

**FLUGBEOBACHTUNGEN ÜBER
MITTEL- UND OST-
EUROPÄISCHEN GEWÄSSERN**

VON

DR. ERICH WASMUND

HYDROBIOLOGISCHE ANSTALT DER KAISER-WILHELM-GESELLSCHAFT
PLÖN IN HOLSTEIN

**SONDERDRUCK
AUS DER GEOGRAPHISCHEN ZEITSCHRIFT**

1930 / 36. JAHRGANG / HEFT 9/10



LEIPZIG B. G. TEUBNER BERLIN

FLUGBEOBACHTUNGEN ÜBER MITTEL- UND OSTEUEPÄISCHEN GEWÄSSERN

Von ERICH WASMUND

Mit einer Kartenskizze

Eine Flugreise vom 4. September 1929, dem Tag der Heimkehr des „Graf Zeppelin“ von seiner Weltfahrt nach Friedrichshafen, bis zum 1. Oktober führte uns vom Bodensee auf die Inselwelt der Nordsee und bis über die dänischen Belte nach den baltischen Staaten, weiter bis Moskau und wieder zurück an den See. Der Zweck des Fluges war, die Erkundung über den Wert und jetzt schon die Bewährung des Luftfahrzeugs als limnologisches Forschungsmittel extensiv auszubauen, nachdem Jahre zuvor die Möglichkeit bestand, an Bord vom Wasserflugzeug und Luftschiff über dem Bodensee und seiner näheren Umgebung erste Eindrücke und systematische Beobachtungen über einem für die Flugsicht besonders geeigneten Binnengewässer zu sammeln. Auch rein beobachtungstechnisch war es wünschenswert, die Erfahrung auf Landmaschinen auszudehnen.

Wir berichteten eingehend über die bisherigen Erfahrungen in der Richtung, und über die methodischen Vorteile des weiten Überblicks über große Flächen, der Einsicht in landschaftliche Zusammenhänge, der Durchsicht durch das Wasser und der Aufsicht auf die normaler Sicht mehr oder weniger unzugänglichen Oberflächenerscheinungen der Gewässer.¹⁾ Zur Erforschung eines bestimmten Oberflächenphänomens wurde die Flugsicht bereits taktisch eingesetzt.²⁾ Ausbaumöglichkeiten des neuen Forschungsmittels — für die Limnologie im besonderen —, das allen Zweigen der Erdkunde ein neues Blickfeld von oben eröffnet, sind a. a. O. geschildert.³⁾ Wir müssen uns ein weiteres Eingehen auf diese Veröffentlichungen versagen, und verweisen besonders auf die dort publizierten Luftbilder von Binnengewässern.

Es war die Absicht, in einem ersten rohen Überblick sich ein Bild über die allgemeine Verwendbarkeit und Zweckmäßigkeit einer Zusammenarbeit von Gewässerkunde und Luftfahrt zu machen. Trotzdem selten die Möglichkeit bestand, die Streckenführung nach limnologischen Gesichtspunkten durchzuführen, da es sich i. A. um normale Verkehrsflüge handelte, wurde der beabsichtigte Zweck einer Orientierung wohl erreicht.⁴⁾

Dem ungewöhnlich verständnisvollen und liebenswürdigen Entgegenkommen der Luftverkehrsgesellschaften Deutsche Luft Hansa A.-G., Berlin, Deutsch-Russische Luftverkehrsges. (Deruluft) Berlin-Moskau und Danske Luftvart Selskab, Kopenhagen verdanken wir die Ermöglichung der Flugreise. Besonders den Herren der Luft-Hansa, Abteilungsleiter „Verkehr“ Dr. R. Knauß und Abteilungsleiter „Sonderaufgaben“ J. v. Schröder — der am Jahresende nach Durchführung mehrerer erfolgreicher Fernflüge bei der Heimkehr von Teneriffa im Nebel vor Berlin in tragischer Weise den Fliegertod fand — schulden wir für Hilfe und Rat aufrichtigen Dank, ebenso Herrn Wichert von der Deruluft; ferner haben wir Herrn Dr. Seilkopf, Leiter des Seeflugreferats der Deutschen Seewarte in Hamburg, für seine Bemühungen verbindlichst zu danken. Das Reichsverkehrsministerium, Abteilung Luftfahrt, sowie das bayerische Staatsministerium des Äußeren erteilten die Erlaubnis zur Mitführung und Verwendung von Lichtbildgerät in Luftfahrzeugen. Der Luftschiffbau Zeppelin stellte dankenswerterweise eine Fliegerhandkammer zur Verfügung. Wir benutzen gern die Gelegenheit, hervorzuheben, daß wir allorten durch Flugleiter und Flugzeugführer liebenswürdiges Zutvorkommen und vollste Unterstützung fanden, in dem verantwortungsbewußten Geist des „Aufwärts“, auf den die DLH stolz sein kann und den jeder Fluggast gleich empfindet.

Der Blick war mit Bedacht einseitig auf Binnengewässer gerichtet und Einschränkung ist bei solchem raschen Wechsel des Blickfeldes notwendig.

1) E. Wasmund, Luftfahrzeuge auf limnologischer Erkundung. Arktis, Vjschr. Ges. Forsch. Arktis m. Luftfahrzeugen. 2, 1929.

2) Pollenregen-Seeblüte auf dem Bodensee im Luftbild. Palaeont. Z. 12, 2.1930 1930.

3) Illuft, Begründung einer Aerolimnologischen Zentrale. Mit Beitr. von 18 Autoren. — Arch. Hydrbiol. 21, 1930.

4) Im Sommer 1930 wurden zwei weitere Flugreisen im Raum Sylt—Zürich—Budapest durchgeführt, über die in den Mitt. der Münchener Geogr. Ges. 1931 berichtet werden wird.

Doch wurde nicht nur versucht, Flüssen und Seen als solchen durch die Vogelschau Neues abzugewinnen. Es beginnen sich für die Aerolimnologie schon zwei ganz verschiedene, reziproke und für den Beobachter doch Hand in Hand gehende Gesichtspunkte herauszuschälen:

- a) die Bedeutung der Luftfahrt für die Gewässerkunde,
- b) die Bedeutung der Gewässer für den Flugverkehr.

Für a) ist die Luftfahrt nur ein weiteres Forschungsmittel, für b) denkt der an Gewässerbeobachtung gewöhnte Aerolimnologe flugmeteorologisch und flugnavigatorisch. Wenn die Hervorhebung der Gewässer in der Flugsicht für die Ortung von Bord des Flugfahrzeugs aus so wichtig ist, wirkt sich das aus in der Kartographie (Luftfahrerkarten)¹⁾, wenn Gewässer in ihren Hohlformen das Wetter beeinflussen, so ist auch die Limnologie an sich interessiert. Denn sie hatte bisher überwiegend nur die Möglichkeit, den Einfluß von Wetter und Klima auf den Haushalt des Gewässers zu studieren, wird aber die in der Fliegerei gegebene Gelegenheit, die umgekehrten Einflüsse zu betrachten, begrüßen. Denn gerade die Luftfahrt hat Grund, solange der Instrumentenflug den fliegenden Menschen nicht gänzlich von der Erde und den Gefahren des Luftmeeres²⁾ frei macht, sich um lokalklimatische Zusammenhänge zu kümmern, wie man andererseits im Flugzeug ganz anders „im Wetter drin fliegt“, als es der Bodenbeobachter empfindet, und wie man es nur ähnlich auf kleinen Fischdampfern auf See erleben kann. Man könnte einwenden, es sei vielleicht für eine einheitliche Übersicht der engen Beziehungen der Gewässer und ihrer Hohlformen zur Fliegerei zu früh. Vielleicht ist es bald das Gegenteil, denn der Flugverkehr sucht sich mit Recht und Riesenschritten von diesen Hemmungen der atmosphärischen Brandungszone freizumachen; die restlose Überwindung — mit Ausnahme des Nebels und gewisser Landeschwierigkeiten — ist schon heute nur noch eine Frage der zur Verfügung stehenden Mittel. Dann aber ist es zu spät, diese der Geographie und ihrem Zweig, der Limnologie, interessanten Dinge der Nachwelt festzuhalten. Die nicht mehr seltenen Aufsätze der geographischen Literatur lassen zwar Interesse für das Flugwesen, aber wenig Vertrautheit mit den technischen Voraussetzungen und der praktischen Fliegerei erkennen. Die Flugmeteorologie scheint durch wichtigere Aufgaben, allgemein-geophysikalischer Art, Fragen der transozeanischen Fernstrecken und durch praktischen Flugwetterberatungsdienst in der Blickrichtung gebunden. Bald aber wird die Luftfahrt frei sein von den mannigfachen Bindungen an die Erdoberfläche und ihren Einzelzügen morphologischer und hydrographischer Art, gerade diese engen Beziehungen im Kindesalter der Fliegerei interessieren die Erdkunde.³⁾

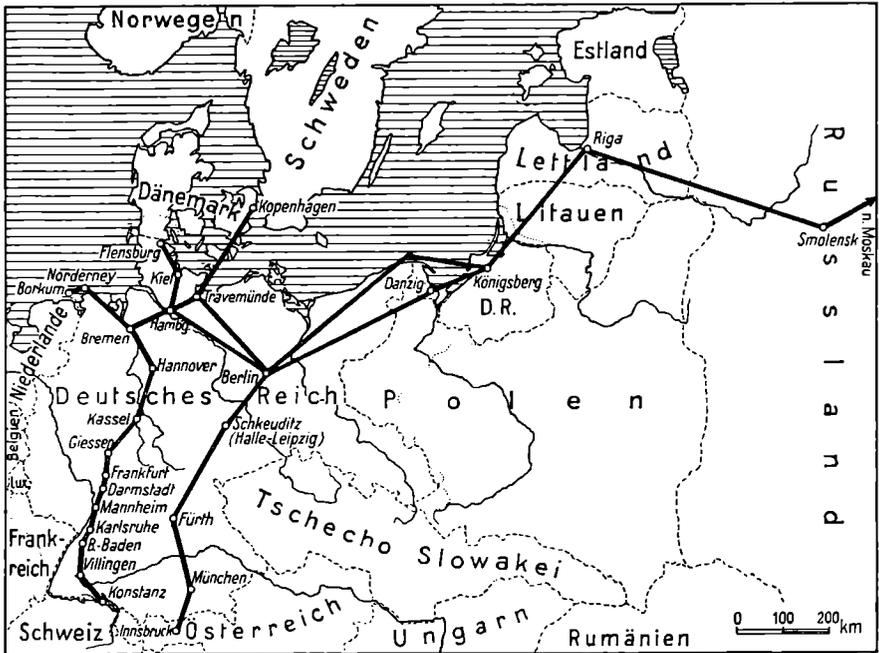
1) v. Löschebrand, Luftkarte von Deutschland. Nachr. f. Luftfahrer (R. V. M.) 29, 25, 1929.

2) H. Koppe, Von den Gefahren des Luftmeeres. Z. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt. 14/15, 1929.

