vorliegende Gesetzmäßigkeit durch den Parallelgang der wirklichen und theoretischen Wolkenhöhe für einen zusammenhängenden Zeitraum deutlich machen. Die einzelnen Wolkenhöhen sind tagsüber vorwiegend mit Raumbildentfernungsmesser, nachts mit Scheinwerfer festgestellt worden. Die Feuchtigkeitsregistrierung durch öftere Einzelmessungen meist mit Abmann'schen Aspirations-Psychrometer berichtigt, lieferte bei geeigneter Wahl des Entzerrungsmaßstabes bei nicht zu stark sich ändernden Dampfdrucken hinreichend genau die Kurve der theoretischen Wolkenhöhe,

Abbildung 1 zeigt den übereinstimmenden Verlauf der wirklichen und theoretischen Wolkenhöhe von Cumuluswolken, wie sie ansteigen und wie sie durch eine absinkende Inversion zwischen 15 und 17 Uhr herabgedrückt werden.

*) Hygrometer mit Wolkenhöhenkala liefert die Fa. R. Fuess, Berlin-Steglitz.

Abbildung 2 gibt die Berechenbarkeit von Schlechtwetterwolken wieder. Eine Hochnebeldecke wurde durch einen Kaltlufteinbruch gehoben und in Fetzen aufgelöst. Der Wind frischte dabei von 4 mps. um 6 Uhr böig bis auf zeitweise 11 mps auf. Zwischen 15 und 16 Uhr flaute er rasch wieder ab. Damit hörte auch die Berechenbarkeit der Wolkenhöhen auf.

In Abbildung 3 sind die Wolkenhöhen, die durch regelmäßige nächtliche Scheinwerfermessungen bestimmt worden sind, in Abhängigkeit von der mittleren Windgeschwindigkeit zusammengestellt. Sieht man von den Fällen mit Hochnebel, die mit Vorliebe bei 3 bis 4 mps. aufgetreten sind, ab, so sind unterhalb von etwa 4 mps berechenbare Wolkenhöhen nicht zu erwarten. Ist aber diese Geschwindigkeitsschwelle erreicht, so stellen sich plötzlich Fra-Wolken in berechenbarer Höhe bis zu 500 m ein, und kommen mit wachsender Windgeschwindigkeit immer mehr in Überzahl. Während der Beobachtungszeit von 105 Tagen im Winter 1929/30 wurden Wolkenhöhen bis 2000 m an 67 Tagen gemessen. Dabei konnte das zahlreiche Vorkommen der Berechenbarkeit an 40 Tagen festgestellt werden.

Bei Abbildung 4 sehen wir, wie bei Rechtsdrehung, beim Auffrischen des Windes auch in kleineren Böen die Abweichung von der theoretischen Wolkenbildung besonders klein wird, wie bei Linksdrehung, beim Abflauen die Übereinstimmung sich abschwächt.

Bei Hochnebel (Abbildung 5) werden sogar die an sich geringen Höhenschwankungen durch den Verlauf der theoretischen Wolkenhöhe in jeder Einzelheit sehr gut wiedergegeben.

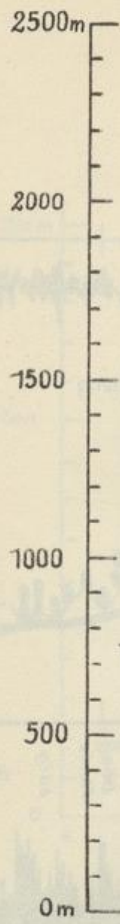
Abbildung 6 bringt den Fall der Berechenbarkeit für eine Stratusdecke in 400 bis 550 m Höhe. Die anfangs stark diesige Luftschicht unter der Wolkendecke mit etwa feucht-adiabatischen Gradienten ist nach Erwärmung von nur etwa 2 Grad im adiabatischen Zustand. Der Augenblick, in dem die Wolkenhöhe berechenbar wird, ist durch die ausgeprägte Stufenbildung auch in der Feuchtigkeitsregistrierung deutlich zu erkennen.

Abbildung 7, die die Wolkenhöhen bei einem Fluge von Mannheim - Basel, beobachtet an den Odenwald- und Schwarzwaldbergen, wiedergibt, soll zeigen, auf welche Entfernungen die theoretischen Wolkenhöhen Geltung haben. Auch der Rückflug stellte fest, daß die theoretische Höhe nicht weiter anstieg, als es den tiefen Wolken in den benachbarten Schlechtwettergebieten, diesmal Odenwald und Schwarzwald, entsprach, obwohl über dem Rheintal stellenweise die Wolken schon bis zu 200 m höher lagen.

In Abbildung 8 ist schließlich die Abhängigkeit der theoretischen Kondensationshöhe von Temperatur und relativer Feuchtigkeit noch kurvenmäßig dargestellt. Dabei sind Linien gleicher spezifischer Feuchtigkeit eingezeichnet; hierdurch sind die Wolkenhöhen in einheitlichen Luftmassen mit gleichem Feuchtigkeitsgehalt auch bei sich ändernden Temperaturen festgelegt.

Höhe über Ort

Rel. Feucht.



Cumulus-Wolken

am 29. Juni 1927

Mannheim

■ einzelne Wolkenhöhenmessung

vereinzelt cu über Berg

cu über Ebene

Theor. Wolkenhöhe

Auflösung

fracu über Berg

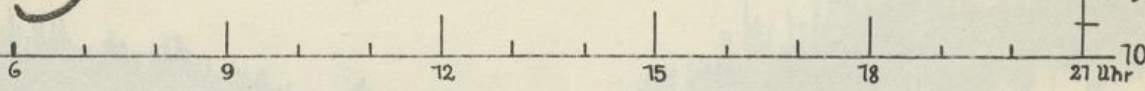
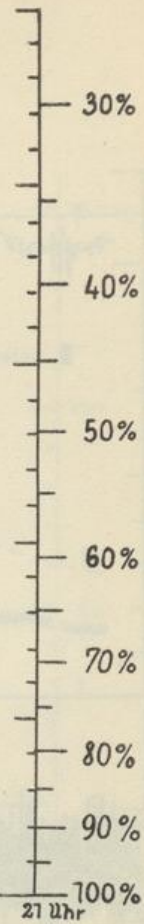
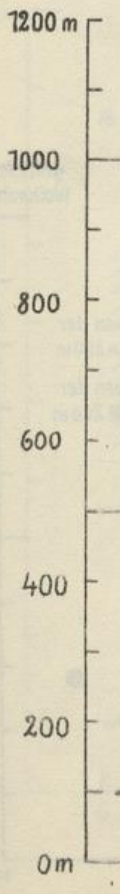


Fig. 1

Höhe über Ort

Rel. Feucht.



Fractostratus-Wolken

am 10. Nov. 1927

Lindenberg

■ einzelne Wolkenhöhenmessung

Theor. Wolkenhöhe

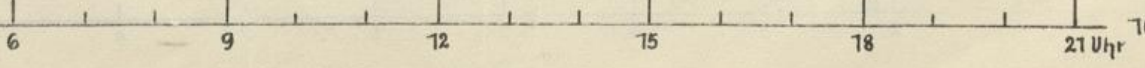
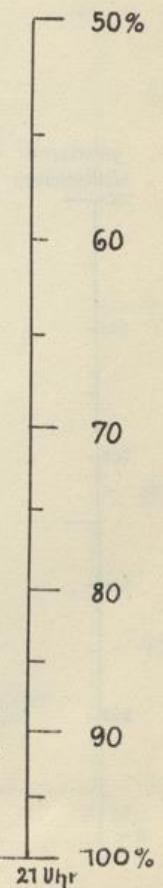


Fig. 2.

Wind und Wolkenhöhen

vom 25. zum 26. Okt. 1929 Königsberg i. Pr. Flugplatz.

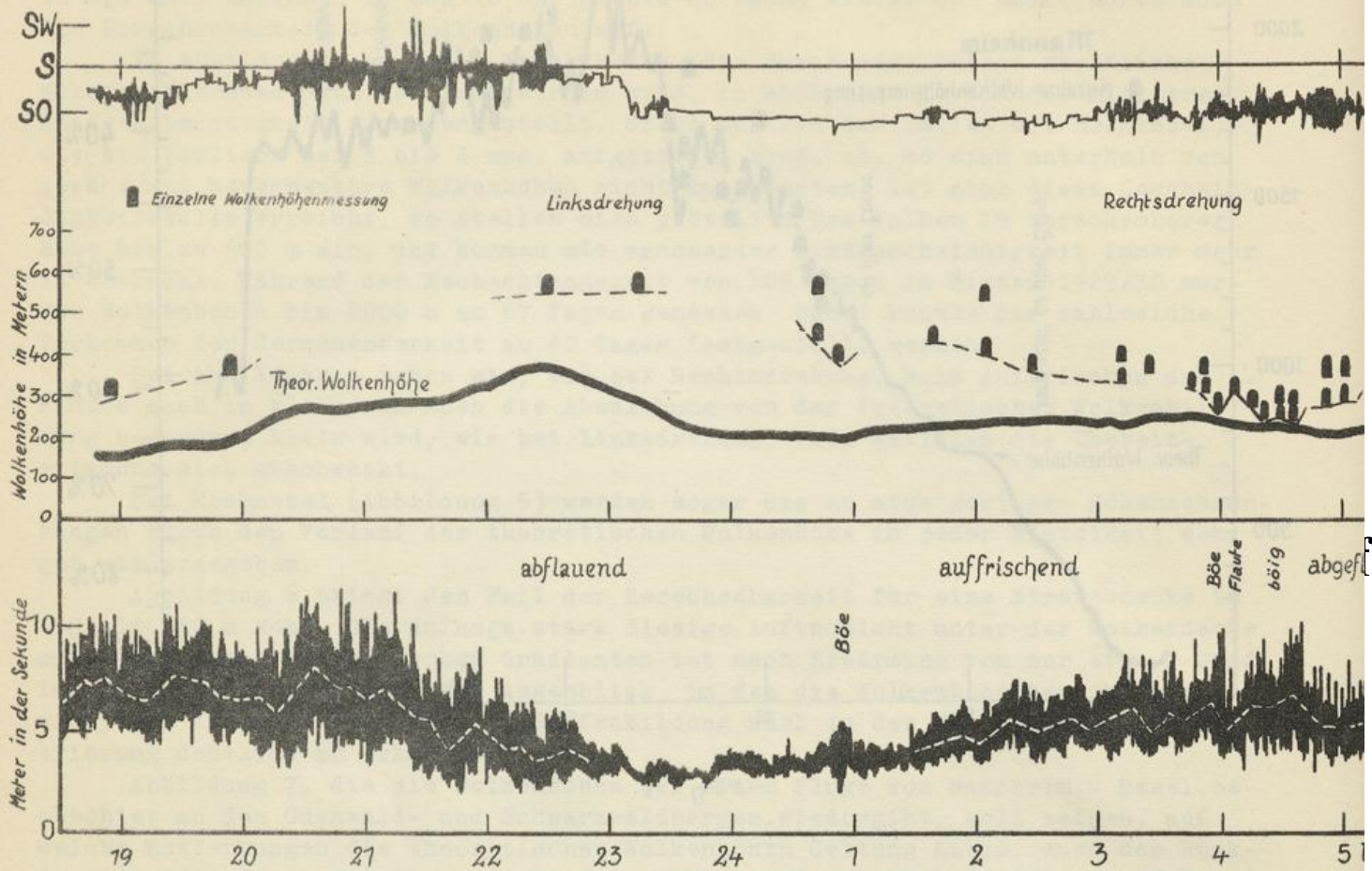


Fig. 4.

Wolkenhöhen bei Nacht

in Abhängigkeit von den Windgeschwindigkeiten.

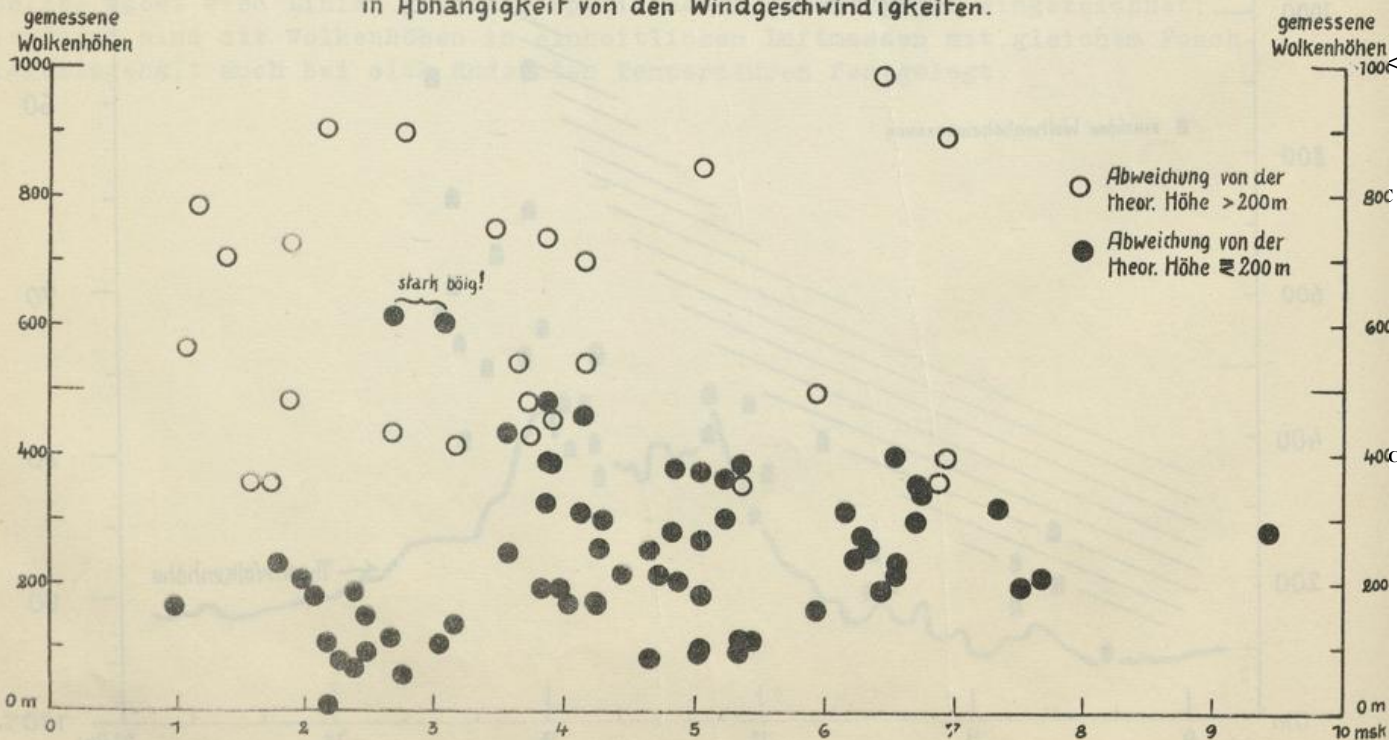


Fig. 3

Hochnebel und theoretische Wolkenhöhe

am 25. November 1930 Königsberg i.Pr.