3) Eine Fundgrube für die flugmeteorologische Bedeutung morphologischer, limnologischer und kultureller Gegebenheiten der Erdoberfläche sind die von der Leitung des deutschen Flugwetterdienst Berlin W 9 seit 1928 herausgegebenen (hektographierten) „Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes“ Bd. 1—5, die wir besonders in flugmeteorologischer Hinsicht zur Ergänzung der eigenen Beobachtung

Eine Beschränkung auf Binnengewässer war beabsichtigt, und sie ist bei der zur Flugbeobachtung notwendigen Konzentration berechtigt. Doch fanden Küstenstrecken über die Strandseen hinaus Aufmerksamkeit, schon aus methodischen Gründen. Nur gelegentlich erlauben wir uns, geographisch-naturgeschichtliche Betrachtungen von allgemeinerem Interesse oder von gewisser Neuigkeit einzustreuen.

Über die Reise selbst nur einige Worte. Streckenführung und angeflogene Flughäfen gehen aus der beigegebenen Karte hervor. Ein Teil davon wurde



hin und zurück geflogen, der Flug Berlin-Königsberg einmal mit der Nachtmaschine D 1088, einer dreimotorigen Junkers G 24, zurückgelegt. Die insgesamt zurückgelegte Strecke der 1. aerolimnologischen Fernflugreise betrug bei 34 Starts 6700 km nach Strich, bei Mitrechnung der in Schlechtwetterlagen und im Küstengebiet geflogenen Kursabweichungen rund 7000 km über Grund. Die Strecken führen über Alpenketten, deutsche Mittelgebirge, Hoch- und Tiefebene, über die baltische Seenplatte, das Wattenmeer und die Ostseesunde, über die Moorlandschaften Kurlands und Jütlands oder russische Wälder, bei Tag und Nacht, Sonne und Nebel, vom Rückenwind auf 200 Stundenkilometer getrieben und über heißer Bodenluft bockend. Die Mannigfaltigkeit der äußeren Bedingungen, die beim Fernflug so schnell wechseln, fast gleichzeitig

auswerten und heranziehen. Wir benutzen die Gelegenheit, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Hergesell, Direktor des preußischen aeronautischen Observatoriums Lindenberg (Mark) für die Freundlichkeit, uns diese Berichte laufend zugänglich zu machen, ergebenst zu danken. Wir zitieren im folgenden die Berichte unter Anführung von Bd. u. Hft. Nr.

in kurzen Zeiträumen zu erleben, ist für den Beobachter von hohem, vergleichenden Wert.

Über die allgemeine Wetterlage während der Reise ist folgendes zu sagen:

Bis zum 18. September bestand bei schwachen kontinentalen Winden und gelegentlichen Gewittern eine stabile Hochdruckwetterlage, am 18. erfolgte ein von Frontgewittern begleiteter Kaltlufteinbruch mit nachfolgendem trübem Westwetter, das jedoch keine Woche anhielt. Die letzte Septemberwoche stand wieder ganz unter der Herrschaft einer von W anrückenden thermischen Hochdruckwelle. Die Übergangszeit bei Rückseitenwetter und NW Winden brachte uns in Rußland bei Bodenfrost empfindliche Kälte, die schnell mit Abdrehen zu SE Winden aufwärmt. Zeitlich lagen die russischen Flugstrecken so, daß sie während der kurzen zyklonalen Periode i. A. von Rückenwind begünstigt waren. Die Temperaturmittel lagen durchweg in Mitteleuropa um einige Grad über den langjährigen Monatsmittel (Süddeutschland oft über 30°), ebenso die Sonnenscheindauer (über 50 % der astronomisch möglichen), was die Flugsichtweiten oft erheblich herab-, die Turbulenz der bodenahen Luftschichten (Sonnenböen, Gewitterlagen) gelegentlich heraufsetzte. Von Störungen durch Hydrometeore war die Flugbeobachtung so gut wie frei, da die Niederschlagsmengen und -tage weit unter Durchschnitt blieben. Da so ausgesprochen sommerliche Witterung des September 1929 nicht ohne weiteres gutes Flugwetter bedeutet, ist aus dieser meteorologischen Monotonie auch die mangelnde Gelegenheit zu gewissen hydrometeorologischen Beobachtungen verständlich.

1. Technik der Flugbeobachtung.

Wir verweisen zunächst auf das schon 1929 über das Thema ausführlich Gesagte, ferner auf die dort angeführten Dienstvorschriften der deutschen Fliegertruppe 1916—1918, die eine gute Schule für Flugbeobachtung, Bildmeldung, Luftbildtechnik und Lesen von Flugbildern sind. Hier nur Ergänzendes:

Die Sicht ist, abgesehen von der Wetterlage (Dunst, Kulturstaub, Nebel, Wolken), abhängig von den Flughöhen, auch die Durchsicht durch Wasser nimmt mit der Höhe zu, bis die Entfernung selbst die Schärfe herabsetzt. Doch konnten wir z. B. über Seeland in 1900 m Flughöhe bei allerdings prachtvollem Flugwetter sogar die zahlreichen kleinen Waldseen in den dänischen Buchenwäldern W Faxe klar bis auf Einzelheiten der Verlandung beobachten. Die Dienstvorschrift der DLH schreibt eine Mindestflughöhe von 500 m vor, die nur bei schlechter Sicht unterschritten wird, größere Flughöhen sind nicht selten, beim Überfliegen von Seestrecken durch Landmaschinen Vorschrift. Das Verhältnis von Flughöhe zu Horizontalsichtweite ist ideal folgendes: 100 m 30 km, 1000 m 121 km, 3000 m 210 km, 8000 m 342 km. Die normale Reisegeschwindigkeit der Verkehrsflugzeuge beträgt 150 km/h, die häufig überschritten wird. Je nach der Richtung und Stärke des Windes ist die Geschwindigkeit „über Grund“ größer oder kleiner, die Fluggeschwindigkeit selbst kann am Instrumentenbrett des Führersitzes leicht abgelesen werden, i. A. auch von der Kabine aus, Staudruckmesser und Abdriftmesser dienen zur Ergänzung. Die gebräuchlichen Luftdruckhöhenmesser sind auch in der Kabine vorhanden

und die Notizen nach Landung evtl. mit Korrekturen zu versehen. Die Neigungsmesser wird man gelegentlich zur Orientierung benötigen. Das weitere Navigationsinstrumentarium ist für unsere Zwecke weniger von Belang.

An Handwerkszeug kommt für den wissenschaftlichen Beobachter zuerst eins in Betracht: gute Augen und Orientierungssicherheit. Das Glas wird man selten benutzen, es schränkt das Blickfeld zu sehr ein, Vibration und Flugwind hemmen nicht unerheblich im Gebrauch. Wichtig hingegen ist für die Ortung die Karte. Großer Maßstab ist wenigstens während des Fluges nutzlos. Die Hauptstreckenkarte auf deutschen Maschinen ist die in einem gegen Feuchtigkeit und Wegflattern schützenden Kartenroller zweckmäßig zu bedienende Reichskarte 1:300000, der Flugweg ist als roter Strich mit Kilometermarken für die Zeitkontrolle eingezeichnet, ferner Steuerkurs mit Deviation eingetragen. Die Kartenbreite beträgt etwa 60 km. Eine Nebenkarte 1:800000 wird mitgeführt. Die an Passagiere von der DLH ausgegebenen Streckenkarten sind für geographische Zwecke wenig zu gebrauchen, doch wird man die Reichskarten von den Flugleitungen oder streckenkundigen Führern leicht erhalten.

Unbedingt ist für zukünftige Flüge im aerolimnologischen Interesse die Mitführung einer Farbskala erwünscht, wobei wir an reichere Schattierungen als die in der Limnologie gebräuchliche Skala Forel-Ule denken. Wir gewannen nicht nur den Eindruck, daß die Gewässerfarben wesentlich intensiver ausgeprägt in der Flugsicht sind, sondern daß die Farbwahrnehmung oben nicht der am Boden adäquat ist.

Nicht nebensächlich für die geographisch interessierte Erdsicht ist das jeweils geflogene Flugzeugmuster. Wir erwähnten schon a. a. O., daß Hochdecker für die freie Beobachtung und die photographische Aufnahme sich wesentlich besser eignen wie Tiefdecker oder Doppeldecker. Das Fahrgestell ist i. A. weit weniger hinderlich als das Schwimmwerk der dort behandelten Seeflugzeugtypen. Recht unpraktisch ist — so ausgezeichnet die kleine Maschine auch aerodynamisch durchgebildet sein mag — die im deutschen Luftverkehr, besonders auf Kurzstrecken, Bäderstrecken usw. vorherrschende einmotorige Junkersmaschine F 13, deren Tragfläche fast die ganze Senkrechtsicht vom Führersitz und Fluggastraum verdeckt. Ähnliches gilt für eine Anzahl der deutschen Leichtflugzeugmuster (Klemm, Raab-Katzenstein usw.). Besonders über dichten Tannenwäldern, wo nur die senkrechte Sicht Einblick in die Gewässerführung erlaubt, sieht man in solchen Maschinen nichts. In Laubwäldern ist bei schräg stehender Sonne die Bodensicht ebenfalls sehr schlecht, die die Schlagschatten verwirren. Weitere Nachteile der Tiefdecker sind Schlierenbildungen der Luftmasse im Gesichtsfeld, die hinter den Auspuffrohren oder durch Wirbelbildung vor den Tragflächen entstehen. Die verschiedenen Muster, die Dornier und Fokker — beide im russischen Zivillflugdienst gebräuchlich — Rohrbach, Fokke-Wulff u. a. in Verkehr bringen, sind der wissenschaftlichen Beobachtung äußerst günstig, während im englischen und französischen Flugdienst (ähnlich der tschechische, dänische usw.) zahlreich Zweidecker geflogen werden. Wenn diese Hinweise heute noch nebensächlich erscheinen, wird der einzelne Forscher sie für die Zukunft doch gebrauchen können. Für den Meteorologen z. B. können Flugeigenschaften ganz anderer Art, wie freie Sicht nach

oben, hohe Steigfähigkeit u. ä. von Wichtigkeit sein. Bei der Gelegenheit sei auch der Beobachtungsstelle in der Maschine gedacht: sie richtet sich nach dem Typ, man wird aber oft den nicht immer besetzten offenen zweiten Führersitz wegen der Sicht voraus der Kabine vorziehen. Die Enge, das Festschnallen, der Flugwind — wahrschau auf Apparate! — wiegen nicht schwer gegen die Möglichkeit, wichtige aufkommende Gegenstände beizeiten auszumachen, bei dauernder Benutzung von Karten und Instrumenten, und Verbindung mit dem Flugzeugführer.