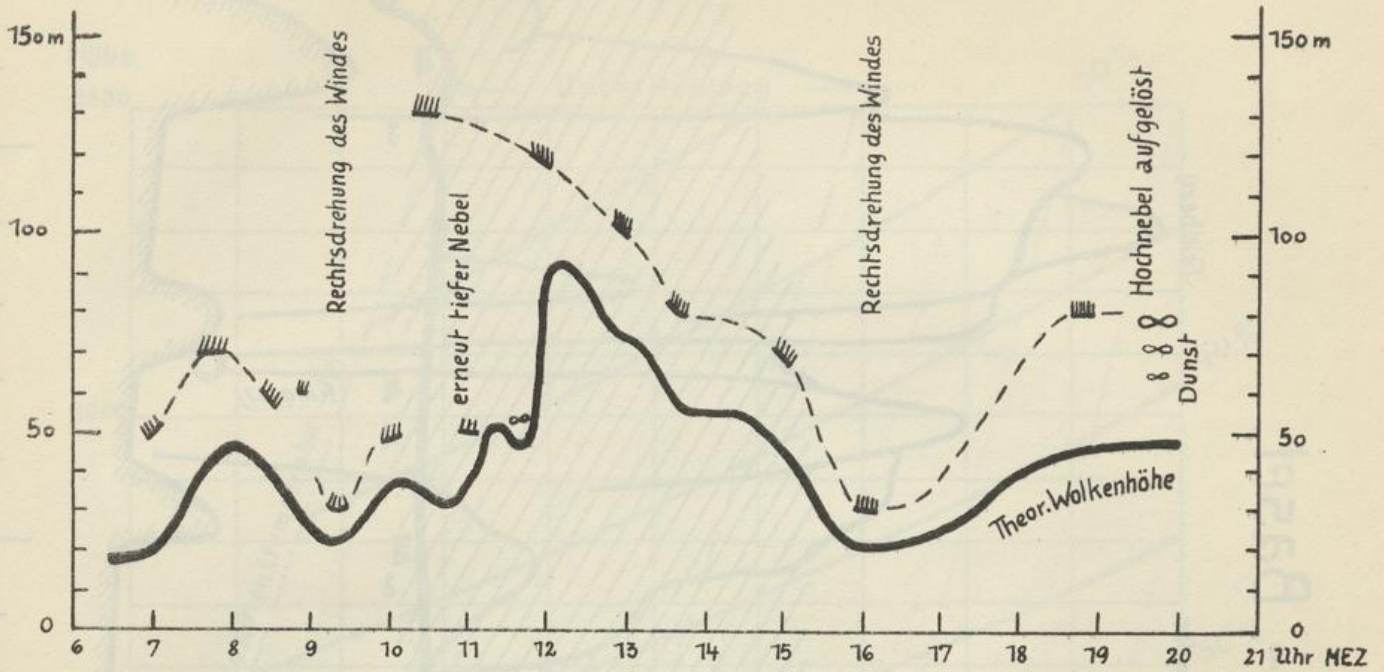


Fig. 5.

Stratocumulus-Wolken

am 26. Nov. 1927
Mannheim

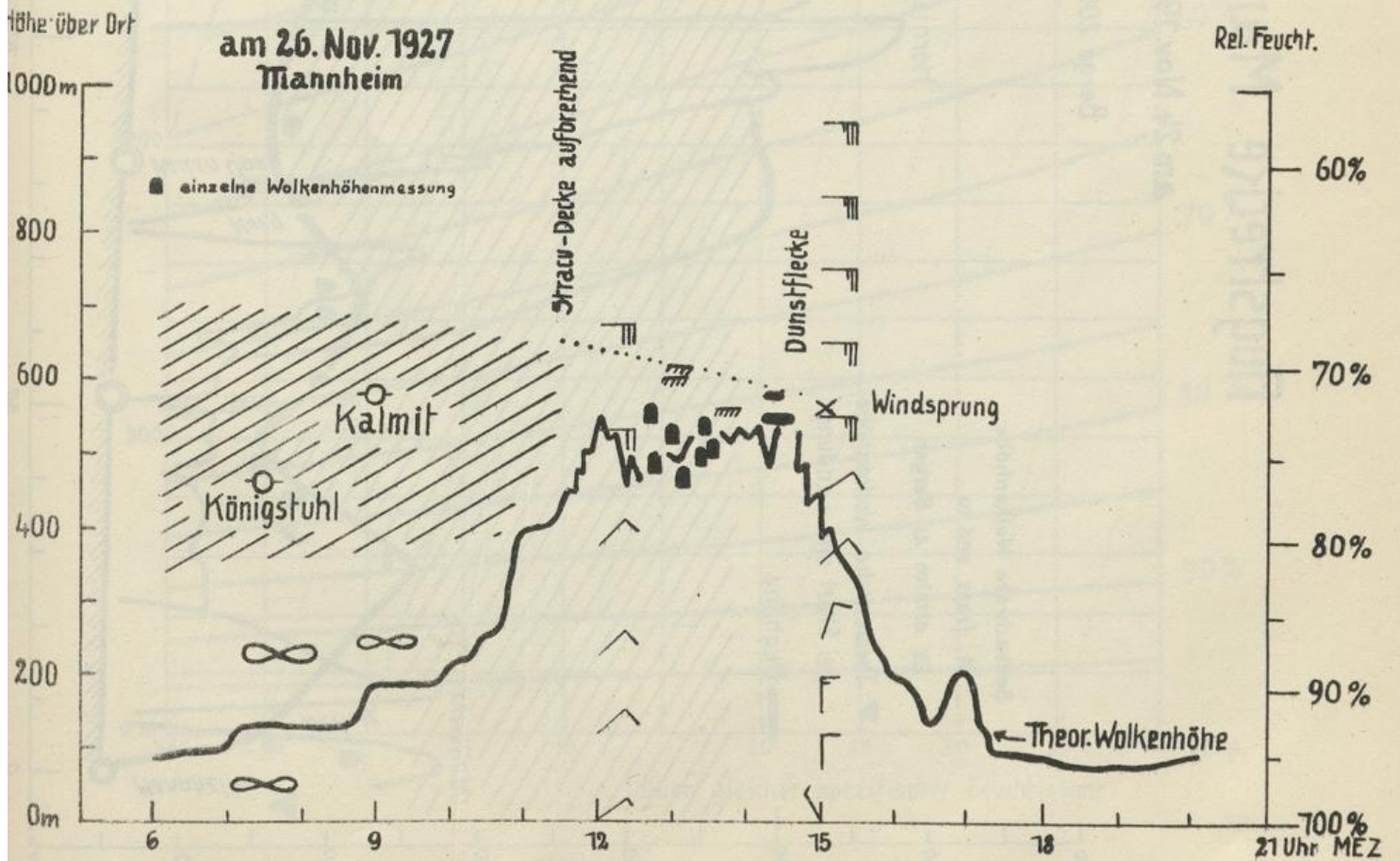


Fig. 6.

Flugstrecke Mannheim - Basel.