Als Letztes wird es gut sein, sich vor Antritt jeder Tagereise über die allgemeine Wetterlage — evtl. bei der Flugwetterwarte auf dem Platz — zu unterrichten und in allen Fällen sich den Wetterzettel, den der Flugzeugführer in großen Flughäfen erhält, zugänglich zu machen. In Großflugzeugen mit FT-Ausrüstung wird man auch aus dem von der Bodenorganisation der Strecke einlaufenden Funkwetter Nutzen ziehen. Sei es, um nur zu vergleichen, oder um selbständig meteorologisch zu beobachten, und u. U. dem Flugzeugführer oder dem nächsten Flugmeteorologen verwertbare Beobachtungen mitzuteilen. Die Wetterzettel enthalten die Meldungen der zu überfliegenden Streckenmeldeämter, Höhenwindmessungen und allgemeine Voraussagen auf Grund der simultanen Wetterkarte, evtl. mit Ratschlägen über Flughöhe und Flugweg.

Die Beobachtungsdauer im Tag unterliegt einer gewissen individuellen oberen Grenze, die von sephysiologischer Ermüdung und bei größerer Luftunruhe von der „Seefestigkeit“ des Beobachters abhängt, wozu m. E. noch Gewöhnung einerseits, Stärke des Motorengeräusches andererseits dazukommt. 2 Stunden Flugdauer ohne, 4 Stunden mit Unterbrechung scheinen uns das Richtige, bei Fernflügen über 1000 km tritt eine Verschlechterung der Auffassung ein, besonders wenn sie wie bei einseitig auf Gewässer gerichteten Aufmerksamkeit akut-intensiv einsetzen muß, und lange Bereitschaftszeiten ohne Möglichkeit der Entspannung, bei vielleicht ungewollter Zerstreuung, zwischengeschaltet sind. Aus diesen Hinweisen läßt sich ein allgemeiner Rat für wissenschaftliche Flugbeobachtung ableiten.

2. Beiträge zur regionalen Aerolimnologie.

Die folgenden Zeilen stellen nur einen Teil dessen dar, was unter der Überschrift verstanden werden kann. Es handelt sich hauptsächlich um die Bedeutung der Gewässer für die meteorologische Flugnavigation, und umgekehrt um das in unseren Breiten und im nahen Osten vom Luftfahrzeug aus gewinnbare limnologische Beobachtungsmaterial. Man kann sich für die Zukunft auf diesem Gebiet auch Arbeiten der mehr angewandten Limnologie vorstellen, z. B. wäre technisch die Anwendung unserer Kenntnisse über die regionalen Verschiedenheiten der Korrosion des Süßwassers für die im Flugzeugbau verwendeten Leichtmetalle nicht unwichtig oder schnelle Beobachtung industrieller Abwassereinleitung im Fluß für die Feststellung des Fischereischadens von Nutzen. Wir machen also nur einen Anfang, nicht vergessend, daß es sich um Reiseergebnisse vorerst handelt.

Mit einer rein chronologischen Reisebeschreibung wäre der jungen Sache der Aerolimnologie nicht gedient, so versuchen wir eine hydrologische Grup-

pierung in Kombination methodisch-sachlicher mit regionalen Gesichtspunkten. Es ist eingangs zu bemerken — und das gilt allgemein für die Erwähnung aller Schlechtwetter-Talflugwege — daß es natürlich die Talsenken und deren morphologische Ausbildung sind, die die flugnavigatorische Eignung ausmachen. Und doch sind die Fließen darin auch von direkter Bedeutung: positiv für die Ortung wegen der Bahnlinien noch übertreffenden Sichtdarbietung, also wegen der optischen Eigenschaften des Wassers, negativ wegen Nebelbildung und dauernder Talbodendurchnässung oder periodischer Überschwemmung, die Notlandeplätze ausschließen. Und mit Außenlandungen ist bei Schlechtwetter gerade zu rechnen, wobei der Tiefflug mit Erdsicht auch den Gleitflugradius herabsetzt. Hierin liegen Hinweise für Streckensicherung und Luftkartenentwürfe.

3. Alpen.

Flüsse und Bäche in Gebirgslandschaften mit starkem Gefälle pflegen bis auf den Boden durchsichtig zu sein, das Wasser ist klar und der Pflanzenwuchs arm. Wenn der Limnologe ihnen wenig Neues von oben abgewinnt, so sind sie durch die Talgestaltung für den regelmäßigen Flugverkehr von allerhöchster Bedeutung. Verfolgen wir zunächst das rein Gewässerkundliche. In den Alpentälern hat man einen großen Eindruck von der mächtigen Schotterführung, kleine Bäche ziehen als schneeweiße scheinbar ausgetrocknete Kiesstränge weit dahin (vgl. Mittelholzer, Alpenflug). Im Alpenrandgebiet, wo die größeren Flüsse verwildern, erinnern die breiten zahlreich nebeneinander herlaufenden breiten Schotterbänder mit reißenden schmalen Wasserrissen dazwischen an die Nagelfluhaufbereitung des Tertiärs, ein Luftbild der Lechlandschaft inmitten ihres Galeriewalds brachten wir zu aktualistisch-geologischem Vergleich¹.) Ähnliche Bilder wie wir sie von Alpenflüssen kennen, hat „Graf Zeppelin“ von der Weltfahrt 1929 aus dem Stanowoigebirge heimgebracht.

Flugnavigatorisch sind für den Alpenflug besonders die Quertäler von Bedeutung. Sie allein ermöglichen die Alpenüberquerung, obwohl bis heute (1929) ein regelmäßiger Verkehr nicht gelingt.²) Da von Bodenorganisation im Alpenkörper keine Rede sein kann, kommt zweierlei in Betracht: die Paßhöhe, nach der sich Steigfähigkeit und Nutzlast richten müssen, und die Talwege, deren Landungs- und Kehrmöglichkeiten von Bedeutung sind. Spannweite, Wendigkeit, Eigenstabilität sind für das Flugzeug bei den engen und böigen Tälern nicht belanglos. Die meteorologisch und fliegerisch günstigste Alpenquerstrecke wurde bei den Versuchsflügen 1927 von München zum Bodensee, das Alpenrheintal aufwärts, von da über den Splügen (2117 m) zum Comer See nach Mailand gelegt. Der breite Talboden setzt sich in hochgelegenen Talstücken im Hinterrheingebiet fast bis zur Paßkette fort, immer sind Notlandemöglichkeiten auch bei Föhnlage gegeben. Doch hat man auf italienischen Wunsch die Versuchsflüge seit 1928 auf der Strecke München—Trient über den Brenner

1) E. Wasmund, Obermiozäne Entstehungs- und diluviale Entwicklungsgeschichte des Tischberg-Härtlings am Starnberger See. Geol. Bundesanst. Jb. 79, 3. u. 4. Wien 1929.

2) 1930 werden die Strecken München—Mailand und Salzburg—Klagenfurt—Venedig bereits regelmäßig beflogen.

betrieben, dessen geringere Paßhöhe die größeren Wetterschwierigkeiten und die Überwindung mehrerer hoher Bergketten bei tief eingerissenen auch nicht föhnfreien Tälern nicht wettmacht.

Auch vom Standpunkt der Flugortung war der Splügenweg ideal, da Gewässer bei schlechter Sicht immer noch klar zu erkennen sind und das Zurechtfinden erleichtert. So war die ununterbrochene Leitlinie von Flüssen und Seen (Bodensee—Alpenrhein—Hinterrhein—Splügenreisen—Liro—Mera—Lago di Mezzolia—Comer See) von Wert.

Zahlreich sind heute schon die am N-Alpenrand beflogenen Strecken. Doch da die großen Flüsse und ihre Täler durchweg überquert werden, nutzen die Wasserläufe navigatorisch wenig, die Alpenrandseen nur gelegentlich, während andererseits gerade der Gebirgsrand sich meteorologisch ungünstig durch Stau und Föhn wie durch Lokalwinde bemerkbar macht, wie wir das ähnlich an den Steilrändern der Mittelgebirge wiederfinden werden.

Die Föhnlage am Alpenrand kann zwar bei anziehendem Westwetter den Südteil der bayrisch-schwäbischen Hochebene noch tagelang durch Aufhellung begünstigen, doch ist der plötzliche Umschwung zu fliegerisch ausgesprochenem Schlechtwetter schwer vorherzusagen, und außerdem können die erheblichen Windstärken den Flug behindern und die Landung gar ausschließen, wie das in Innsbruck mehrfach vorkam. Das Überfliegen höherer Alpenkämme wie der Benediktenwand S München auf Strichflug ist wegen starker Böigkeit dann ausgeschlossen und es müssen Umwege in den Talsenken gewählt werden, die gerade bei Föhn ebenfalls Gefahren bergen. Die für föhniges Vorderseitenwetter typischen starken Fall- und Steigwinde entwickeln sich in den Tälern, und besonders über den freien Wasserflächen der N—S streichenden Seen an den Talausgängen und im Vorland. Die glaziale U-Talform der größten Alpentäler begünstigt in ihrer Schlauchform die Föhnentwicklung, andererseits bietet sie, im Hochgebirge besonders bedeutsam, gute Landemöglichkeiten. Die Umwegstrecken München—Innsbruck führen z. B. entweder über den Kochelsee und Walchensee zum Isartal, oder über Tegernsee und Achensee das Inntal aufwärts. Über dem Achensee treten schon bei leichtem Föhnaufschlag oft sehr starke Vertikalböen auf (I,22), so sackte einmal die Maschine von 200 m bis auf 10 m über dem Wasserspiegel durch! Auch über den Vorlandseen ist Niedrigflug gefährlich, der wegen schnell zunehmender S-Windstärke nach oben Vorteile bietet, gute Steigfähigkeit auf alle Fälle zu fordern. Die Kaltluftkissen über den wassererfüllten Zungenbecken sind meist klein, wenig mächtig und vom warmen Föhn schnell abgeleckt. Vor dem Alpenrheintal breitet sich der Föhnfächer nur über der E-Hälfte des Bodensees, die überfliegenden Flugzeuge, die ohnehin bei der Breite des Sees mindestens 800 m hoch fliegen müssen, können über der westlichen Hälfte gut durchkommen. Bei niedriger Wolkenlage wird ohnehin auch die schmale Seeenge bei Konstanz angesteuert. Stratusstreifen, die gelegentlich durch ein autochthones Landwindssystem längs der Seemitte entstehen, sind ohne weiteres überfliegbar. Andererseits wirkt der Rheintalföhn bei Vernebelung des Sees im österreich-bayerischen Seeanteil gelegentlich nebellösend, so daß dort ein Durchkommen erleichtert ist.

Vom Herbst bis zum Frühjahr liegt über den Alpenrandseen Nebel, Hochnebeldecken, die aber wenigstens am Bodensee nach den Aufstiegen der Drachensstation Friedrichshafen 300—400 m Mächtigkeit selten übersteigen. Das Überfliegen ist dann eine Motorenfrage. Schlimmer sind überall bei diesen Gewässern die Hochnebel-Stratusdecken, die wochenlang liegen können, bei C oder schwachem NE, also antizyklonalen Lagen, und die Flüge ebenso fast ganz ausschließen wie die Staustratusbänke, die bei Rückseitenwetter am Südrand der großen Seen dem Gebirgskörper anliegen.

Die Durchsicht auf den Boden flacherer Teile der Alpenrandseen haben wir a. a. O. schon behandelt, wir erwarten hier bei der Klarheit des Wassers oligotropher Seen noch manches und wollen darüber gesondert berichten.

4. Grundgebirgsrümpfe.

Wir scheiden diesen Landschaftstyp aus, weil er durch seinen geologischen Aufbau in der morphologischen Prägung einerseits Lauf und Lage der Gewässer bestimmt, andererseits auch ganz bestimmte Flugwetterlagen zur Folge hat. An dieser Stelle fügen wir auch anhangsweise Beobachtungen aus ähnlich gebauten paläozoischen Rumpfflächen ein. Ansehnliche Höhen, tief eingerissene V-Täler bestimmen Flugumwege, häufiges Streichen in rheinischer S-N oder in varistischer und herzynischer SW—NE- und NW—SE-Richtung machen z. B. Schwarzwald oder das Erzgebirge zu Wetterscheiden. Stehende Gewässer sind in den schwach vereist gewesenen Landschaften selten verstreut, das übrige hydrologische Bild bietet in aerolimnologischer Hinsicht wenig Ausbeute. Rein limnologisch ist ja die Flugbeobachtung im Gebirge kaum der Bodensicht von ansehnlichen Höhen aus überlegen. Im Kern des Gebirges selbst beobachtet man überall die steinigen Betten der Gebirgsbäche. Die morphologische Einbettung der karartigen Bergseen (Mummelsee, Feldsee) wirkt vielleicht anschaulicher als vom bewaldeten Boden aus. Aber die Flugorientierung ist im Gebirge weit schwerer als im Flachland oder Stufenland.

Eine phänologische Beobachtung sei einzuschalten gestattet. Im Odenwald stand das Laubkleid der bewaldeten Kämme und Waldränder, die ja der Insolation und Austrocknung mehr ausgesetzt sind, im Gegensatz zu den grünen Hängen und Talgründen schon ganz in roter Herbstfärbung. Das Gleiche sahen wir wenig später auf Seeland, hier war immer der Westrand der Waldparzellen, besonders die hohen Buchenkronen, angefärbt. Kein Wunder bei dem austrocknenden Seewind Dänemarks.

Die Staulage der höheren Mittelgebirge gegen SW—W-Wetter deckt z. B. Vogesen, Schwarzwald, Taunus, Westerwald, Böhmerwald schnell ein, von NW-Fronten werden die varistischen und herzynischen Streichrichtungen des Erzgebirges, Harzes usw. ebenso ungünstig beeinflusst, allgemeiner gilt das auch von der innerböhmisches Masse. In solchen Fällen wird der Strichflug unmöglich und es haben sich erfahrungsmäßige Umgehungswege ausgebildet, die wenn möglich den Talweiten folgen und dadurch gleichzeitig die verbesserte Sicht auf das Wassergerinne genießen.

Allerdings hängt die Flugmöglichkeit dann stark von den morphologischen Bedingungen ab. Canonartige Steilhangtäler gering entwickelter Breite sind

bei tiefhängenden Wolken für die großen Verkehrsmaschinen unbefliegbar, das wird z. B. in den Erfahrungsberichten vom Rheintal zwischen Taunus und Hunsrück betont. Westerwald und Taunus sind flugmeteorologisch berüchtigt und die Umwege entlang der Lahn und des Rheins bei Nebel durch die Hochspannungsleitungen auch nicht angenehm. Der leicht eingedeckte Schwarzwald kann bei höherer Wolkendecke noch durch Kinzig- und Murgtal befliegen werden, sonst wird der Kurs von Konstanz nach Baden-Baden rheinabwärts geführt. Die Föhnlage macht sich noch manchmal aufheiternd bemerkbar, wie alle Alpenrandgebiete kann bei starker Böigkeit im nebel- und dunstfreien Vorderseitenwetter das Gebirge nach Strich überflogen werden. Das Gleiche gilt von der Donaustrecke, die sich in der Wachau in den Südrand der böhmischen Masse im harten Gestein nur schmal einschneidet und dann für die Strecke München—Wien bei Schlechtwetter in Sperrlage liegt. Für die Strecke Dresden—Prag ist der sog. „Elbkurs“ Ausweichstrecke, doch versteht man ja schon aus der Eisenbahnführung, daß selbst für Maschinen mit geringer Flügelspannweite ein Unterwolkenflug im böhmisch-sächsischen Grenzgebirge ausgeschlossen ist. Genau so ist das untere Neckartal im Odenwaldkristallin zu eng und gewunden, der Flug Frankfurt—Stuttgart wird, wenn er über den Odenwald unmöglich ist, durch das Rheintal und den Kraichgau geführt. Wir werden später sehen, daß die breiten Sohlentäler der süddeutschen Trias-Juralandschaft fliegerisch vor den Kerbtälern der aufsteigenden alten Horste bevorzugt sind. Stark befliegen sind die Strecken von Berlin und Sachsen nach Bayern, da Thüringer Wald, Erzgebirge und Fichtelgebirge in verschiedener Himmelsrichtung streichen, herrscht sowohl bei Vorder- wie Rückseitenlage irgendwo immer Staulage. Entweder wird Kompaßflug über 1000 m gewählt — der sichere Flug der Zukunft — wenn der Landeflughafen frei ist, oder man benutzt einen der vier Umgehungswege z. B. längs der Saale, Werra, Pegnitz, des Main, die sich herausgebildet haben. Die Strecke Schkeuditz—Kassel benutzt ebenso die Täler der Werra, Fulda, Unstrut und Saale, auch von Stuttgart und München nach Erfurt umfliegt man entlang der Werra den Thüringer Wald. Ähnlich ist die Lage bei Schlechtwetterflügen von Schlesien nach Böhmen und Österreich, bei der für den mitteleuropäischen Flugverkehr überall ungünstigsten „V b Lage“ werden bei niedriger Wolkenlage die Täler der Oder, Beczwa und March für die Strecke Gleiwitz—Brünn—Wien benutzt. Herrscht über Böhmen gleichmäßig schlechte Sicht, was wie anderswo über trockenen Gebieten gerade in antizyklonalen Zeiten vorkommen kann, sind nicht die Talsenken als solche, sondern die Flußläufe mit ihrer guten Sichtigkeit navigatorisch von Wert. Für die Strecke Wien—Prag steht über dem Waldviertel und dem böhmisch-mährischen Landrücken die Moldau als einziges N—S-Tal zur Verfügung, sie ist wie alle gereiften Flußtäler in alten Landoberflächen in ihrem gekrümmten Zug flugnavigatorisch ungeeignet.

Nebel in seinen verschiedenen Formen ist in diesem Landschaftstyp weder zu häufig noch zu gefährlich, die Flughäfen selbst liegen meist außerhalb der Gebirgskörper. Doch sind die Höhenlagen dann ebenso wie bei Bewölkung schon wegen des mangelnden Notlandungsgeländes unter allen Umständen zu meiden. Bodennebel und Strahlungsnebel in den engen Tälern sind häufig,

aber fliegerisch belanglos. Mächtige Nebelstreifen in Flußtalbreiten können nicht immer umflogen werden, gefährlich sind plötzlich auftretende Mischungsnebel beim Durchfliegen schmaler Talengen, in denen Umkehr ausgeschlossen ist. Im Urgebirge wie in konkordanten tief eingerissenen Durchbruchstälern der Stufenlandschaft sind hier schon erzwungene Notlandungen mit Bruch vorgekommen.

Über Talgewässern kann sich die Luft thermisch auf- oder abbewegen, über den Talsenken wird sie sich dynamisch bewegen, derart, daß die Stromlinien bei Querwind wellenförmig dem Geländeprofil folgen. Doch sind diese Auf- bzw. Abwinde für das dynamische Fahren und Fliegen viel unwichtiger wie für das statische Luftfahrzeug (Freiballon, Segelflugzeug, z. T. Luftschiff). Immerhin konnten wir bei einem Flug mit der Schwarzwaldlinie beim Traversieren der Tieftäler eine Steigerung der Luftunruhe um einen Grad der Calwagenskala feststellen.

Die Talmündungen sind in den behandelten höheren Mittelgebirgen genau wie am Alpenrand der Sitz flugmeteorologisch wichtiger Erscheinungen. Föhn-ähnliche Aufhellungen kommen vor, aber auch Stau, wo dann an Bergrändern eine Verbreiterung der Zyklonenfronten eintritt, wobei der Niederschlag aus der über Kaltluftmassen aufgleitenden kondensierenden Warmluft fällt. Die Staulinien buchten sich dann tief in die breiten Trichter der Flußmündungen, ähnlich wie man das auch in Bezug auf die Windstärke an Meeresküsten beobachtet hat. Das Elbetal (II, 15) erhält so öfter vorzeitigen und kräftigen Niederschlag. Ähnliche Beobachtungen über die Gefahrenzone der Taltore finden sich im nächsten Abschnitt.

5. Oberrheingraben.

Frankfurt, am nördlichen Ende im Mainzer Becken, ist der natürliche Gegenspieler Basels am südlichen Rheinknie. Oben Umschlagsplatz sich verzweigender Rhein-Main-Neckarschiffahrt, unten Umschlag der sich ins Bergland verteilenden Bahnlinien. Der Flugverkehr rafft die erzwungenen Gabelungen straff rheinaufwärts zusammen, am Rheinknie bricht er ab und zweigt in großen Fernlinien weit auseinander an den Alpenrändern entlang, über Konstanz an den See bis Innsbruck und nach Wien oder über Zürich nach Genf oder Marseille und mit deutschen Maschinen bis Barcelona. Fremd nur und allein fliegt die Cidna vom alten Straßburg aus nach Osten, Nürnberg-Fürth nur gezwungen anlaufend, nach den Häfen der Kleinen Entente. Querab aber laufen kleine und große Linien von den sieben regelmäßig beflogenen Flughäfen des Oberrheintals durch den Kraichgau und über den Schwarzwald nach Württemberg und ans schwäbische Meer.

So günstig das Klima des Oberrheins in bezug auf Wärme, Niederschläge Bewölkung und Winde ist, so daß hier oft der Bau eines der großen europäischen Luftschiffhäfen erwogen wurde, so manche Fehler weist es im einzelnen auf, solange der Flugverkehr noch so abhängig von den Gefahren des Luftmeers in seiner atmosphärischen Brandungszone ist. Der größte aber ist die luftpolitische Absperrung des in Vogesenlee liegenden Elsaß.