am 24. Nov. 1927 0908 - 1056 Uhr

Berge 200fach überhöht

Feldberg

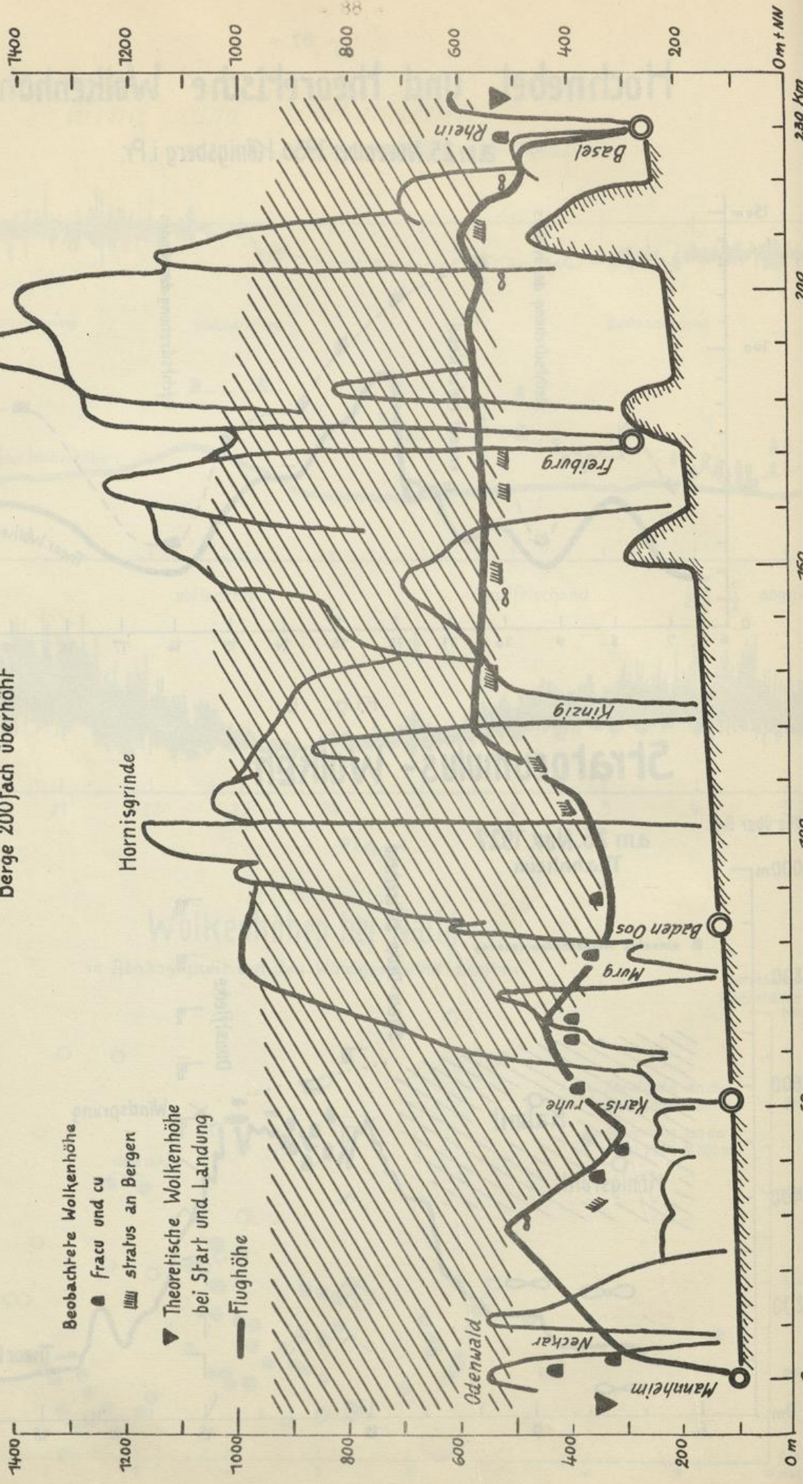


Fig. 7

Theoretische Wolkenhöhen

in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit

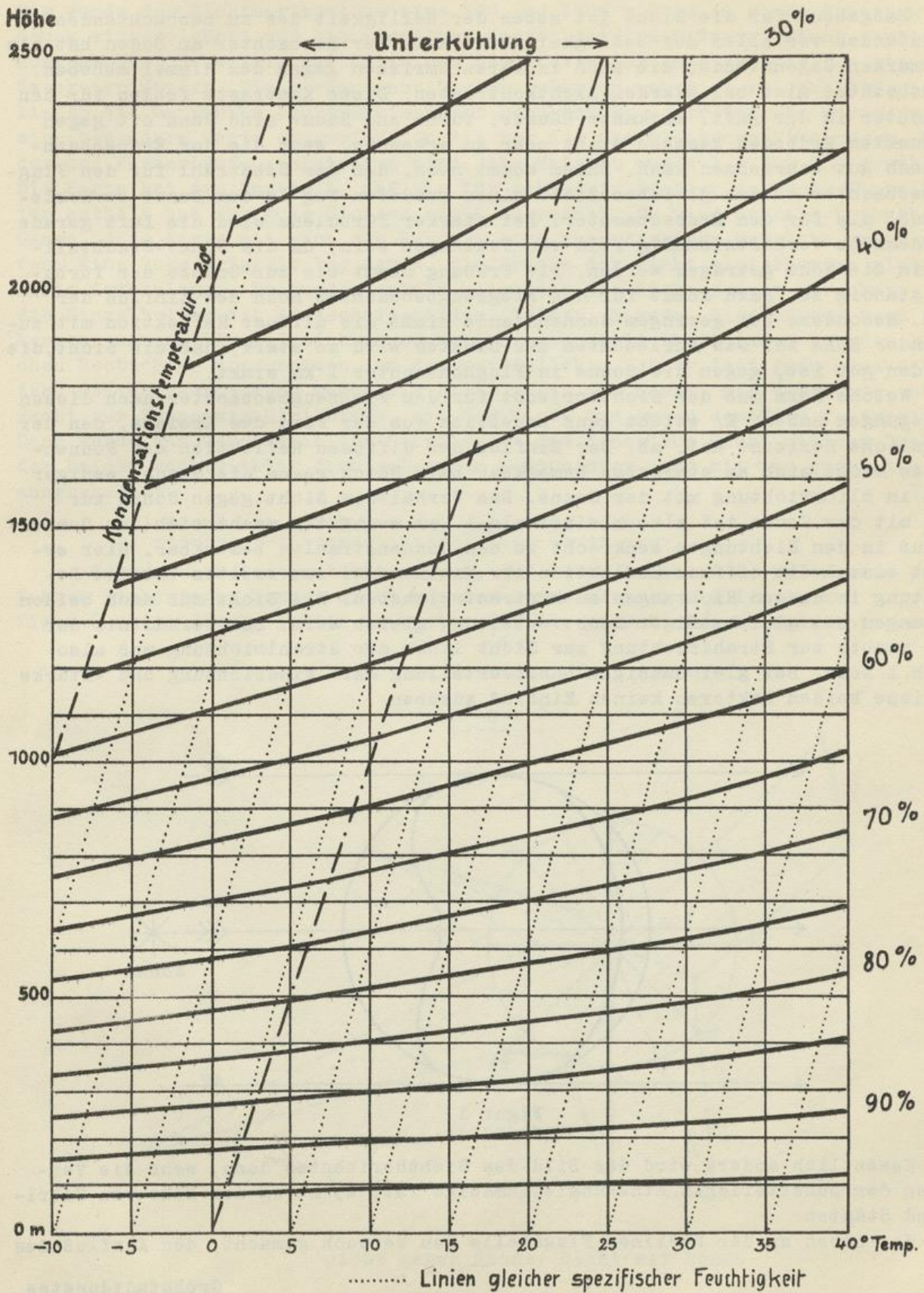


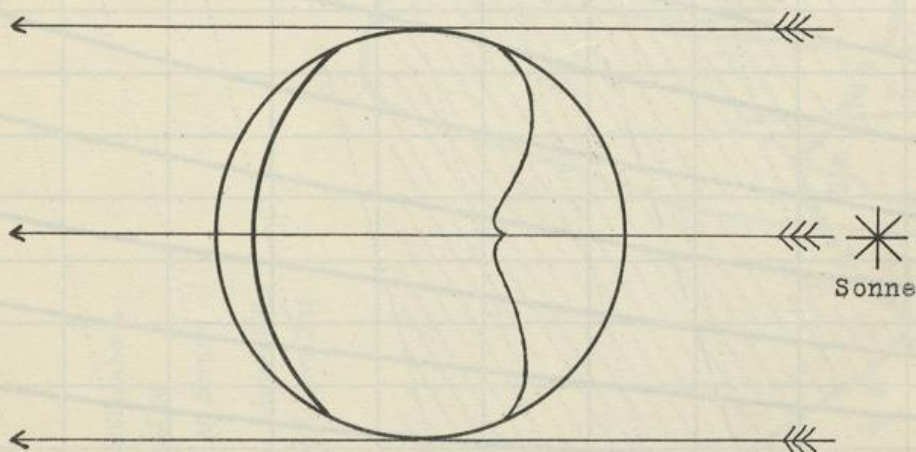
Fig. 8.

Über den Einfluß der Stadt auf die Sicht über dem Tempelhofer Feld.

Dr. R. Reidat.

Maßgebend für die Sicht ist neben der Helligkeit des zu beobachtenden Gegenstandes vor allem der Helligkeitskontrast. Der Beobachter am Boden hat als Sichtmarken Gegenstände, die sich in ihren Umrissen gegen den Himmel abheben. Er beobachtet also bei starken Lichtkontrasten. Diese Kontraste fehlen für den Beobachter in der Luft. Markante Häuser, Türme und Bäume sind dann oft gegen den dunklen Erdboden gesehen nicht mehr zu erkennen, wenn sie der Erdbeobachter noch gut wahrnehmen kann. Zudem kommt noch, daß der Sehstrahl für den Flugzeugbeobachter zu dem gleichen Ziele einen größeren Weg in dem Dunst zurücklegen muß, als für den Erdbeobachter. Bei starker Turbulenz wird die Luft gerade in Bodennähe verhältnismäßig rein von Trübungen sein, da die Dunst-Staubteilchen in die Höhe getragen werden. Die Trübung nimmt bis zur Grenze der Turbulenz ständig zu. Dazu kommt für den Flugzeugbeobachter noch der Einfluß der Sonne. Besonders bei geringem Sonnenstande nimmt die diffuse Reflektion mit zunehmender Höhe zu. Das Aufleuchten des Dunstes wird so stark, daß die Sicht, die am Boden gut ist, gegen die Sonne in Flughöhe unter 1 km sinkt.

Welche Form muß der Sichthorizont für den Flugzeugbeobachter nach diesen Überlegungen haben? Er weicht ganz erheblich von der Form des Kreises, den der gewöhnliche Horizont hat, ab. Der Einfluß der diffusen Reflektion des Sonnenlichtes macht sich am stärksten bemerkbar beim Blick gegen die Sonne, weniger stark in Blickrichtung mit der Sonne. Das Verhältnis Sicht gegen Sonne zur Sicht mit der Sonne ist also kleiner als 1. am wenigsten macht sich der Sonneneinfluß in den Richtungen senkrecht zu den Sonnenstrahlen bemerkbar. Hier erreicht einmal die diffuse Reflektion ihr Minimum und zum zweiten ist die Beleuchtung in diesen Richtungen am kontrastreichsten. Die Sicht muß nach beiden Richtungen bei gleichmäßiger Dunstverteilung gleich sein. Das Verhältnis der Sicht rechts zur Strahlrichtung zur Sicht links der Strahlrichtung muß also gleich 1 sein. Bei gleichmäßiger Dunstverteilung darf Windrichtung und -Stärke auf diese beiden Faktoren keinen Einfluß ausüben



Figur 1

Wesentlich anders wird das Bild des Sichthorizontes dann, wenn die Verteilung der Dunstteilchen eine ungleichmäßige ist, z. B. in der Nähe von Fabriken und Städten.

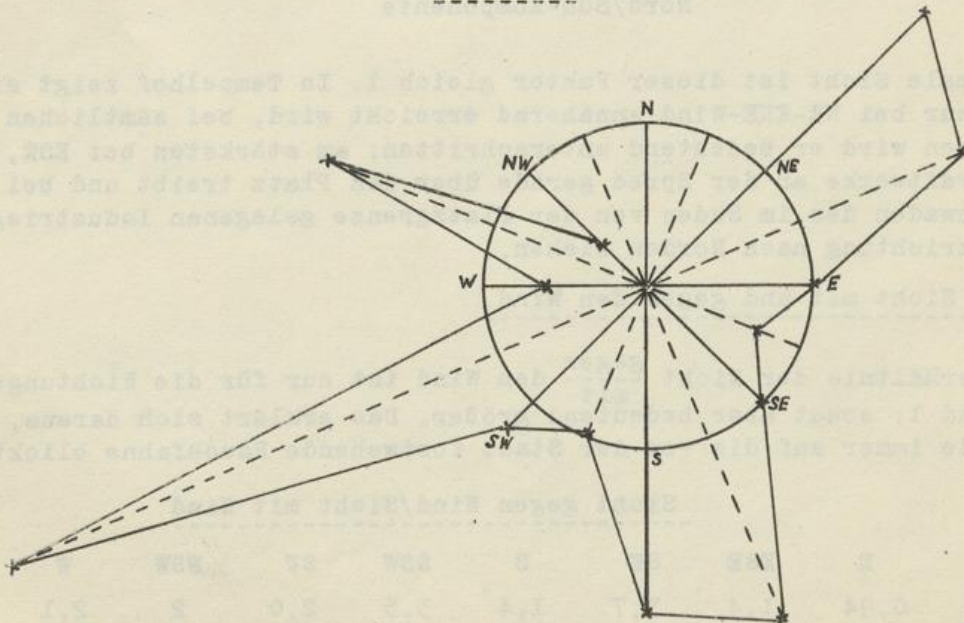
Wir haben an der Berliner Flugstelle den Versuch gemacht, den Einfluß des Großstadtdunstes

Großstadtdunstes auf die Sicht in einzelnen Karten festzulegen. Die Sichtbeobachtungen wurden ausgeführt bei den täglichen Wetteraufstiegen, also vormittags gegen 9 Uhr. Der Stand der Sonne war an allen Tagen der 2 Monate annähernd der gleiche, so daß sich die einzelnen Beobachtungen gut vergleichen lassen. Jeden Tag wurde der Sichthorizont in etwa 500 und 1500 m Höhe in einen Kartenunterdruck eingezeichnet und die einzelnen Karten dann nach Windrichtung sortiert ausgemessen. Schwierig war es, einen geeigneten Kartenunterdruck für diese Zwecke zu finden. Die vorhandenen Umgebungskarten waren zu reichhaltig und ließen die markanten Sichtpunkte nicht genügend hervortreten. Es wurde deshalb eine besondere Karte entworfen, in die nur die geschlossenen Siedlungen, Wälder und Wasserläufe eingetragen sind. Als Maßstab wurde 1 : 300 000 gewählt. Die Karte hat den Nachteil, daß sie für schlechte Sichten zu wenig Einzelheiten enthält und für gute Sichten nicht ausreicht. Es sind deshalb Versuche im Gange, eine Karte mit nach den Rändern sich vergrößerndem Maßstabe zu entwerfen. Eine Schwierigkeit lag darin, die Grenze der Sicht einigermaßen gleichmäßig festzulegen. Es wurde deshalb allgemein die Sicht soweit gerechnet, wie die Einzelheiten des Landschaftsbildes (Wälder, Wasser, Siedlungen) noch erkennbar waren. Die Aufzeichnungen wurden nach Möglichkeit immer von dem gleichen Beobachter vorgenommen, um den persönlichen Fehler fast ganz auszuschalten. Bei der Ausmessung wurde die Sicht gegen die Sonne, mit der Sonne, senkrecht zur Sonnenstrahlrichtung, mit dem Winde und gegen den Wind festgestellt. Dann wurde das Verhältnis der Sicht gegen die Sonne zur Sicht mit der Sonne, der beiden rechtwinklig dazu gelegenen Komponenten, und mit und gegen den Wind ausgerechnet.

a) Sicht mit der Sonne und gegen die Sonne.

Es war oben festgestellt worden, daß unter normalen Verhältnissen der Faktor Sicht gegen Sonne: Sicht mit der Sonne kleiner als 1 sein muß. Figur 2 zeigt diesen Faktor im Mittel für die verschiedenen Windrichtungen.

Figur 2



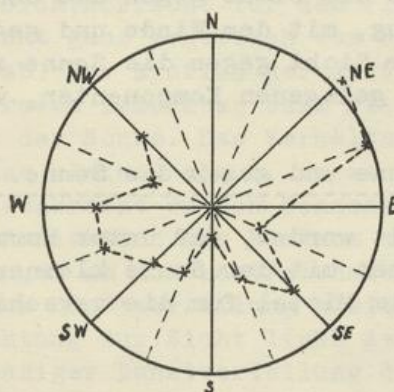
Sicht gegen Sonne/ Sicht mit Sonne

Wir sehen normale Verhältnisse nur für die Windrichtungen E - SE, SSW und W-NW. Die Richtungen E-SE und W-NW stimmen im allgemeinen überein mit der Richtung der Sonnenstrahlen während der Beobachtungszeit. Es addieren sich also hier Wind- und Sonneneinfluß. Zudem kommt noch für den ESE-Wind der Einfluß der Fabrikanlagen an der Spree auf der Linie Schlesischer Bahnhof-Müggelsee, bei NW der Dunst der Industriewerke von Siemensstadt, Borsigwalde, Tegel. Bei NE-ENE und SW-SSE-Wind ist die Sicht gegen die Sonne besser als mit der Sonne. Beim Blick gegen die Sonne tritt hier keinerlei Trübung durch die im SE und NW gelegenen Industriewerke auf, während sich bei der Sicht mit der Sonne der Stadtdunst sehr stark bemerkbar macht.

b) Sicht rechtwinklig zur Sonnenstrahlrichtung.

Figur 3 zeigt das Verhältnis der Sichten senkrecht zur Richtung des Sonnenstrahles und zwar $\frac{\text{Nordkomponente}}{\text{Südkomponente}}$.

Figur 3



Nord/Süd-Komponente

Für die normale Sicht ist dieser Faktor gleich 1. In Tempelhof zeigt sich, daß der Wert 1 nur bei NE-ENE-Wind annähernd erreicht wird, bei sämtlichen anderen Windrichtungen wird er bedeutend unterschritten; am stärksten bei ESE, wenn der Rauch der Kraftwerke an der Spree gerade über den Platz treibt und bei S, wenn die Rauchschwaden des im Süden von der Platzgrenze gelegenen Industriegeländes in die Blickrichtung nach Norden ziehen.

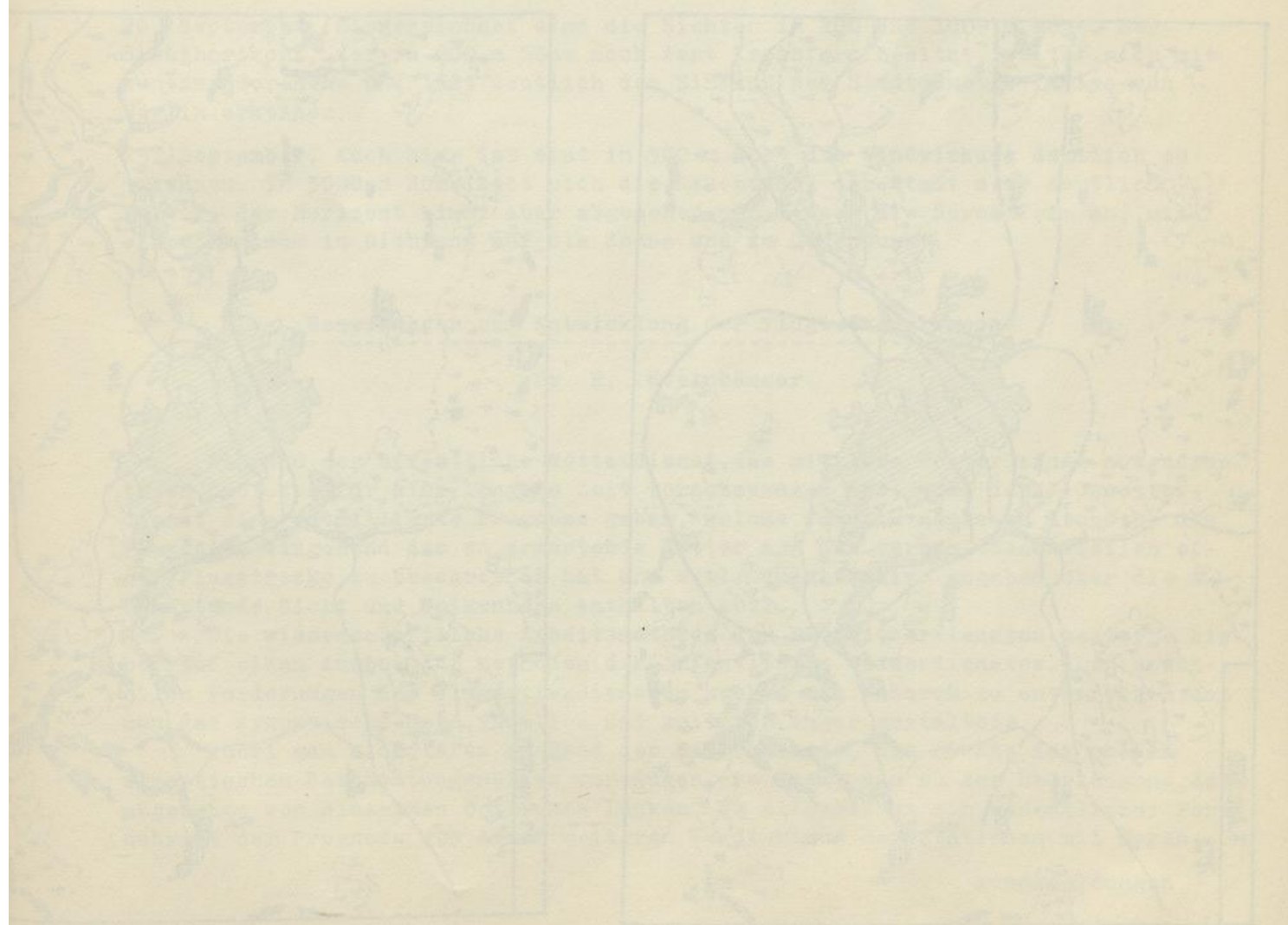
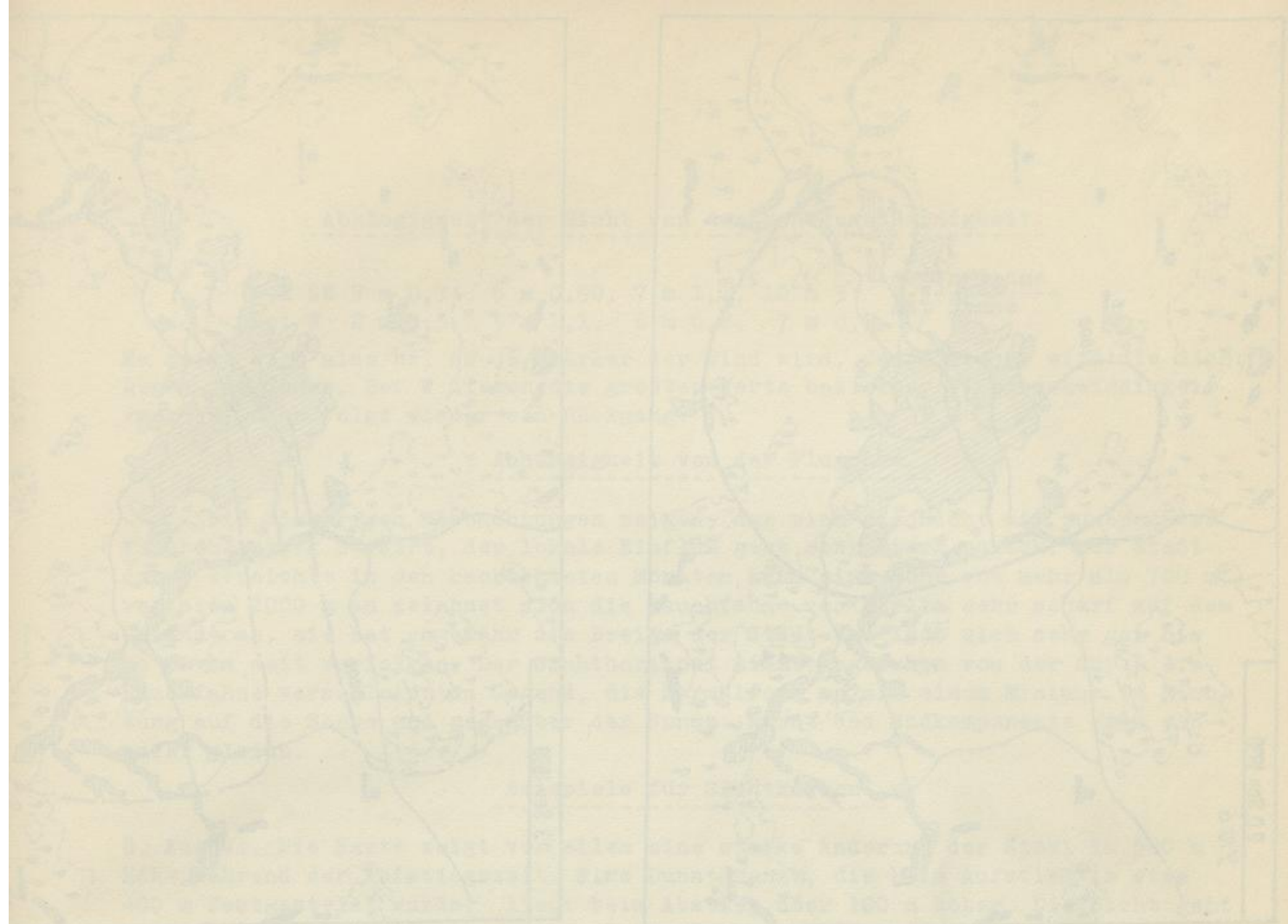
c) Sicht mit und gegen den Wind.

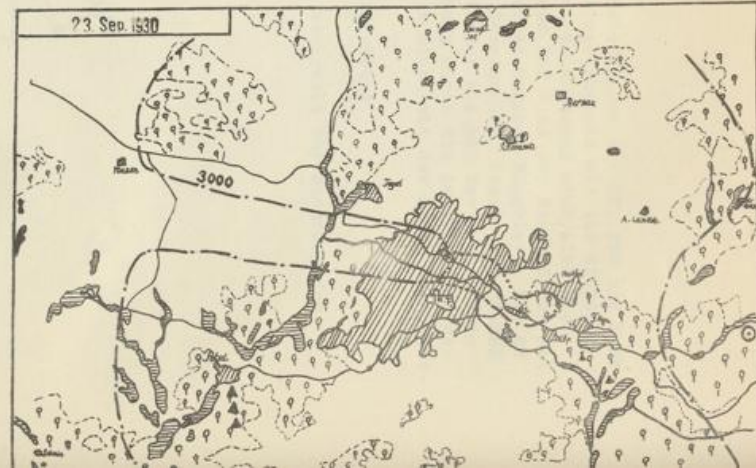
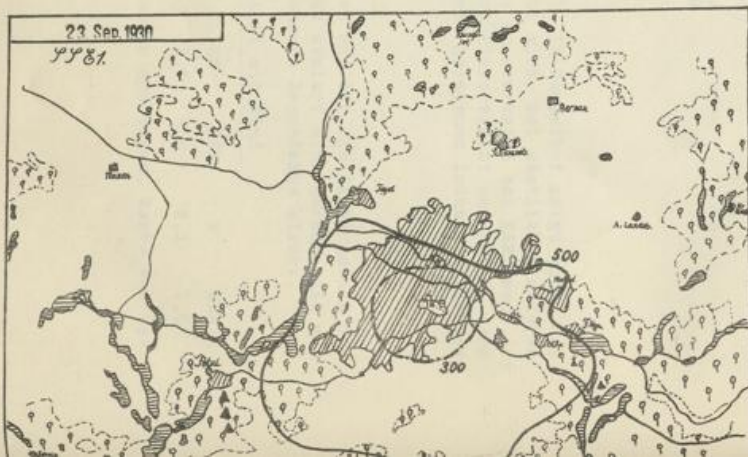
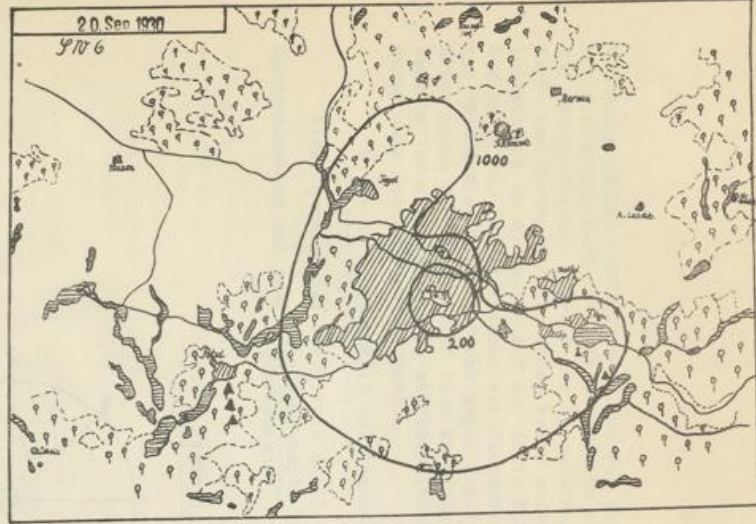
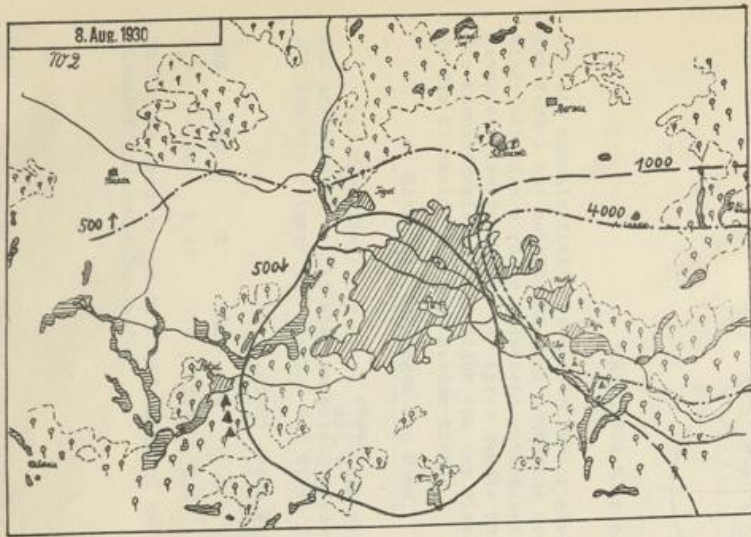
Das Verhältnis der Sicht $\frac{\text{gegen}}{\text{mit}}$ den Wind ist nur für die Richtungen E und ENE annähernd 1, sonst aber bedeutend größer. Das erklärt sich daraus, daß man mit dem Winde immer auf die von der Stadt fortwehende Rauchfahne blickt.