Der Rhein selber mit seinem ausgedehnten schönen, allerdings oft in Dunst gehüllten Galeriewald ist eine prachtvolle Leitlinie für den Flieger. Sein silber-

graues Band mit den weißen Kiesbänken ist weithin sichtbar. Eine Durchsicht durch den Strom ist kaum möglich, was im Gegensatz zu den stillen Altrheinen ziemlich auffällt. Selbst wenn die Suspensionsführung schwach wäre, was am Oberrhein selten der Fall ist, so setzt ja stark turbulent strömendes Wasser die Durchsichtigkeit an sich herab. So wirkt der Rhein meist nur als silberglänzendes opakes Band, nur die Form der großen wandernden Kiesbänke unter Wasser ist einigermaßen erkennbar. Hingegen sah man bei Altrip klar die durch Nehrstrom und Seitenwalzen gebildeten Sandbänke, die die Mannheimer Hafeneinfahrten sperren. Hier ersetzt ein Luftbild langwierige Lotung, und der Bildungsprozeß kann zeitlupeartig leicht festgelegt, Abhilfe geschaffen werden. Man hat den teuren Modellversuch im Bild.

Schon hier am Oberlauf ist wie noch großartiger am Niederrhein die Erscheinung der thermischen Abbildung des Flußlaufs im Luftmeer nicht selten: ungleichartige Erwärmung über Land und Wasser bewirkt ein Auf- bzw. Absteigen einer flußformprojizierenden Luftwand. Die Folge ist je nach dem Feuchtigkeitszustand der überlagernden Luftmassen — deren annähernde Ruhe vorausgesetzt — eine Flußlücke in der Wolkendecke oder eine Schlauchwolke entlang des Rheins am blauen Himmel. Auch das überfliegende Flugzeug sackt bei solcher Lage und niedriger Flughöhe auch infolge der verbogenen Strömungslinien ab oder bockt auf. Wahrscheinlich begünstigt der Rheinwald die Erscheinung, denn Reibungswolken, wie sie z. B. vom Magdalenenstrom abgebildet wurden, kommen hier weniger in Frage. Flugnavigatorisch sind solche Phänomene für den Flieger, der z. B. vom Schwarzwald herüber kommt, oder bei schlechter Sicht sich nach Süden zurechtfinden muß, wichtig.

Wir haben 1930 a. a. O. ein Beispiel einer solchen Wolkenflußrinne von der Niederelbe in der hangenden StrCu-Decke abgebildet, wie sie A. Lohr von der wissenschaftlichen Flugstelle der Deutschen Seewarte in Hamburg öfter dort beobachtet hat. Hier fügen wir auch die interessante Schilderung (I, 12) von einem Flug Essen—Amsterdam ein, wo das Flugzeug bei NW-Tiefwolken in der Nähe der holländischen Grenze über die fast bodenberührenden Nebel-Wolkenschwaden gehen mußte, und wo die Flieger den Flußlauf des Rheins „in der Wolkenschicht unter uns“ erkennen konnten, „er schien westlich verschoben als dunkle Rinne“. Auf der Strecke kommt die umgekehrte Erscheinung, der Rhein als atmosphärische Staumauer in Form einer geländebedingten Reibungswolke, auch vor. Eigentümlich ist aber die bei schwacher laminarer Bodenwindströmung auftretende Erscheinung, daß die schräg vom Warmwasser des Flusses aufsteigende Warmluftwand als Wolkenhindernis wirkt, mit fliegerisch bemerkenswerten Folgen für die Sicht. „Infolge der Stauung haben wir in einer gewissen Entfernung vom Strome . . . bessere Sicht, die dunkle, dem Strom parallel laufende Zone der guten Sicht schien etwa 100 bis 200 km weit östlich verschoben.“ „Auf der anderen Seite wird durch die Stauung die Wolkenhöhe sehr herabgedrückt, die geringste Sicht herrschte 500 bis 1000 m westlich vom Rhein.“

Die Sichtverhältnisse des Oberrheingebiets sind häufig denkbar schlecht, das geschützte Tal ist ein Dunstsammelbecken. Der Wasserreichtum, ausgedehnte Hardtwälder, mit stark darüber ausgebildeter Turbulenz, die man in

normaler Flughöhe wohl spürt, Stadtdunst (besonders über Mannheim-Ludwigshafen, das wir trotz Landung bei blauem Himmel nicht sahen), begünstigen auf badischer Seite den Dunststau. Wahrscheinlich ist es im Elsaß besser, trotz größerer Einstrahlung, aber der Rhein ist heute noch Luftgrenze. Auch wäre da die Ill von Straßburg bis Basel als Leitlinie wie der Rhein in besserer Leelage zu benutzen. Nach dem Überfliegen der Hornisgrinde im Schwarzwald kommt das Rheintal bei klarem Wetter in Sicht, aber der Boden ist erst nach langem Gleitflug auszumachen, trotz besten Wetters.

Bei Nebel machen sich dieselben Bedingungen noch verschärft geltend. Zu der allgemeinen schlechten Ventilation der Rheinebene kommen neben den Wäldern als scharf abgegrenzte Dunstherde und Nebelherde die Gebirgsrandkehlen in Betracht, an denen der Luftstrom nach oben abgelenkt wird. Bei herbstlicher Hochdrucklage tritt leicht allgemeiner Strahlungsnebel auf, der bei der breiten Ausdehnung flughindernd ist. Andererseits wirken hier wenigstens die Talpforten fliegerisch günstig, vor dem Kinzigtal oder dem Höllental sind die Nebel bald ebenso aufgelöst wie der Seenebel vor dem Alpenrhein. Die Flugplätze Baden-Baden und Freiburg stehen unter solchem Vorteil.

Eine letzte aerolimnologische Tatsache sei hier erwähnt: der hohe Grundwasserstand des Oberrheingebiets. Er verursacht nicht nur lokale Nebelherde, wie bei Achern N Offenburg, sondern setzt u. U. für längere Zeit den Flughafen unter Wasser und außer Betrieb. Baden-Oos hat besonders darunter zu leiden, eine Erscheinung, der wir in Rußland wieder begegnen werden. Für die Entwürfe der Luftfahrerkarten wäre dafür zu sorgen, daß gerade in solchen Gebieten die „latenten“ Gewässer usw. für Zwecke möglicher Notlandung außerhalb der Zielhäfen kenntlich gemacht werden. Über solchem nicht immer von oben erkennbaren Gelände ist bruchfreie Landung kaum möglich.

Der halb oder ganz verlandete breite Gürtel der Altwässer aus der Zeit vor der Rheinkorrektion ist gut in der Aufsicht erkennbar. Die braunschwarzen offenen Gewässer sind bis auf den Grund durchsichtig, bei üppigem Wasserpflanzenwuchs. Die Maschine sackt gerne leicht ab über den breiteren Flußbogen. Jüngere verlandete Mäander heben sich als dunkelgefärbte Bogen von Schilf- oder Riedgrasgesellschaften ab, die älteren erkennt man noch in Form von breiten Bögen langgestreckter Wiesen gegen umgebende Felder. Auch in der hessischen Rheinebene erkennt man alte Flußläufe (Neckar usw.) an den dunklen Vegetationsfarben, die morphologisch längst verwischt sind. Das ganze Altrheingebiet hat eine dunkelbraune Bodenfarbe, die sehr absticht vom Hellgelb der verlehmtten trockenen Rheinebene. Auch zeichnet sie sich durch kleine Ackergewanne gegen die großen Feldfluren der höheren Terrassen aus.

Auffallend ist der Farbunterschied der Kulturgräben und Lehmgruben, die milchgrün gegen die braunen Längszüge und runden Kolke der natürlichen Altwässer aussehen. Auch in ganz Norddeutschland auf diluvialem Untergrund haben Wasserlöcher in Kiesgruben usw. die gleiche opake chromgrüne Farbe.

Bei Schlechtwetterlage ist am Oberrhein noch nicht alles verloren. Es muß schon schlimm sein, wenn man nicht am Rhein entlang findet, auch die Bahn wäre geeignet, wenn nicht Hangwinde am Gebirgsrand, Wirbel, Turbulenz oder Saugwirkung an Talausgängen sich durch Durchsacken der Maschine un-

angenehm bemerkbar machten. Eine Erscheinung, der wir anderswo wie am Alpenrand oder im Weserbergland wieder begegnen.

6. Süddeutsches Schichtstufenland.

Der durch allgemein südöstliches Einfallen der Trias-Jura-Schichtflächen bedingte Abfall der Steilstufen gegen W—NW (Albtrauf usw.) hat mit streifenweisen Staulagen, Gewitterhäufigkeit usw. ungünstige Folgen für den W—O-Verkehr. Glücklicherweise sind in jeder Richtung Durchbruchstäler vorhanden, doch sind sie oft eng und felsig oder mäandrieren stark, ihrer morphologischen Entstehung und lithologischen Basis entsprechend. Bei Tal- und Strahlungsnebel sind die Jura-, Keuper- usw. höhen frei, doch bei Einwölkung ist es z. B. ausgeschlossen, von Fürth nach Nürnberg in Tallage durch den Frankenjura zu fliegen, das Altmühltal ist zu felsig und zu eng. Startverspätungen sind bei Stau in Schwaben und Franken dann zahlreich. Durch die oft verhängte schwäbische Alb gibt es für die Strecke Stuttgart—München zahlreiche brauchbare Taldurchbrüche, die wir nicht alle anführen wollen. Andererseits bleiben, wie z. B. im verkehrsreichen Kraichgau die eingeschachtelten Sohlentäler bei Windstille lange mit Rauch erfüllt, so daß sie bei Dunstlagen auch nicht benutzt werden können. Ähnliche Rauchbänder bis zur Bergfirshöhe beobachten wir in engen Schwarzwaldtälern. Günstig dann sind die Gebiete in Lee des Schwarzwaldes und des Schweizerjuras, daher haben auch die von Stuttgart-Böblingen, Basel und Zürich ausgehenden Linien hohe Frequenz. Auch hier können im Alpenvorland Flußläufe als Schlechtwetterwege dienen, während der Schlechtwetterweg von Böblingen nach Zürich-Dübendorf über das Neckarquellgebiet, den Jura, der Hegau und schweizerische Mittelland führt, führt der bei Westwetter geschützte Talweg entlang Neckar—Donau—Wutach, geht bei Waldshut über den Rhein und dann die Aare und Limmat aufwärts bis zum Zürichsee.

Hier wie auch häufig in Mittel-Deutschland zeigen sich die Flußwege dann besonders in ihrer Bedeutung, wenn der Pilot bei Wasserscheiden nur noch auf die den weniger gut sichtigen Straßen usw. noch überlegenen Bahnlinien angewiesen ist. Es ist nicht selten vorgekommen, daß Flugzeuge bei entsprechendem Wetter vor den Bahntunnels doch umkehren mußten.

Stehende Gewässer sind äußerst selten, ein Feuerweiher in der wasserlosen Kalklandschaft fällt im Flugbild auf. So kann man leider in der verkarsteten Landschaft den Einfluß der in der Vogelschau ungemein hervortretenden Bodenfarben in ihrer Abhängigkeit vom Muttergestein auf die Gewässerfarben nicht studieren, weder auf der weißlich heraufleuchtenden Alb noch über den roten Feldern der Baar.

In ihrem Quellgebiet ist die Donau ähnlich wie die meisten Juraflüsse in ein gewundenes ausgependeltes Felstal mit weit vorkragenden Bergspornen eingespannt, bei langsamem Fließen scheint sie blauschwarz herauf und läßt klar die strömend gehängten Massen von submersen Pflanzen erkennen. Ähnlich war auch der Blick auf die Altmühl im Formbild, Farbe und Durchsicht auf Verwachsung dem Flachlandsflüßchen ähnlicher wie den Bergflüssen und großen Strömen.

Auffallend sind auch die Trockentäler, in denen man vergebens auch nach älteren Wasserlaufspuren sucht. Das ist um so bemerkenswerter, als in der Flugsicht auch subfossile postglaziale Rinnen noch in Bodenfarbe und Vegetation durchschauen.

7. Ostalpenvorland.

Hier ist die Donau, wie schon von Stuttgart an, der gegebene und viel benutzte Leitweg für die längs der Alpen von Bayern nach Wien und Budapest führenden Strecken. Mit Ausnahme der kurzen Strecke der Wachau, auf die wir schon hinwiesen, bietet das Gelände morphologisch keine Schwierigkeiten, um so mehr ist das Gewässer an sich von Einfluß auf den Luftverkehr. Die wasserreichen Auen z. B. von Ulm bis Donauwörth neigen zur Bildung von morgendlichen Flußnebelstreifen. Das wirkt sich auch bis in die Einflugmöglichkeit aus, die Flugplätze von Schleißheim und Oberwiesenfeld N München liegen im Mündungsgebiet der Amper und Isar, der Platz von Regensburg direkt an der Donau, sie sind häufig vernebelt, während die Maschine in Fürth-Nürnberg mit seinem sandigen Untergrund nebefrei startet. Ähnliche Verhältnisse trafen wir ja am Oberrhein an, man wird immer bei Wahl und Anlage eines Flughafens auf Hochebenen auf den Zusammenhang des Grundwasserspiegels mit nahen Flüssen einerseits, mit Nebelhäufigkeit und Unbrauchbarkeit der Rollbahn achten müssen.

Besonders interessant ist es uns, daß die Piloten des Flughafens Wien-Aspern betonen (I, 13), daß auf der sonst leichten Flachlandstrecke Wien—Budapest Bewölkung ein Überfliegen des 500 m hohen Bakonywaldes hindert, und dann die Donau immer Leitlinie wird. In früheren Jahren wurden im Herbst mit großem Erfolg Wasserflugzeuge für die Strecke eingesetzt „und der Verkehr noch wochenlang aufrecht erhalten, wenn an Land wegen Nebel längst jeder Flug eingestellt war“. Es fragt sich, ob diese Art des Flugbetriebes, wie sie heute in Südamerika, Ostafrika und Ägypten schon mit Flugbooten geübt wird, nicht auch für unsere Breiten Vorteile aufweist.

8. Westdeutsches Bergland.

Das Gebiet ist weniger morphologisch einheitlich, doch es hat den fliegerisch bezeichnenden Nachteil der häufigen Sichtverschlechterung durch Industriedunst und ist aerolimnologisch durch einen mit der Industrie zusammenhängenden Faktor gekennzeichnet, der gelegentlich den schlechten Sichtbedingungen wieder aufhilft: die Talsperren. Sie sind als weitreichende Sichtmarken um so wichtiger, als den N—S-Verbindungen bei der querlaufenden Entwässerung nur wenige Bahnlinien und Kanäle zur Verfügung stehen. Die Ederalsperre ist Streckenmarke für den Weg Hannover—Kassel und für die Strecke Köln—Halle (Schkeuditz), die ihrerseits auch die Möhnetalsperre wie Köln—Berlin zur Sichtung benutzt. Weitere westfälische Talsperren kommen bei Eindeckung des sauerländischen Berglands als Sichtmarken für Köln—Kassel in Frage.

Am Rand zur Tiefebene ist Hannover verkehrsreicher Knotenpunkt, hier erweist sich der große Binnensee des Steinhuder Meeres als navigatorisch von Wert. Bei einem Versuchsflug bei störungsreicher Zwischenhochwetterlage (I, 10) mit durch konvergierende Luftkörper entstandenem starken

Mischungsdunst war die Sicht in Westfalen etwa 1—5 km, und in der Lüneburger Heide später max. 5—10 km, trotzdem sah man das Steinhuder Meer aus 1200 m Flughöhe schon auf etwa 25 km Entfernung. Bei einem anderen Flug Essen—Hannover (II, 27) lag die Dunstschiebt bis 1200 m hoch, die Horizontalschiebt betrug 3—6 km, doch war das Steinhuder Meer in 500—700 m Flughöhe schon 12—20 km weit zu sehen. Für die Strecke Hannover—Amsterdam ist der Hauptgefahrenpunkt (mit dem einzigen Streckenmeldeamt) das steil ansteigende NW-Ende des Wiehengebirges, mit allen Komplikationen von Hindernissen im Strömungsfeld der Luft. Bei Stau, Diesigkeit und Nebel ist dort der Dümmer See günstig für die Ortung, in Verbindung mit dem Steinhuder Meer im Anfang und dem dazwischen W—E verlaufendem Ems-Weser-Kanal, wozu die Strecke nur wenig steuerbords geführt werden muß.

Auf die durch die Industrie bedingten besonderen Flugverhältnisse des Rhein-Ruhr-Gebietes können wir hier nicht eingehen, es mag nur erwähnt sein, daß ähnlich wie über Binnengewässern auch über dicht gehäuften industriellen Heizanlagen lokale thermische Auftriebsverstärkungen von solcher Kraft entstehen, daß gelegentlich die Cumulustürme über Köln oder Charleroi zur Fernpeilung benutzt werden können.

Die Landschaft bietet, soweit bisher bekannt, in limnologischer Hinsicht in der Flugsicht wenig Neues. Die Flüsse, wie die Werra und Fulda, sind reguliert. In den breiten flachen Tälern sieht man gelegentlich ein Flößchen mit dem für die Gegend typischen Gehölzsaum dahinpendeln. Über der Eder beobachteten wir bei Fritzlar das Strombild der Pfeilerwalzen unterhalb der Brückenbogen, man konnte sowohl den Kreisstrom selbst wie die Ankolkung und Ansandung klar durchs Wasser sehen. Auch hier sei der Wasserbautechnik ein Hinweis gegeben. Ebenso ließen sich die Stromlinien an den Bühnen der Weser im Weserbergland prachtvoll verfolgen. Vor Hannover waren bei schlechter Sicht im Dunst (1—2 km) die unzähligen Windungen der Leine mit ihren Baumschnüren fernwirkende Kennung.

9. Ostdeutsches und russisches Flachland.

Wir behandeln hier nur das Gebiet S der baltischen Endmoräne (mit seinem seenreichen Moränenhügelland), und schließen auch das Küstengebiet der Nordsee im weiteren Sinne aus. Das wasserreiche, moorerfüllte nordwestdeutsche Flachland findet im natürlichen Sachzusammenhang des Abschnitts „Marschen, Moore und Sümpfe“ seinen Platz. Andererseits gleichen sich die orographischen Eigenschaften Ostdeutschlands und der russischen Ebenen weitgehend, um sie zu vereinen.

Dieses ausgereifte Altmoränengebiet bietet aerolimnologisch wenig, auch fliegerisch sind die ausgesprochenen Flachlandstrecken in keiner Weise ausgezeichnet, wenn man von industriell bedingten Sichtschwierigkeiten (Dunst und Nebel) in Oberschlesien absieht. Nur die großen erdgeschichtlichen Leitlinien, die in erster Linie die Landformung geprägt haben, sind auch fliegerisch Leitlinien, da sie schon bisher die Verkehrsstränge natürlich sammelten: die Urstromtäler. Gleichzeitig werden sie oft heute noch von den großen Flüssen benutzt und begünstigen so um so mehr die Flugstreckenführung. So können

die Maschinen von Tempelhof nach Hamburg fast die ganze Zeit den Elblauf entlang fliegen, die nach Breslau benutzen von Frankfurt a. O. ab die Oder, hier ist auch Unterwolkenflug möglich und Hochnebelflüge können durchgeführt werden. Bis zur Oder erleichtern zahlreiche Seen dem streckenerfahrenen Flugzeugführer die Orientierung, was überhaupt von der Umgebung Berlins gilt. Die großen nach W und O gemeinschaftlich mit ausländischen Verkehrsgesellschaften beflogenen Fernstrecken der DLH überqueren ja nur die großen Flüsse, und da es sich um mehrmotorige mit Funkpeilungsgerät ausgerüstete Maschinen handelt, kommt auch die Bodennavigation immer mehr in Wegfall. Die Nachtstrecken bedürfen noch einer ziemlich teuren Bodenorganisation, aber mit ihnen steht und fällt die Zukunft des Flugzeugverkehrs.

Wie immer sind auch mit den großen Flußauen und Urstromtälern Bodennebel verbunden, die in Oberschlesien durch Industriedunst verschlimmert werden. Dort macht sich auch schon der Karpathenrand bemerkbar und Stau und Föhn wie am Alpenrand.

Im nahen Osten Westrußlands spielen die großen Ströme bei der großen Länge der Flugstrecken navigatorisch eine bekannt wichtige Rolle. Nur daneben kommen auch die endlos geraden Bahnlinien und die Heerstraßen aus der Zeit Katharinas in Betracht. Der Düna aufwärts folgt die Strecke Riga—Smolensk, so wie die Zweigstrecke nach Reval nur der Küstenlinie zu folgen braucht. Von Moskau nach Westen leitet ein gutes Stück die Moskwa. Die Breite der russischen Ströme hat natürlich ihre meteorologischen Nachteile, besonders das tiefliegende Dnjeprtal bei Smolensk ist nebelberüchtigt. So lagen einmal die Maschine Moskau—Berlin und die Gegenmaschine 10 Tage lang im Herbst auf dem Platz wegen Nebel fest. Ob allerdings die Verlegung des Flughafens in die nördliche Seengegend Besserung bringt, ist zweifelhaft, worauf wir zurückkommen. Auch der Start in Moskau wird gelegentlich durch den lokalen Bodennebel des Moskwaales verzögert, aber er ist dort weder sehr mächtig noch weitreichend. Bei der Anlage von Flugplätzen ist zudem in Rußland in Talgebieten auf die Gefahr riesiger Überschwemmungen oder wenigstens jahreszeitlich wiederkehrender Bodennässe zu achten, schon mehr wie im eigentlichen Europa, noch bedenklicher ist aber die allgemeine Aufweichung (Rasputiza) zur Zeit der Schneeschmelze, die im Frühjahr eine Landung auf weite Strecken, mit Fahrwerk oder mit Skiern, ausschließt.