Sicht gegen Wind/Sicht mit Wind.

NE	ENE	E	ESE	SE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW
2,9	0,94	0,94	1,4	3,7	1,4	3,5	2,0	2	2,1	1,6

Es ist am größten von SE - SSW (Einfluß der Werke an der Spree, Werke von Mariendorf und große Bahnhöfe).





Abhängigkeit der Sicht von der Windgeschwindigkeit.

Bei SW 5 m 0,74, 6 m 0,90, 7 m 1,1, 10 m 3 gegen Sonne
Bei W 2 m 0,3, 5 m 1,1, 6 m 0,8, 7 m 0,5 mit Sonne

Es zeigt sich also bei SW je stärker der Wind wird, desto besser wird die Sicht gegen die Sonne. Bei W liegen die größten Werte bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m, dann folgt wieder ein Rückgang.

Abhängigkeit von der Flughöhe.

Die bisherigen Beobachtungen zeigen, daß sich die Sicht mit zunehmender Flughöhe stark bessert, der lokale Einfluß geht sehr stark zurück. Der Stadtdunst erreichte in den beobachteten Monaten kaum eine Höhe von mehr als 700 m, von etwa 2000 m an zeichnet sich die Rauchfahne von Berlin sehr scharf auf dem Gelände ab, sie hat ungefähr die Breite der Stadt und läßt sich sehr gut bis zu 50 km weit verfolgen. Der Sichthorizont nimmt, abgesehen von der durch die Rauchfahne verschleierten Gegend, die Normalform an mit einem Minimum in Richtung auf die Sonne und gegenüber der Sonne. Nord- und Südkomponente sind einander gleich.

Beispiele für Sichtkarten.

8. August. Die Karte zeigt vor allem eine starke Änderung der Sicht in 500 m Höhe während der Aufstiegszeit. Eine Dunstgrenze, die beim Aufstieg in etwa 400 m festgestellt wurde, liegt beim Abstieg über 100 m höher. Die Sicht geht mit der Hebung der Dunstgrenze in 500 m Höhe stark zurück.

20. September. Eingezeichnet sind die Sichten in 200 und 1000 m Höhe. Der Sichthorizont, der in 200 m Höhe noch fast Kreisform besitzt, weitet sich mit zunehmender Höhe und läßt deutlich den Einfluß des Stadtdunstes im Lee von Berlin erkennen.

23. September. Auch hier ist erst in 500 m Höhe die Windwirkung deutlich zu erkennen. In 3000 m Höhe hebt sich die Rauchfahne der Stadt sehr deutlich hervor, der Horizont nimmt aber abgesehen von dieser die Normalform an, mit einem Minimum in Richtung auf die Sonne und im Gegenpunkt.

Bemerkungen zur Entwicklung der Flugwetterprognose

Dr. H. Steinhäuser.

Während der öffentliche Wetterdienst das mittlere Wetter eines ausgedehnten Gebietes für eine längere Zeit voraussagen hat, soll der Flugwetterdienst eine detaillierte Prognose geben, welche für die nächsten Stunden, die Flugzeit, eingehend das zu erwartende Wetter auf den verschiedenen Teilen einer Flugstrecke zu beschreiben hat und evtl. quantitative Angaben über die zu erwartende Sicht und Wolkenhöhe enthalten soll.

Die wissenschaftliche Arbeitsmethode des Flugwetterdienstes basierte bisher auf einem Ausbau der Methoden des öffentlichen Wetterdienstes. Den speziellen Forderungen des Flugwetterdienstes suchte man dadurch zu entsprechen, daß man das synoptische Netz räumlich und zeitlich enger gestaltete.

Führt man sich, etwa an Hand der Bezirkskarte, die Dichte des großen synoptischen Beobachtungsnetzes vor Augen, so kommt man zu der Überzeugung, daß, abgesehen von einzelnen örtlichen Lücken, im allgemeinen ein wesentlicher Fortschritt der Prognose von einer weiteren Verdichtung der Stationen mit Ergän-

zungsmeldungen

Ergänzungsmeldungen (großer Schlüssel) nicht mehr zu erwarten ist. Denn man kommt bald zu der Grenze, wo man z. B. den Druckwert einer Zwischenstation mit hinreichender Genauigkeit aus dem Druck benachbarter synoptischer Stationen linear interpolieren kann. Ferner muß man den mittleren Beobachtungsfehler jeder Druckablesung in Betracht ziehen, welcher im praktischen Dienst natürlich größer ist als der physikalische und etwa 0,2 bis 0,3 mbr beträgt. Infolgedessen herrscht, fehlertheoretisch betrachtet, ein gemeldeter Druckwert nicht nur an dem Beobachtungsort, sondern wegen der Genauigkeitsgrenze im Mittel für alle Gradientrichtungen ohne Berücksichtigung der Häufigkeit der einzelnen Richtungen in einem Kreis, in dessen Mitte der Beobachtungsort liegt, und dessen Radius durch die Größe des Gradienten bestimmt ist. Besonders bei schwachem Gradient überschneiden sich bei zu engem Drucknetz die Fehlerkreise benachbarter Druckstationen sehr stark, so daß also durch die beschränkte Messgenauigkeit der Enge des Drucknetzes eine Grenze gesetzt ist. Bei den Temperaturwerten sind durch die Abrundung auf ganze Grade die Fehlerkreise mit einem Radius von $\leq 0,5^\circ$ bei dem meist herrschenden mäßigen Temperaturgradienten ziemlich groß. Nur in Fällen sehr großer Temperaturgradienten wie bei bis zum Erdboden scharf ausgeprägten Fronten (bes. Einbruchfronten) verkleinern sich die Fehlerkreise der Temperaturen derart, daß bei der heutigen Dichte des Temperaturnetzes ein Überschneiden der Fehlerkreise nicht mehr eintritt.

Abgesehen von den angeführten Gesichtspunkten sind aber einer örtlichen Detaillierung der Prognose durch Verdichtung des großen synoptischen Netzes aus anderen Gründen Grenzen gesetzt: Die zur Prognosenstellung vom öffentlichen Wetterdienst übernommenen wissenschaftlichen Hilfsmittel sind im wesentlichen die Untersuchung der Wanderung und Umsetzung ausgedehnter Luftkörper und somit nur für die Betrachtung des mittleren Wetterablaufs über größeren Gebieten zu verwenden.

Ein Fall, wo diese Arbeitsweise sich im Flugwetterdienst anwenden läßt, ist die Untersuchung der Verlagerung von Fronten oder ausgedehnteren Verschlechterungsgebieten. Aber das Arbeiten mit und das Suchen nach Fronten wurde dann auch etwas übertrieben. Besonders die in gebirgigen Gegenden liegenden Flugwetterwarten mußten die Tücken selbst gut ausgebildeter Fronten kennen lernen, z. B. Änderung der Verlagerungsgeschwindigkeit und andere Einwirkungen durch orographische Einflüsse. Auch können Fronten über Gebiete hinwegziehen, ohne daß sich dort ihre spezifischen Eigenschaften auswirken. So kommt es ja beim Durchgang schwerer Gewitterfronten vor, daß die Entladung über größeren Gebieten aussetzt und erst wieder in solchen Gebieten einsetzt, wo z. B. durch stärkere Überhitzung in den untersten Schichten der Gradient adiabatisch oder überadiabatisch wurde. Ferner lösen sich Fronten oft plötzlich auf. Die wissenschaftliche Frontologie hätte vor allem noch die Frage zu lösen: Auf welche Weise und mit welchen Hilfsmitteln kann man im praktischen Dienst eindeutige Anhaltspunkte über plötzliche Bildung, Abschwächung, Auflösung oder Änderung spezifischer Eigenschaften von Fronten erhalten.

Wie gesagt, mit der Verfolgung durchziehender Fronten oder Schlechtwettergebiete ist die Aufgabe des Flugwetterdienstes nicht erfüllt. Es gibt noch eine Reihe von Problemen der örtlichen Prognose, zu deren Lösung die wissenschaftlichen Hilfsmittel des Wetterdienstes nicht ausreichen. Genannt sei z. B. die örtliche Niederschlagsprognose. Durch orographische Verhältnisse werden ja oft viel stärkere Aufgleitkomponenten hervorgerufen, als durch die Neigung von Gleitflächen. Nur unter ganz bestimmten Umständen kündigt ein kleines Fallgebiet eine örtliche Verschlechterung an, oft entstehen verbreitete Schauergebiete mit steigendem Druck. Nun ist der Mechanismus der Niederschlagsbildung überhaupt noch ein nur teilweise gelöstes Problem der wissenschaftlichen Meteorologie, das Schmauß und Wigand mit Vorstellungen aus der Physik der Kolloide zu behandeln suchen. Auch hängt die Niederschlagsbildung von so vielen Faktoren ab, daß nur immer Teillösungen des Problems geliefert werden können.

Als weitere Aufgabe des Flugwetterdienstes sei die besonders für den Herbst- und Winterluftverkehr so wichtige Vorhersage örtlicher Nebelbildung oder -auflösung genannt. Die Nebelprognose wird durch den Umstand erschwert, daß im großen Schlüssel die Werte der relativen Feuchtigkeit auf ganze zehner Prozente und die Temperatur auf ganze Grade abgerundet werden. In kritischen Fällen müßte man zu einer Beratung wenigstens für den Zielhafen beide Größen um eine Zehnerpotenz genauer kennen. Eine Vergrößerung der Treffer von Nebelprognosen muß aus Gründen der Sicherheit unbedingt gefordert werden. Denn auf Grund eines Hinweises des beratenden Meteorologen auf die Möglichkeit der Nebelbildung z. B. an Herbstnachmittagen am Zielhafen kann sich die Flugleitung nach der heutigen Trefferwahrscheinlichkeit nicht zum Absagen eines Starts entschließen, worin für Meteorologen und Flugleitung eine große Verantwortung liegt.

Wie erwähnt, kann der Flugwetterdienst von einer allgemeinen Verengung des Netzes der großen synoptischen Stationen keine wesentliche Besserung der Prognose mehr erwarten. Da man bei diesen Stationen den Hauptwert auf die Druckbeobachtung legte, richtete man sie in möglichst geringer Meereshöhe, in in gebirgigen Gegenden also in den Niederungen an, um die Reduktionsfehler möglichst klein zu halten. Aber auch die kleinen synoptischen Stationen und Streckenämter wurden besonders aus siedlungspolitischen Gründen in die Niederungen verlegt. Daher sind die Beobachtungen unserer heutigen Streckenämter für den Flugzeugführer nur von untergeordneter Bedeutung. Die Bodensichtangaben solcher Ämter sind meist wesentlich abweichend von der Schrägsicht aus der Höhe, welche den Flugzeugführer interessiert. Die Wolkenhöhenangaben sind besonders bei solchen Postämtern, die keine benachbarten Berge zur Beurteilung der Wolkenhöhe haben, unzuverlässig; der Bodenwind hat höchstens für den Meteorologen zur Beurteilung von Staulagen für Nebel oder tiefe Wolken Bedeutung. Meist ist bei Schlechtwetterlagen nur ein Zusatz: "Berge oder Bergübergang frei" für den Flugzeugführer von Wichtigkeit; aber auch hier können die Meldungen ein falsches Bild geben. Ein Postamt in der Niederung kann z. B., wenn es im Lee einer feuchten Strömung liegt, melden, daß ein Bergübergang frei ist, während er auf der Luvseite ganz in Wolken gehüllt ist, was wir mit dem wichtigen Übergang bei Schlüchtern, dem Distelrasen (Strecke Frankfurt-Erfurt-Berlin) schon öfter erlebten. Wir rufen bei solchen Wetterlagen einen Privatmann, dessen Haus auf dem Sattel steht, an und erbitten von ihm Wetterauskunft.

Außer bei einer Bevorzugung der Druckmessungen sprechen gerade im Flugwetterdienst überwiegend viele Gesichtspunkte für eine Anlage der Stationen auf Bergübergängen oder Bergen. Der Zuverlässigkeit der Meldungen wegen sollten solche Beobachtungen von geschultem besoldetem Personal ausgeführt werden. Eine solche Meldestelle ersetzte bei günstiger Lage mehrere Streckenämter. Die Sichtangaben einer solchen hochgelegenen Beobachtungsstelle entsprechen viel mehr den Sichtwerten, die der Flugzeugführer braucht, als die Beobachtungen einer Station in den Niederungen. Die Wolkenhöhenangaben können mit der Genauigkeit gemacht werden, wie man sie von geschultem Personal verlangen kann. Die Windmessungen gäben ein gutes Bild von dem Stromlinienverlauf über dem Sattel.

Ein Beobachter an einer solchen hochgelegenen Stelle könnte aber nach einen besonderen Schlüssel oder im Klartext noch wichtige Beobachtungen übermitteln, die sich mit dem heute gebräuchlichen Schlüssel nicht wiedergeben lassen. Eine schon vorgeschlagene um eine Zehnerpotenz genauere Angabe der Temperatur und Feuchtigkeit wäre auch von solchen hochgelegenen Beobachtungsstellen, wo diese Elemente geringere Störungen durch Bodeneinflüsse ausgesetzt sind, von Bedeutung, ebenso Angaben über den Gang dieser Elemente, etwa die dreistündige Änderung. Ferner könnten von solchen Beobachtern genaue Angaben über die Windstruktur gemacht werden. Die Böigkeit wird im Flugwetterdienst noch sehr wenig erfaßt. Abgesehen von Beobachtungen der Bodenböigkeit fehlt es

an einfachen Messmethoden der Böigkeit der freien Atmosphäre, von Registriermöglichkeiten gar nicht zu reden. Wenn nun natürlich die Böigkeit von hochgelegenen Stationen auch noch Bodeneinflüsse zeigt, so ist sie doch nicht sehr stark verschieden von der Böigkeit, mit welcher der Flugzeugführer bei Überfliegen des Gebirges bei tiefer Bewölkung zu rechnen hat, bei Wetterlagen also, wo es gerade auf die Kenntnis der Böigkeit sehr ankommt.

Ferner könnte ein Beobachter noch manche Arten von Messungen vornehmen, die der Fortentwicklung der Prognose dienen könnten. Zum Beispiel könnte eine synoptische Kernzählung neue Zusammenhänge erschließen, Wolkenzugrichtung- und Winkelgeschwindigkeitsmessungen könnten bei ausreichend zuverlässiger Schätzung der Wolkenhöhe Höhenwindmessungen auch bei durchbrochener Bewölkung bis in größere Höhen liefern; oder umgekehrt kann bei bekanntem Höhenwind dadurch Aufschluß über die Wolkenhöhe gewonnen werden. Regenmessungen auf der Luv- und Leeseite geben Aufschluß über die Stauwirkung des Gebirges bei verschiedenen Wetterlagen.

Im ganzen betrachtet müssen wir zugeben, daß die Flugwetterprognose z. Zt. manchen Wetterlagen noch nicht gewachsen ist. Aber es ist ein Glück, daß wir erst am Anfang einer Entwicklung stehen und nicht sagen müssen, der heutige Stand der Flugwetterprognose sei der Abschluß einer Entwicklung.

Strömungseinfluß des mitteldeutschen Gebirgsrandes und seine
Bedeutung für die Flugmeteorologie dieses Gebietes.

(Auszug aus der Dissertation der Technischen Hochschule, Darmstadt 1930)

von G. H. Baumann.

Hellmanns Karten mittlerer Windrichtungen der Monate April bis Juni zeigen sehr auffällig eine Unstetigkeit im Strömungsverlauf etwa längs der Linie Essen-Hannover-Berlin-Breslau, wobei die einheitlichen nordwestlichen Winde eine merkliche Ablenkung auf Westen und Südwesten erfahren, um sich weiter südlich dem Luftdruckgefälle wieder anzupassen. Diese Konvergenzlinie führt Georgii¹⁾ auf die Stauung der nordwestlichen Luftströmung am Mittelgebirgsrand zurück und nimmt an, daß auch wahrscheinlich diese Singularität des Stromfeldes Einfluß auf die Witterung habe, namentlich auf die Zugstraße von Gewittern. Eine Untersuchung darüber ist Gegenstand vorliegender Arbeit. Es kann sich hier natürlich nur darum handeln, eine ganz kurze Übersicht der Ergebnisse wiederzugeben.²⁾

Für die Hindernisströmung am Gebirgsrand sind zwei Strömungsarten charakteristisch: Erstens das Umströmen, zweitens das Überströmen. Das Umströmen zeigt sich im Stromlinienbild als Richtungsdivergenz vor dem Gebirge, als Richtungskonvergenz hinter dem Gebirge. Das Überströmen erzeugt im horizontalen Stromfeld eine Strömungskonvergenz auf der Luvseite, eine Strömungsdivergenz im Lee. Beide Strömungsarten bestehen nebeneinander, wenn Strömungsrichtung und Streichrichtung der Gebirge zusammenfallen (dreidimensional), im allgemeinen überwiegt dann das Umströmen. Ist dagegen die Strömung senkrecht, oder nahezu senkrecht auf den Gebirgsrand oder größere Gebirgsmassive, so wird das Hindernis, von den Rändern abgesehen, ausschließlich überströmt (zweidimensional).

Praktisch lassen sich die zweidimensionale und die dreidimensionale Strömungsform nicht immer scharf voneinander trennen, obwohl jede Windrichtung ihre charakteristischen Strömungsmerkmale besitzt.

1) Flugmeteorologie Seite 144

2) Die vollständige Arbeit erscheint im Archiv der Deutschen Seewarte 1931.

Bei nördlichen und südlichen Winden ist am Gebirgsrand die zweidimensionale Strömungsform vorherrschend, bei westlichen und östlichen Winden dagegen überwiegt die dreidimensionale Strömungsform.

Die Skizzen 1, 2 und 3 am Schluß der Arbeit (SW-, W- und NW-Wetterlage) mögen dies veranschaulichen.

Außer den Wirbeln mit horizontaler Achse, die durch luv- und leeseitige Konvergenz- und Divergenzlinien zum Ausdruck kommen, treten in manchen Fällen auch Wirbel mit vertikaler, sogenannte Lateralwirbel, auf. Am günstigsten scheinen die Bedingungen bei östlichen Winden zu sein.

Sicher spielt bei dem Zustandekommen der Wirbel, insbesondere der Luv- und Leewirbel, der thermodynamische Zustand der Atmosphäre eine entscheidende Rolle, doch ist davon zunächst abgesehen. Skizze 4 (SE-Wetterlage) enthält zwei typische Randwirbel.

Auch Windstärke und Windbeständigkeit unterliegen großen Änderungen am Mittelgebirgsrand. Man beobachtet Gebiete, in denen die Strömung beschleunigt, bzw. verzögert wird. Diese "Beschleunigungs-" und "Verzögerungsfelder" stehen durchaus in gesetzmäßiger Beziehung zur allgemeinen Strömungsrichtung. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Beständigkeit der Winde. Es gilt ganz allgemein, daß einer gewissen Strömungsrichtung stets eine ganz bestimmte Verteilung der Geschwindigkeit und der Beständigkeit zuzuordnen ist.

Alle drei Faktoren - die Windrichtung, die Windgeschwindigkeit und die Windbeständigkeit - können dazu herangezogen werden, im großen und ganzen die Wirkung des Geländes auf die Strömung zu untersuchen und im besonderen den Einflußbereich und die Reichweite des Gebirgsrandes genau festzulegen.

Dieses rein strömungsmeteorologische Ergebnis läßt sich nun an Hand von Spezialwetterlagen und auf Grund von Flugzeugerfahrungen bestätigen und ergänzen. Dabei zeigt sich eine gute Übereinstimmung. Es sei nur an die Arbeit von Seilkopf ³⁾ erinnert.

Hiermit ist der Beweis erbracht, daß örtliche Schlechtwettergebiete sich auf Strömungsvorgänge zurückführen lassen und in den Strömungssingularitäten deutlich in Erscheinung treten.

Ferner läßt sich erkennen, daß Aufwinde und Böigkeit, sowie Gewitterbildung und Gewitterzug eng an gewisse Strömungsformen gebunden sind. So erweisen sich ganz besonders Lateralwirbel als Gebiete großer Böigkeit und Häufigkeit von Gewittern, sogenannte Böigkeits- und Gewitterzentren.

Selbst die von den Luft Hansa-Maschinen wegen Wetter vorgenommenen Zwischenlandungen sind mit den Strömungsverhältnissen, der Hindernisströmung, in Zusammenhang zu bringen, insofern als die Notlandeplätze den Mittelgebirgsrand kranzförmig umschließen, sogleich aber zusammenfallen mit der erfahrungsgemäß festgelegten Staugrenze und schließlich auch mit den Strömungssingularitäten (Skizze 5)

Namentlich in dem letzten Beispiel tritt die große Bedeutung der orographischen Strömungsbeeinflussung für die Flugmeteorologie und für die Flugpraxis sehr klar zutage.

Derartige Strömungsuntersuchungen lassen sich also dazu verwenden, meteorologische Gefahrenzonen abzuleiten, eine Methode, die am geeignetsten und zuverlässigsten erscheint, eine Flugstreckenklimatologie aufzubauen.

3) Annalen der Hydrographie 1928, Heft 4.

SW-Wetterlage.
Sommer

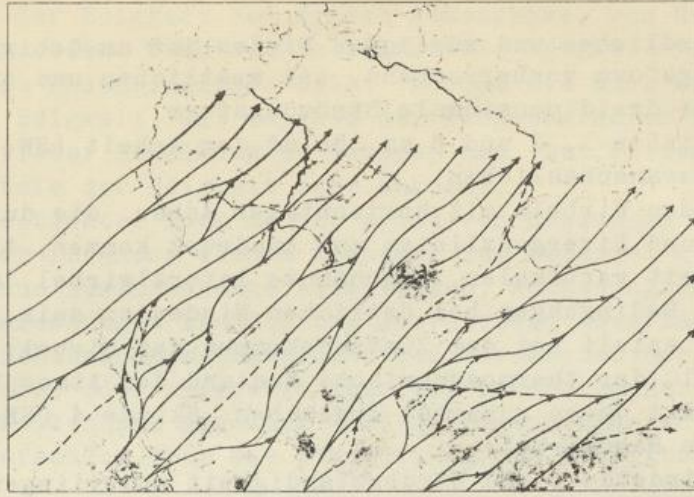


Fig. 1

W-Wetterlage.
Sommer

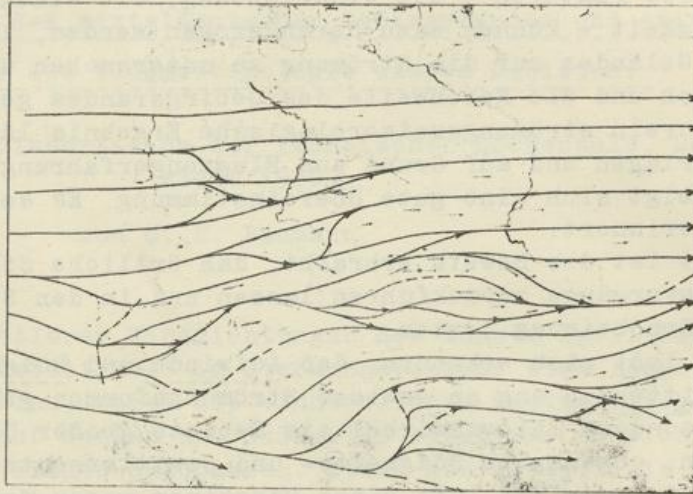


Fig. 2

NW-Wetterlage.
Sommer

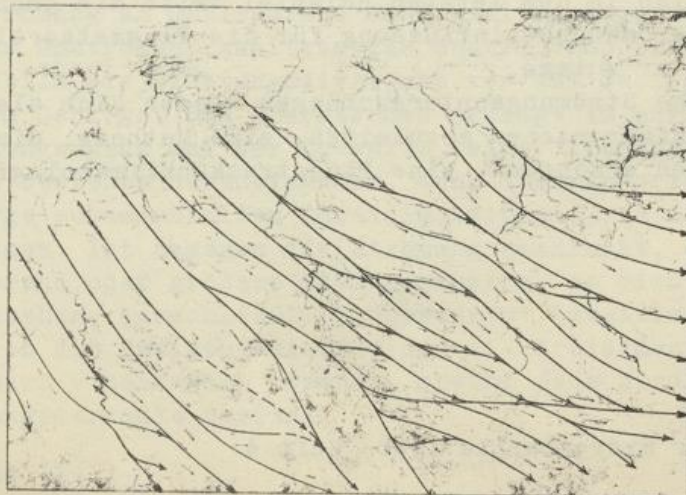


Fig. 3

SE-Wetterlage.
Sommer



Fig. 4

Nat-u. Zwischenlandungen
1926 bis 1928

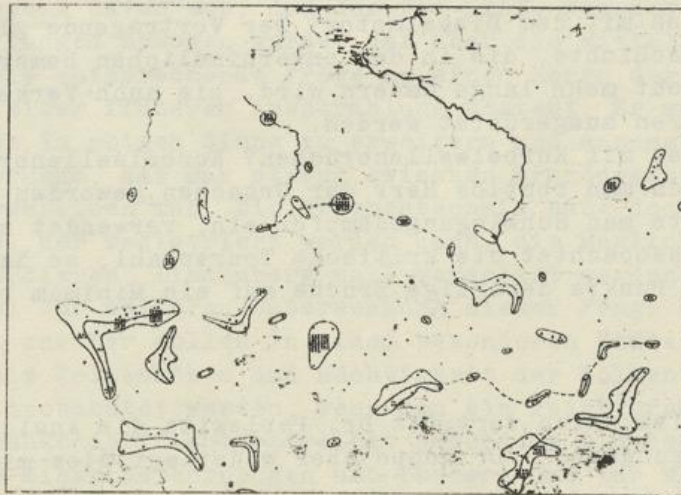


Fig. 5

Ergebnisse der Diskussion

Vortrag Dr. Knaus. ohne Diskussion

Vortrag Dr. Wendroth. ohne Diskussion

Vortrag Flugkap. Polte.

In der Diskussion interessiert sich Dr. Noth für die Frage, inwieweit die Bögigkeit auf die Bordinstrumente wirkt. Nach den gemachten Erfahrungen Poltes und anderer ist die Wirkung der Bögigkeit auf die Instrumente eine Frage der Anbringung derselben und der Größe der Maschine. Je größer die Maschine, desto leichter kann sie zum Blindflug übergehen. Dieser Übergang wieder ist eine Frage der Instrumentation. Dr. Koppe und Dr. Wendroth beantworten die Frage Dr. Egersdörfers, wie weit man mit dem Ausbau des Blindflugs zu Registrierinstrumenten sei, dahingehend, daß diese sich in Entwicklung befinden, die Versuchsreihe aber noch nicht abgeschlossen sei.