Über das Alter der Talbetten wie das langsame Strömen der russischen Flüsse ließe sich manch interessante Beobachtung machen, von denen wir einige anführen. Überall, im Laubwaldgürtel und in den offenen Parklandschaften gegen Moskau zu sah man viel die versandeten oder verwachsenen Mäander, im Osten auch öfter ohne rezenten Flußlauf in wiesenerfüllten Trockentälern, scheinbar bisher unbeobachtet. Es handelt sich wohl um jenen Zeitabschnitt verstärkter Erosion, den Brandt¹⁾ in seiner ausgezeichneten Arbeit bereits im westrussischen Landrücken feststellte, und der wohl mit dem der postglazialen Wärmezeit folgenden feuchtkalten Abschnitt identisch ist. Im oberen Dnjeprtal bei Dorogobusch dauert das mäandrierende Einschneiden

1) B. Brandt, Die Sümpfe Westrußlands. Z. Ges. Erdkd. Berlin, Jg. 5/6, 1917.

noch an in einem Ausmaß, wie wir es nur aus Luftbildern aus Nordsibirien wiederkennen. Zahllose grüne Seitenarme holen weit aus, sterile Sandflächen von Frühjahrshochwässern zurücklassend. Sie sind nicht zu verwechseln mit den Binnendünenbildungen der postglazialen Wärmezeit, die sich im Osten immer mehr häufen und von oben leicht kartierbar wären. Man sollte auch versuchen, die heute unter vordringendem Wald begrabene frühere Ausdehnung der Steppen in der Flugsicht zu erfassen, es müßte in der Bodenfarbe noch sichtbar sein.

In der Durchsicht gewahrt man bei herbstlich klarem Wasser und langsamem Fließen manch schöne ausgebildete Strömungsfiguren des Wassers oder deren Abbildung in Sandbänken und Sandwällen, so in der Moskwa. Auch hier wirken sich lokale Unterschiede aus, die Wjasma war trotz gleicher Belichtungslage grüngrau und völlig undurchsichtig. In der regulierten Oder auf der Strecke Danzig—Berlin sieht man, für den Wasserbauingenieur und Morphologen unübertrefflich instruktiv, schnell und anschaulich, in welcher Weise die Zwischenräume des Vorlands zwischen den Buhnen sich durch Seitenwalzen langsam auffüllen. In Witjebk in Weißrußland floß die Düna — an sich mit den zahllosen Flößen und Seglern ein prachtvolles Bild — so langsam, daß ein einmündender Fluß unter Wasser ungestört ein halbkreisförmiges Delta bis in die Strommitte aufbauen konnte, erst dort wurde eine kleine Sandzunge ausgefranst. In der Sussey-Maly, die bei Jakobstadt in die Düna mündet, liefen in gleichmäßigem Rhythmus unter Wasser Sandgroßwellen von Hausbreite quer zum Fluß, nur das linke Ufer war frei, dort verlief der Stromstrich.

Hübsch war in zwei kleinen Stauseen E Smolensk in der Durchsicht zu sehen, wie am Boden noch das tiefliegende alte Bett des gestauten Fließchens sich durchwand.

(Schluß folgt)

FLUGBEOBACHTUNGEN ÜBER MITTEL- UND OSTEUEPÄISCHEN GEWÄSSERN

Von ERICH WASMUND

(Schluß)

10. Baltischer Seenrücken.

Hier behandeln wir das Gebiet der südlichen Ostseeküste — ausschließlich der Küste selbst — bis zur baltischen Endmoräne, von den dänischen Inseln bis zur Newamündung.

In dem kleinkupierten Gelände der Endmoränenwälle, der kuppigen Grundmoränenlandschaft, der Rinnenseen und der verschilften Gewässer sind flugmeteorologische und navigatorische Erscheinungen i. A. so beschränkt lokaler Natur, daß der an den Platz ziemlich gebundene Flugmeteorologe darüber wenig auszusagen weiß. So melden die „Erfahrungsberichte“ kaum etwas über

das Gebiet, wir fanden andererseits manche langerworbene Lokalkenntnis bei den älteren Flugzeugführern und Flugkapitänen oder auch den Flugleitern der Häfen. Leider scheint es nicht zur dauernden Überlieferung solcher wertvollen mündlichen Tradition zu kommen. Auf der anderen Seite findet die Seenforschung hier ein reiches Beobachtungsfeld und sie vermag vielleicht da und dort auch der Fliegerei dankend einen Hinweis zu geben.

Wir gewannen leider die Erkenntnis, daß im baltischen Seengebiet die Durchsicht nicht entfernt den tiefen und klaren Einblick wie im Gebiet der großen Alpenrandseen vermittelt. Das war zwar zu erwarten, denn auch die von Bord aus gemessenen Sichttiefen der Seen des Alpenvorlandes übersteigen in der Regel die des Ostseegebiets um ein Mehrfaches. Die Ursache, wie auch die der anderen Farbtöne, liegt im ungleichen Gehalt organischer Suspension. Man muß allerdings dabei bedenken, daß der „Tag“ im Wasser viel kürzer ist, also in späten Nachmittagsstunden z. B. der Seeboden schon kaum mehr beleuchtet ist. Es mag auch mit nördlicheren Breiten die abnehmende Lichtmenge gerade im Wasser schon etwas ausmachen, die durch die dunkle Suspension noch stärker absorbiert wird, so daß geringe Strahlungsmengen auf den Grund gelangen. Wenn die i. A. mangelhafte Durchsicht etwas enttäuscht, so bietet die Aufsicht auf die an phytoplanktischen Anreicherungen gelegentlich reiche Seeoberfläche einen gewissen Ersatz und neuen Einblick in Oberflächenphänomene.

Die Formenwelt der Seeumrisse, ihre Verflechtung mit der Glaziallandschaft erreicht natürlich in der Übersicht vom Flugzeug einen plastischen Grad, wie ihn die Karte nicht bietet. Für die überflogenen Seengebiete Lettlands, Litauens und Weißrußlands existieren zudem Karten so großen Maßstabs gar nicht, die Ersatz für das Luftbild bieten. Die, überdies schnell veränderliche, Zeichnung des Strandverlaufs ist in Vielem von der Subjektivität des Kartographen abhängig, kleine Gewässer fehlen oft ganz. Das trifft besonders für die Sölle zu, die in der Glazialgeologie so viel erörterten kleinen kreisrunden Wasserlöcher; die Flugbeobachtung mit ihrer weiten Übersicht versucht hier einen Beitrag zum Problem zu geben.

Es fällt zunächst in der Flugsicht auf, daß die Sölle S der baltischen Endmoräne so gut wie ganz fehlen und innerhalb der jungen Landschaft des letzten nordischen Vereisungsstadiums in ungeahnter Zahl auftreten. So besäen sie S Kiel den Boden wie vernarbte Nadelstiche. Sie sind häufig auf den grünen Weiden von einem Buschkranz umgeben. Auch in der kuppigen Grundmoränenlandschaft zwischen Kiel und Flensburg überstreuen sie, oft als Viehtränken benutzt, wie Pockennarben zahllos den Grund. Immer sind sie dunkelfarbig durch Gebüschrand oder Grasbülte umrandet. In Holstein waren sie alle bis auf den Boden durchsichtig, also nicht allzu tief. Mit den Landbauformen hat das offenbar keinen einfachen Zusammenhang, denn Sölle treten gleich häufig auf, in Angeln mit seiner an kleinparzellierenden Knicks kenntlichen Bauernwirtschaft, oder in Schwansen mit den weitläufigen Flurlagen fast ausschließlicher Gutsbewirtschaftung. Schwimmpflanzen überdecken selten die Wasserfläche, doch fiel auf, daß manchmal ein See voll Entengrün (*Lemna*) war, während die Nachbarn wenige Meter davon ganz frei waren. Auch südlich

des pommerschen Eiszeitstadiums fanden wir eine Häufung von Söllen bei Fehrbellin im Havelland, doch bezeichnenderweise sämtlich verlandet, in kreisrunden dunkelbraunen Flecken die Herkunft der Bodeninseln anzeigend. Die Farbkreise sind in ihrer ringförmigen Anordnung gut zu unterscheiden von nur grundwasserreichem Gelände, wie es z. B. in der formlosen Schwarzfleckung der abgeernteten Felder in Ostpreußen zu sehen war. Erst hinter dem letzten Endmoränenkranz ist die Flugstrecke zwischen Schwerin und Travemünde wieder voll von Söllen.

Die Inseln Fehmarn und Laaland fanden wir im Gegensatz zu den übrigen Inseln und der kupierten Landschaft übersät mit quadratischen und rechteckigen Wasserlöchern von gleicher Größe. Sie lagen in reihenweiser Ordnung inmitten der großen Felder jener flachen Grundmoränenlandschaft. Auf Falster und Seeland sahen wir keine Sölle. Die rechteckigen Löcher aber sind zweifellos künstliche Mergelgruben und Viehtränken, was die Wahrscheinlichkeit für die glazigene Entstehung der runden Sölle erhöht, denen auch die zweckmäßige Raumlage inmitten der Felder und Weiden und in regelmäßiger Entfernung völlig fehlt. Ob es sich um eine dolinenartig eingesackte Landschaft von ausgeschmolzenen Toteisblöcken handelt oder um subglaziale Strudellöcher, immer ist die Gebundenheit an die jüngste Diluviallandschaft eigenartig. Doch ist andererseits bei der Jugend der nicht entkalkten Landschaft auch der Mergel an dieselben Landstriche gebunden, so wollen wir uns nicht entscheiden, doch abwartend verhalten. Denn es scheint uns auffallend, daß wir weder in Altpreußen (in Ostpreußen kommen aber Sölle vor) noch im Ostbaltikum irgendwo Sölle in der flugbildbestimmenden Art wie in Schleswig-Holstein oder in Mecklenburg sahen. Und im glazigenen Alpenvorland fehlen sie ganz! Wo sind sie in Spitzbergen? Andererseits werden aus isländischem Gletschervorland die verschiedensten Typen von Söllen beschrieben.¹⁾ Wenn Toteisblöcke schmelzen, so auch der doch gefrorene Untergrund, solche Kleinformen würden wohl verfließen. Allerdings wies keiner der Sölle die typisch milchgrüne opake Farbe auf, wie wir sie allenthalben an jungen in Betrieb befindlichen Wasserlöchern kultureller Art sehen. So sehen z. B. Lehmgruben und Kiesgruben im Oberrheintal, Grundwasserlöcher im sächsischen Braunkohlentagebau, im hamburgischen Elbtal aus. Doch könnten sie durch Düngung der Felder und Viehweiden längst eutrophiert sein.

Die eindrucksvollen flußartig gewundenen langen Rinnenseen der Prignitz oder Lettlands setzen sich als grün verlandete Wiesenrinnen noch weit in den hellen Sandflächen fort, zuweilen reihenförmig Restseen bergend, und die alte Ausdehnung anzeigend.

Am Ostrand des ostlettischen Seenlandes, das sich S der Düna über die litauische Seenplatte nach Masuren hin fortsetzt, trafen wir E Dünaburg ein kleines typisches Drumlingelände, dessen Vertikalunterschiede ziemlich ausgeprägt sein müssen, da sie doch vom Flugzeug aus bemerkt wurden. Es ist recht schwer, von der Höhenausbildung des Glazialgeländes von oben eine richtige Vorstellung zu gewinnen, wie wir gerade in bezug auf Drumlins schon

1) Spethmann, H., Geographische Aufgaben in Island. — Deutsche Islandforschung Bd. 2 (Natur.) Veröff. Schleswig-Holst. Univ. Ges. 28, 2. 1930.