Vortrag Dr. Schmidt-Reps.

In der Diskussion dreht es sich in der Hauptsache um die Frage des Flugkap. Helm, ob man für die Peilung nicht akustische Hilfsmittel anwenden könnte, wie in Frankreich. Der Vortragende führt folgendes aus: Die Entwicklung und der Weiterausbau der FT-Peilung würde wohl zu weiterer Vervollkommnung führen, so daß man auf akustische Methoden verzichten kann. Frankreichs Zivilluftverkehr habe diese Methoden nur in beschränktem Maße in Anwendung gebracht.

Vortrag Dr. Dierbach.

Zu den Ausführungen gibt Ing. Petzel nur einige Ergänzungen:

Vortrag Dr. Schatzki.

Die Diskussion ergab zwei wertvolle Fragen.

- 1.) wie steht es mit dem Dieselmotor? Der Vortragende gibt eine kurze Entwicklungsgeschichte, die in der unverbindlichen Bemerkung gipfelt, daß es wohl nicht mehr lange dauern wird, bis auch Verkehrsmaschinen mit Dieselmotoren ausgerüstet werden.
- 2.) Wie steht es mit Kurbelwellenbrüchen? Kurbelwellenbrüche sind fast verschwunden, da man restlos Herr der Ursachen geworden ist. In der Hauptsache baute man Schwingungsdämpfer ein, verwendet nur bestimmte Propeller und beobachtet die kritische Tourenzahl, so daß unter Nutzanwendung dieser Punkte derartige Brüche auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Vortrag Dr. Koppe.

In der Diskussion vertritt Dr. Perlewitz die Ansicht der Anschütz-Kompaß sei störungsfrei. Dr. Koppe aber widerlegt dies mit technischer Begründung.

Vortrag Dr. Kuckert. ✓

Vortrag Dr. Benkendorff.

In der Diskussion spezifiziert Dr. Wenzel vom Standpunkt der Flugwetterwarte aus, wie vielseitig der Anfragenkomplex ist. Dr. Zistler dagegen beleuchtet diese Frage vom Stande einer Wetterdienststelle aus.

Vortrag Dr. Keil

Keine Diskussion.

Vortrag Dr. Seilkopf.

In der Diskussion ergänzt Reg. Baum. Lay die Seilkopf'schen Nebelkarten Norddeutschlands durch die Nebelverhältnisse im NO. Dr. Raethjen betont die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen Flugstellen und Wetterwarten und weist auf den hohen Wert der Ergebnisse der Aufstiegsstellen für die wissenschaftliche Weiterentwicklung der Flugwetterberatung hin. Dr. Koppe betont als Ergänzung zu den Seilkopf'schen Ausführungen die schwere Behinderung des Luftverkehrs durch Schneefall. Prof. Weickmann gibt seiner Freude Ausdruck, daß es in den Kreisen der Flugmeteorologen doch noch Zeit gibt, wissenschaftlich zu arbeiten und betont den hohen Wert der Erfahrungen der Flugzeugführer für diese Untersuchungen nutzbar zu machen. Dr. Beck macht freilich auf die Schwierigkeiten des regelmäßigen Gedankenaustausches mit den Führern aufmerksam. Allerdings sei auch noch die verschiedene Einstellung der Flugzeugführer gegenüber der Wettersicherung ausschlaggebend, was auch Dr. Noth bestätigt. Dr. Soltau macht auf die immerhin schon relativ viele Literatur über die Erfahrungen bei Flügen von Meteorologen aufmerksam, Dr. Stöbe darauf, daß Verwertung der Erfahrungen der Flugzeugführer freilich eine sehr wichtige Aufgabe darstellt, daß aber zuweilen die Angaben zweier Führer derselben Strecke divergieren und darin gerade die Hauptschwierigkeit liegt. Zu dieser Frage äußern sich noch Flugkap. Vandame und Helm, die die Notwendigkeit eines Gedankenaustausches durchaus unterstreichen aber auch auf die Schwierigkeiten aufmerksam machen, die zuweilen auftreten.

Vortrag Prof. Wegener.

Die am Schluß seines Vortrages beantragte Resolution, die einstimmig angenommen wird, hatte folgenden Wortlaut: die aerologischen Aufstiege würden an Wert gewinnen, wenn sie so angestellt werden, daß die Gipfelhöhe zu gleicher Zeit erreicht wird und die Ergebnisse rund um 0900 Uhr ausgestrahlt werden könnten (es müssen die Ergebnisse von einer Stelle bearbeitet und eine Zusammenfassung derselben gefunkt werden. Zusatz von Geh. Rat Hergesell). In der Diskussion geht Geh. Rat Hergesell davon aus, daß der von Prof. Wegener geäußerte Gedanke schon seit langem erwogen wurde, daß aber die Mittel hierzu fehlten und richtet die entsprechende Frage an einen Herrn der Z.f.F., ob die Möglichkeit einer früheren Ausstrahlung besteht. Er wünscht daher, die Resolution im obigen Sinne zu erweitern und anzunehmen. Er macht darauf aufmerksam, daß man streng zwischen Brandungsschicht und Turbulenzstrom unterscheiden muß. Die Drachentechnik habe doch mit Hilfe des Drachenzuges, der registriert werden kann, die Möglichkeit, diesen Unterschied zu studieren. Lindenberg soll veranlaßt werden, von der Notgemeinschaft Mittel zur weiteren Untersuchung dieser Frage zu bekommen. Die Ergebnisse darüber sollen in einem besonderen Heft erscheinen. Ebenso könnten die Wolkenhöhen und Mächtigkeit der Wolkenetagen durch einen Drachen beobachtet werden, wenn man ein Feinhygrometer verwendet. Dr. Benkendorff unterstreicht besonders die Bearbeitung des Materials durch einen Meteorologen und fordert uns zur Mitarbeit durch die einsetzende Kritik auf. Dr. Reidat äußert Bedenken gegen die Früherlegung der Aufstiege in den Wintermonaten und schlägt vor, die Wettermaschinen mit FT auszurüsten, damit die wichtigsten Augenbeobachtungen sofort gegeben werden können. Dr. Koppe regt an, das Wetterflugzeug für Strömungsforschungen zu verwenden und empfiehlt, einen sogenannten Polygraphen einzubauen.

Vortrag Dr. Reidat.

Ohne Diskussion

Vortrag Dr. Schreiber.

Scholz, Reg. Baum. Lay und Dr. Woerner äußern Bedenken gegen Einführung der Synopsis, da sie zu Randstaaten gehören und Schwierigkeiten beim Funkempfang haben. Ebenso macht Dr. Frank auf die Schwierigkeiten der Beratung nach Kopenhagen im Falle Ausbleibens von Streckenmeldungen aufmerksam. Dr. Beck und Prof. Weickmann dagegen betonen die Notwendigkeit der Synopsis, doch hält letzterer die Streckenmeldungen zur Bestätigung der Ansicht für notwendig. Zur Frage der Synopsis äußern sich noch Dr. Baumann, Hartmann, Ernst, Keil im positiven Sinne.

Vortrag Dr. Hebner.

Dr. Rotzoll berichtet in der Diskussion über seine Erfahrungen hinsichtlich des Nachtfluges während der im Winter stattfindenden Ausbildungsflüge zwischen Braunschweig und Hannover. Hierzu noch Dr. Noth. Weiter ergibt sich die Diskussion zwischen Prof. Weickmann, Kap. Helm, Dr. Frank und Dr. Bauer über die Frage der Stadtnebel und deren Einfluß auf den Flug. Dr. Koppe macht noch auf den Unterschied bei Sichtbeobachtungen von beleuchteten und unbeleuchteten Flächen aufmerksam, den man doch berücksichtigen möchte. Wesentlich bei der Diskussion ist noch, daß Kap. Helm bei Flügen nach London auf die Ungleichmäßigkeit der Sichtangaben hinweist, denn die Engländer melden Konturensicht, die Deutschen Feuersicht.

Vortrag Dr. Arenhold.

Die Diskussion, an der sich Dr. Schreiber, Kap. Helm, Dr. Rotzoll, Noth, Scholz, Hebner und Herr v. Gablenz beteiligen, ergab im wesentlichen, daß immer wieder die Klage laut wird, daß sich gewisse Flugzeugführer so wenig um die notwendige Beratung kümmern. Von seiten der Luft Hansa wird aber immer wieder erneut hingewiesen.

Vortrag Dr. Stöbe.

Keine Diskussion

Vortrag Dr. Egersdörfer.

In der Diskussion macht Prof. Dr. Wegener darauf aufmerksam, man sollte bei der Auswahl der Alpenmaschinen darauf achten, die Motoren so anzulegen, daß die größte Leistung beim Steigen und nicht im Geradeausflug erreicht wird. Prof. Weickmann und Dr. Zistler nehmen zu der Frage der Vereisung Stellung und Prof. Weickmann fragt ferner, wie hoch sich die Alpen auf die Strömung bemerkbar machen und macht wegen des Frontverlaufes jenseits der Alpen auf die Arbeit von J. Bjerknes aufmerksam. Dr. Egersdörfer erläutert diese Frage und hat nach seinen Beobachtungen eine Einflußhöhe von 1000 - 1500 m Höhe festgestellt. Auf die Frage von Dr. Stöbe, welchen Erfolg die am Boden und in der Höhe beflogene Doppelstrecke nach Mailand gehabt hat, wird dahingehend beantwortet, daß der Bodenflug schlechter abgeschnitten hat.

Vortrag Dr. Noth.

In der Diskussion erinnert Dr. Koppe an die umfassenden Versuche der Amerikaner und regt an, ähnliche Versuche mit photographischen Aufnahmen auch bei unseren Wetterflugstellen durchzuführen. Zur Frage der Vereisung allgemein sprechen noch Prof. Weickmann, Dr. Noth und Dr. Raethjen. Letzterer teilt die in Darmstadt ähnlich den Amerikanern ge-

machten

gemachten Versuche mit. Kap. Helm möchte darauf aufmerksam gemacht haben, daß der Grad der Vereisung auch vom Material der Maschine abhängt und belegt dies an einem Beispiel. Dipl. Ing. John weist dann noch auf eine umfassende Literatur in einer elektrotechnischen Zeitschrift über Vereisung und Bereifung von Hochspannungsanlagen hin.

Vortrag Dipl. Ing. John.

Dr. Koppe macht allgemeine Bemerkungen über die Fehler, die bei der Navigation entstehen können. Prof. Wegener regt an, die John'schen Tafeln versuchsweise in den Beratungsdienst einzuführen. Jedoch wird von Verschiedenen auf die Schwierigkeit bei Langstreckenflügen aufmerksam gemacht, da es sich doch nur um Mittelwerte handelt.

Vortrag Dr. Steinhäuser.

Im Anschluß an diesen Vortrag entspinnt sich eine lebhafte Diskussion über die Fehlergrenzen der Druckbeobachtungen, an der sich Dr. Beck, Dr. Keil, Dr. Schreiber, Dr. Noth, Dr. Marth beteiligen. Die Versammlung ist sich darüber einig, daß Wandel geschaffen werden muß. In erster Linie sei die Höhe der Station, der instrumentale Fehler, die Reduktionsmethode und die Güte der Beobachtung selbst zu kontrollieren.

Vortrag Reg. Baum. Lay.

In der Diskussion betont Geh. Rat Süring die Notwendigkeit um das Verdienst derartiger Messungen.

Vortrag Dr. Baumann.

In der Diskussion hebt Dr. Stöbe den außerordentlichen Wert dieser Untersuchungen hervor, die auf diese Weise rasch zur Herstellung unseres Zieles, die flugmeteorologische Karte Deutschlands, führen kann. Dr. Noth vermißt die Verwendung des Temperaturgradienten, der aber in der Kürze im Referat nicht erwähnt werden konnte. Zur Strömungsforschung selbst sprechen noch Dr. Disselkamp und Prof. Weickmann, der noch die wichtige Untersuchung von Defant erwähnt und auf die bereits im Gange befindlichen Doppelanschnitte im Geophysikalischen Institut Leipzig zu sprechen kommt, die gerade zur Beantwortung der vertikalen Ströme von hohem Wert sind.

Sachverzeichnis

Absplitteln (von Eis)	34
Abstände (der Leuchtfeuer)	13
Abtrift	80
Abtrift -Meßgerät	7
Akustische Peilung	100
Alpenflug	34,61,63
Anschütz-Kompaß	100
Ansteuerungsfeuer	13,14
Antennenfehler	10
Aufgleitfläche	18,35
Aufgleitkomponente	28
Aufgleitfront	28
Aufgleitregen	28
Aufwind	97
Außenhaut	63
Außenlandung	13,48
Austauschsystem	61
Austauschwetter	28
Auswandern (des Minimums)	18
Ausweichwege	9,48
Auswertung (aerologische)	37
Befeuern	19
Behinderung (des Luftverkehrs)	31
Beobachtungsfehler	94
Beobachtungsnetz	37
Beratung streckenhaft	37,39
Beratung synoptisch	39
Besonnung	62
Blindfunk	12
Blindflug	7,12,13,15,19,40,52,55,63,100
Blindflug-Registrierinstrumente	100
Blindstart	15
Blitzdauer (Leuchtfeuer)	13
Blitzfolge	13
Böendurchgang	18
Bodenböigkeit	95
Bodeninversion	35
Bodennebel	49,50,51
Bodenorganisation	48
Bodensicht	95
Bodenreibung	25
Bodenrelief	25
Bordinstrumente	100
Bordwart	19
Böigkeit	34,35,62,95,96,97,100
Brandungszone	26,28,101
Dämmerung	48
Dämmerungseffekt	10,63
Dämpfung (aperiod.)	6
Depression	35
Dichteunterschiede	35
Dieselmotor	100

Divergenzlinien	25
Drachenaufstiege	34
Drachenzug	101
Drehen der Kompassse	6
Drehfeld (ellipt.)	17
Drehgeschwindigkeit (Leuchtfeuer)	12
Drehscheinwerfer	13
Druckbeobachtungen	38
Druckmessungen	95
Dunstanreicherung	21
Dunstmassen	27
Dunstrübung	27
Durchführungsmöglichkeit (einer Strecke)	40
Düsenverstopfung	63
Eichung der Höhenmesser	7
Eigenpeiler	11
Eigenpeilung	18,19
Eigenschaften (aerodyn.)	63
Einbruchsfront	94
Einheitssymbolik	38
Einzeichnungskarten	56
Eisansatz	34,62,64
Eisansatz (an Propeller)	64
Elmsfeuer	49
Erdinduktions-Kompaß	7
Fallgeschwindigkeit (der Regentropfen)	64
Fehler (persönl. b. Peil.)	17
Fehlergrenzen	103
Fehlerkreis	94
Fehlpeilungen	10,15
Fehlweisungen	16,17,18
Fernkompaß	6
Feuchtigkeit relat.	84
Feuchtigkeit spez.	27,84
Feuchtigkeitsregistrierungen	83
Feuchtigkeitssprung	35
Feuersicht	19,48,102
Flachlandstrecken	63
Flei - Verkehr	5
Flugmöglichkeiten	53
Flugsicherung	19
Flugbehinderung	30,53
Flugberatung	24
Flüge, ausgefall.	56,57
Flugerfahrungen	58
Flugfunkverkehr	8
Flugklima	23
Flugmeteorologe	24
Flugstreckenklimatologie	97
Flughafenkennfeuer	13
Flugstatistik	56
Flugwetterwarten (Anz. d.)	19
Flugwetterdienst	21,93
Flughäfen	20
Flugwachen	38

Flugwetter	52,58
Flugzeit	79,81
Flugzeittafel	77
Flugzeugeigengeschwindigkeit	76
Funkberatung	9
Funkbeschickung	16
Funker - Bordwarte	9
Funkpeilung	7
Funkpeilwesen	15
Funkverkehr	12
Funkstrahl	17
Funksender (Anzahl d.)	19
Funktelegraphiegerät	19
Föhn	61,62
Föhnmauer	62
Fragebogen (f. Streckenwatter)	59
Fremdpeilung	7,10,11,18,19
Frontgewitter	34,74
Frontenmerkmale	39
Frontenanalyse	41
Frontennebel	51
Frontologie	94
Gang (tägl. d. Sicht)	22
Gefahrenmeldungen	40
Gewitter	49,62
Gewitterstürme	62
Gewitterfront	94
Gewitterbildung	97
Gewitterzug	97
Gipfelhöhe	34
Gleitfläche	35
Gleichgewichtsgefühl	63
Gradient	94
Großkreisrichtung	16
Großstadtdunst	91
Hängeantenne	10
Hangwind	27
Hauptleuchtfeuer	13
Hauptwitterungstypen	47
Hauptzeppelinhafen	21
Häufigkeit von Sicht	21
Häufigkeit von tiefen Wolken	21
Heizen der Düsen	64
Helligkeitskontrast	90
Hilfslandeplatz	12,13,14,19
Hilfsantenne	17
Hindernisströmung	96
Hochstraßen des Weltluftverk.	4
Hochdruckgebiete	27,35
Horizont künstl.	7
Höhenmesser	7
Höhenmesserkorrektur	7,9
Hochnebeldecke	49,84
Hochnebel	50
Hochflächenlage	55
Höhenwindmessungen	38,78,16

Höhenwinde	47
Höhenstufen	38
Höhenflug	63
Hygrometer	83
Instrumentenflug	8
Interferenzeffekt	16
Inversion	27, 34, 35, 83
Inversionsdunst	50
Katapultdienst	4
Katapultflugzeug	10
Kabelleitung	19
Kaltfront	49, 51
Kaltlufteinbruch	35, 36, 51, 84
Kaltluftmassen	50, 62
Kaltluft	74
Kartenkurs	78
Kennung (der Feuer)	13
Kernzählung	96
Kleingerät (Langwellen)	19
Klimaatlas	23
Klimatologie dyn.	33
Klimatologie	48
Knallpeilung	11
Kondensation	35
Kondensationserscheinungen	73
Kondensationsgrenze	39
Kondensationshöhe	82, 83
Kondensationskerne	26, 27, 30, 81
Kondensationsniveau	49, 82
Kompaß	6, 15
Kompaßkurs	77
Kontrollpeilungen	18
Konturensicht	102
Konvektion	49
Konvergenzlinien	25, 96
Kraftlinien	16
Kreiselgerät	7
Kurbelwellenbrüche	100
Kursbestimmung	10
Kursdreieck	76, 79
Kursfinder	75
Kurspeilung	10
Kurssucher	75
Kursverbesserung	80
Kurzwellen	11, 19
Landung (im Nebel)	22
Langstreckenflüge	11, 25
Lateralwirbel	97
Leewirkung	61
Leuchtfeuer	12
Lichtkontrast	90
Lochkarte	23
Luftaustausch	35
Luftlot (Behm)	7
Luftmassenanalyse	25

Luftmassen polare	32
Luftdrucksteiggebiet	74
Luftunruhe	76
Luftkörper	94
Meteorologie orogr.	26
Mikrowetter	24
Minimum (Wanderung)	10,16
Monsum	32
Monsumnebel	50
Morgennebel (herbstl.)	50
Nachhinken der Instrumente	15
Nachtflugzeug	9
Nachtflug	12,49
Nachtlandung	13
Nachtflugberatung	48
Nachtflugverkehr	48
Nebel	21,23,39,49
Nebelarten	49,50
Nebelbildung	95
Nebelfälle	51
Nebelhäufigkeit	21,29,30,48,49
Nebellandung	7
Nebel marit.	51
Nebelprognose	49,95
Nebelsicht	53
Nebeltage	30
Nebelwetter	53,55,56,57
Nebelwetterlage	25,49
Nebelwettertage	53,58
Nebelwetterstunden	55,58
Nebelverteilung	29
Nebenleuchtfeuer	13
Neonröhren	14,48
Niederschlagsgebiete	31
Niederschlagshäufigkeit	31
Niederschlagshöhe	30,31
Niederschlagsprognose	94
Niederschlagstage	32
Niederschlagsverteilung	30
Normalatmosphäre	7
Notlandung	29,55
Omnibus-Verkehr	5
Organisation d. Flugw.	25
Ozeanluftfahrt	19
Peilbomben	7
Peildienst	19
Peilnetz	10
Peilschwankungen	17
Peilstellen	10
Peilstrahl	11
Peilmöglichkeiten	11
Peilungen	10,63
Peilverfahren	52
Phasenverschiebung	17
Pilotstationen	38

Platzregen	30
Polarisationszustand	16
Polygraph	101
Polizeiflugwachen	38
Prognose (kurzfr.)	25
Profilveränderungen	63
Rahmenantenne (am Flugzeug)	11
Rahmenpeiler	16,17
Randwirbel	97
Rationalisierung d. Streckennetzes	5
Rauh frost	62
Rauchfahne	93
Reibung (virtuelle)	27,36
Reibungsaufwind	28
Reisegeschwindigkeit	76,79
Reduktionsfehler	95
Reflexion diffuse	90
Richtfunkbaken	11
Richtungdivergenzen	96
Rosbreite	61
Rückstrahlfelder	16
Rückseitenwetter	49,62
Sammelfunkspruch	37
Schauergebiete	49,94
Scheinwerfer	12,14
Scheinwerfermessung	81,84
Schlechtwetter	25,95
Schlechtwettergebiete	25,28,82,94
Schlechtwetterwolken	84
Schlechtwetterweg	12,48
Schleifzone	47
Schneefall	101
Schwingungsdämpfer	100
Seenebel	50
Seerauch (arktischer)	50
Sektor (warmer)	48
Selbststeuerung	15
Sicht	22,23,33,34,48,52,90
Sicht tägl. Gang	22,53,54
Sichthorizont	90,91
Sichtkarten	93
Sichttendenz	55
Sichtverbesserung	54
Sichtverschlechterung	26
Singularität	96,97
Sonnenaufgang	22
Sonnenuntergang	54
Sonnenböe	62
Sonnenkompaß	7
Sperrschicht	26
Sprühregen	30
Standortsbestimmung	10
Standortspeilung	11,78,79,80
Stärke der Vereisung	74
Station syn.	39,40
Statistik der Nebelfälle	51

Staubregen	39
Stauwirkung	61,96
Stauwetter	28
Steiggebiet	66,71
Steppenbrände	27
Steuerkurs	79
Störungen	8,16,63
Störungen kurzper.	18
Störungsfront	39,49
Störungsstunden (Funk.)	8,63
Strahlung langw.	48
Strahlungsnebel	27,50
Stratosphäre	22
Streckenmeldungen	39,40
Streckenämter	95
Streckenbeobachtungen	26
Streckennetz	20
Streckenwetter	58
Stromfeld	25
Stromversetzung	34
Strömungsforschung	101
Strömungskonvergenz	82,96
Strömungsbeeinflussung	97
Superposition	35
Telefonieverkehr	8
Temperaturgefälle	34,36
Temperaturgradient	94
Temperaturumkehr	26
Tourenzahl kritische	100
Transeurasia-Projekt	5
Trägheitskräfte	35,36
Tropfengröße	64
Trübung opake	48
Turbulenz	34,35,81,90,101
Turbulenzwolken	82
Waldbrände	27
Wandern (Peilstrahl)	18
Wärmegewitter	34
Warmfront	47
Warmluft	69,74
Warmluftdunst	50
Warmluftnebel	50
Wasserdichte (der Wolken)	33
Wassergehalt der Wolken	64
Wassertemperatur	51
Wechselfeld	17
Weltluftverkehr	4
Wendezeiger	7,15
Wetterbehinderungskarte	29
Wetterflieger	46
Wetterflüge	62
Wetterflugstellen	19,25,26,74
Wetterflugzeug	33,34
Wetterlage bei Vereisung	66
Wetterscheide (Alpen)	61
Wetterschlüssel	9
Wetterstatistik	23

Wetterverschlechterung	12,27,28
Wettervorhersage	25
Windabnahme	35
Windbestimmung aus Peil	80
Windrichtung mittl.	96
Windrichtungsanzeiger	14
Windströmung	62
Windvektor	76
Windzunahme	35
Winterluftverkehr	63
Winterwetter	52
Wirtschaftlichkeit	6
Wolken	23
Wolkenbasis	33
Wolkenetagen	101
Wolkenhöhe	21,49,52,95
Wolkenhöhe (tagl. Gang)	55
Wolkenhöhe theor.	82,84,89
Wolkenmessung	14
Wolkenoberfläche	33
Wolkenscheinwerfer	13,14
Wolkenzug	96
Übersättigung	73
Umgehungsweg	40,46,55
Umflugwege	9
Umkehrpunkte	29,55
Vektor magn.	17
Verkehrsbedürfnis	20
Vereisung	49,55,58,62,64,65,66,74,102
Vereisungsgefahr	34,52,63,74
Vereisung von Hochspannungsanlagen	102
Viskosität	65,74
Vorhaltwinkel	77,79
Ziellandung	10,11
Zirkulation (allg.)	61
Zuggeschwindigkeit	49
Zusatzfeuer	13
Zwangslandung weg. Vereis.	66,69

Namenverzeichnis

Arenhold	46	Köppen	29,23
Baldit	24	Lay	81,101,102
Bauer	102	Mahrt	103
Baumann	33,96	Malsch	21
Baur	62,63	Neuhoff	82
Beck	101,102,103	Notgemeinschaft	17
Behm	7	Noth	34,63,74,100,101,102,103
Benkendorff	19,36,101	Peppler	82
Bjerknes	102	Perlewitz	100
Deutsche Versuchsanstalt	11,64	Petzel	100
Dierbach	12	Polte	9,15,61,100
Disselkamp	103	Reichsverkehrsministerium	17
Doolittle	7	Reidat	101
Egersdörfer	49,50,61,100,102	Rotzoll	102
Ernst	102	Schatzki	14
Everling	81	Scheel	82
Frank	102	Schmidt-Reps	8
Freudenberg	22	Schneider	81,82
v. Gablenz	46,102	Scholz	102
Georgii	46,96	Schreiber	37,102,103
Hailer	61	v. Schröder	32
Hartmann	102	Seeflugreferat	19
Hebner	48,74	Seilkopf	24,25
Hellmann	29,31,33	Steinhäuser	93
Helm	100,101,102,103	Steiner	74
Hennig	83	Stöbe	29,33,52,102,103
Hergesell	3,23,36,101	Süring	103
Heuse	82	Vandamme	101
John	74,75,103	Wegener	33,74,81,101,102,103
Keil	20,74,102,103	Weickmann	101,102,103
Klemperer	81	Wendroth	6,100
Knauss	4	Wenzel	100
Kopp	74	Willet	49
Koppe	15,74,100,101,102,103	Zentralstelle f. Flugsicherung	17