1929 bemerkten. Hier fiel uns auf, daß im Gegensatz zu den bekannten Drumlinlandschaften am Würmsee oder Bodensee die Drumlinkuppen nicht bewaldet, sondern bebaut waren, andererseits aber die hier wiesenbestandenen Zwischensenken dort entweder noch völlig wassererfüllt oder stark versumpft und vermoort, höchstens mit Birken und Weiden bestreut sind.

Im Seengebiet kommt öfter beim Durchflug ein See querab in Sicht, auch in größerer Entfernung ist er dank seiner individuellen Form flugnavigatorisch von Wert. Pommersche Seen kamen weit außer Kurs der Neonfeuerreihe bei mondbegünstigtem Nachtflug prächtig silberglänzend und wegweisend in Sicht. Sind es große Seen wie die Müritz, die Madü, der Spirdingsee, so zeichnen sie sich nach den Flugbeobachtungen auch durch Wolkenlücken usw. aus. Besonders auf längeren Flügen, wo sich die Windverhältnisse regional und zeitlich ändern, ist in der Wellenrichtung der Binnenseen eine Rauchfahnen — falls vorhanden — mindestens gleichwertige Kennung für den Bodenwind gegeben. Die Kenntnis des Bodenwinds ist für das Landemanöver unentbehrlich, seine Richtung kann aber erheblich von der Strömung der oberen durchflogenen Luftschichten abweichen. In Landflughäfen werden auch luftpolizeilich Windrichtungspfeile und Rauchfeuer ausgelegt, was sich in Seeflughäfen erübrigt, bei Außenlandungen ist der Führer nur auf natürliche Kennzeichen angewiesen. Auch die windparallelen Schaumstreifen sind gute Bodenwindanzeiger, ebenso die an Brandungsufern sich anhäufenden Drift- und Schaumlagen. Alle diese Anzeichen sind dem Wolkenzug überlegen, der an sich nicht den Bodenwind anzeigt, und der im Luftfahrzeug schwer richtig zu taxieren ist. Man hat selbst bei langsamer mittfliegenden Wolken das Gefühl des Entgegentreibens. Schließlich kommen die jedem See eigenen und immer wieder anderen Umrißformen dem streckenerfahrenen Führer wie oft betont zur Ortung zu Hilfe.

Bei mangelndem Senkrechtblick erlaubt schon die Strandform an sich manche Beobachtung und Schlüsse, bei direktem Überfliegen steigert sich der Einblick durch die wechselnde Belichtung und die Durchsicht auf Unterwasserformationen bedeutend.

An Strandformen über Wasser fiel z. B. auf, daß in der an Rinnenseen reichen prächtigen unberührten Seenlandschaft N und E Dünaburg mehrere große Gewässer, z. B. der Siwensee ENE Dünaburg breite trockenliegende Strandzonen aufwies. Ebenso war der größte der zahlreichen kleineren Seen in der welligen Moränenlandschaft SW Schaulen in Litauen von breitem Trockenstrand umgeben. Solche Zeichen starker Jahreswasserschwankungen fehlen in Norddeutschland ganz, während sie für die großen Alpenrandseen mit weitreichendem Einzugsgebiet bezeichnend sind. Sie scheinen also mit zunehmender Kontinentalität des Klimas und genügender Größe des Sees wieder aufzutreten, und machen sich dann auch durch kräftige morphologische Wirkungen unter Wasser geltend, auf die wir unten noch zu sprechen kommen.

Die Verlandungsformen sind von oben besonders schön sichtbar, bei weiten Flügen wird man leichter auch auf gewisse regionale Unterschiede aufmerksam. Die bekannten emersen Pflanzengürtel sind an den verschiedenen gegenüber der Bodensicht intensivierten Farbstreifen kenntlich. Dunkel hebt sich das Röhricht gegen die hellen Schilffarben ab, die selbst je nach Rhizomwassertiefe

abgetönt erscheinen. Verschiedentlich fielen uns Seen auf, bei denen nur im Abstand Scirpus den Strand begleitete und Phragmites fehlte, so in der Schleswiger Geest ein See bei Soltbrück oder manche in Lettland und Weißrußland. Aus 200 m Flughöhe konnten wir in der Ostprignitz große Seerosenkolonien auf den Seen von Tellichow klar ausmachen. In völlig verlandeten oder trocken gelegten Gebieten, wie dem Rhin-Luch bei Fährbellin, sah man noch das gänzlich zugewachsene Entwässerungssystem durch die heutigen Wiesen durchschimmern. Die ersten Vorposten echter Hochmoor-Verlandung in Gestalt leuchtend roter schmaler Moorbänder trafen wir im Osten in Litauen an — denn Blänken ostpreußischer Moore rechnen wir nicht zu Verlandungsseen — es waren Waldseen in dichten Nadelwäldern vor Schaulen.

Die Durchsicht auf die Bodenformen ergab zunächst, daß die Brecherscharung, die wir am Bodensee zuerst so klar ausgeprägt auf der Wyss fanden, auch auf der „Schar“ norddeutscher Seen bei genügender Breite im Charengürtel öfter zu sehen ist. Die Erkenntnis — die wir auch in der Ostsee wieder bestätigt finden — ist also neu, daß wir es keineswegs auf der Uferbank immer mit ununterbrochenen unterseischen „Wiesen“ zu tun haben, sondern daß die Kryptogamen den Seeboden nur streifenweise bedecken, hell-sandige sterile Streifen rhythmisch dazwischen freilassend, die wir der Wirkung der Seegang-Brecherzonen zuschreiben.

Schlechte oder fehlende Durchsicht trafen wir im baltischen Bereich gar nicht selten an, obwohl geringe Windstärken herrschten. So machten die Seen von Bothkamp (Holstein) einen graubraunen getrübbten Eindruck ohne jede Durchsicht. Stark kulturell verunreinigte Gewässer wie die Berliner Hafearme neben dem Plötzensee, sind braun und undurchsichtig. Die Havelseen bei Tegel, Heiligensee usw. boten unerwarteterweise ganz gute Durchsicht, anscheinend wirkte die Flußdurchspülung. In ihrem Gebiet machten wir die Beobachtung, daß die sandige pflanzenarme Uferbank nicht gleichmäßig den Strand begleitet, sondern nur stückweise ansetzt, in Lücken plötzlich abbrechend zu fehlen scheint. In Holstein, Mecklenburg und Pommern bot die Mehrzahl der kleinen und mittleren Seen nur wenige Meter Durchsicht.

Gute Durchsicht bieten i. A. die größeren baltischen Binnenseen, z. B. der Schweriner See, dessen durch Seezeichen markierte Untiefen am Rand und auch einzelne Moränenkuppen im freien See im Formbild mit allen Einzelheiten des Bewuchses schön sichtbar sind. Auch an einem der größeren Seen der schönen glazialen Seenlandschaft E und N Dünaburgs, dem Siwensee, sah man bei sehr guter Durchsicht (mindestens 10 m) Moränenrücken als Untiefen die ganzen Becken durchqueren, Haken und Nehrungen unter Wasser an Ufervorsprüngen ansetzen. Der Entwurf von Seetiefenkarten ist wesentlich erleichtert, die Uferpartien können viel genauer und schneller aufgenommen werden. Rinnenseenlandschaften, wie wir sie am schönsten im östlichen Lettland und im alten Westpreußen sehen, scheinen überhaupt allein in Bezug auf Durchsicht mit den Alpenseen vergleichbar zu sein, was mit der großen mittleren Tiefe zusammenhängt.

Die Farben der Seen stellen in der Flugsicht eigenartige neue Probleme. Sie hängen einerseits vom fluviatil zugeführten anorganischen Material, anderer-

seits von Art und Menge der organischen Aufbausubstanzen, sicher auch von Beleuchtungseffekten ab. Man sollte annehmen, daß direkt benachbarte Gewässer bei gleicher lithologischer Unterlage und Größe auch dieselben Farben zeigen, aber wir fanden eigentümliche Ausnahmen, die der näheren Untersuchung wert sind.

Schon im süddeutschen Alpenvorland sahen wir bei Güttingen N Radolfzell drei kleine Seen, miteinander verbunden. Die beiden nördlichen waren hellgrün, der südliche humusbraun gefärbt, dieser mit schwimmenden grünen Inselflächen. So die Notizen im Flugtagebuch, es war interessant, nachträglich die moorbotanischen Befunde von P. Stark¹⁾ darüber zu lesen. Die Buchenseen sind demnach Restseen, besonders der in SE, also der braune, „in sehr lebhafter Verlandung begriffen“, und dort „das Hochmoorstadium eben erreicht wurde“. Tatsächlich wurden auch „schwimmende Sphagnumpolster“ im SE-See beobachtet, und unsere „luftige“ Deutung, daß der eine der drei Seen bereits zur Dystrophie umgeschlagen habe, hat sich so als richtig erwiesen. Das Farbbild vermag also erste wichtige Aufschlüsse beim Überfliegen einer Seegegend zu geben. Dicht SW Parchim (Mecklenburg) lagen drei kleine nur durch Verlandungsbrücken getrennte Becken, die äußeren tiefschwarz und klar mit hellgrünen schwimmenden „Algenwatten“, der innere von hellgrüner und trüber Farbe. Augenscheinlich liegt auch hier ein ungleichzeitiger Umschlag von Eutrophie zu Dystrophie vor. Eine Seengruppe SE Haslev auf Seeland, gut durchsichtig, war durchweg braun gefärbt, nur ein See dazwischen grünblau.

In allen Humusseen ist die Durchsicht recht schlecht und geringer als man nach Erfahrungen vom Boot aus glauben sollte. Der See von Soltbrück in Angeln, schon auf der Geestseite außerhalb der Endmoräne im Sandrgebiet gelegen, zeigte solche schwarzbraune Farben im Gegensatz zu den östlich gelegenen Nachbarn. Dasselbe beschreiben wir S. 607 von den nordwestdeutschen Restseen.

Litauische Humusseen in der Moränenlandschaft SW Schaulen mit roten Schwingrasen schienen undurchsichtig schwarz, man sah aber an am steilen Waldufer hineingestürzten Baumleichen, daß sie ca. 2 m durchsichtig waren.

Lokale Trübungszonen ließen sich mehrfach erkennen, die nicht immer auf Zuflüsse zu beziehen waren. So war der Rhin-See bei Neu-Ruppin in ganzer Ausdehnung von breiten trüben Schwaden durchzogen, die ohne Ordnung mit dunkelklaren Bändern im freien See abwechselten, die Durchsicht war ausgeschlossen. Ein ähnliches Beispiel bot sich im Schweriner See N der Stadt, wo ein nach NNE führender Damm den See trennt und nur einen Durchlaß als Verbindung läßt; E—NE-Winde trieben schwarzbraune Trübemassen, die den ganzen oberen See erfüllten, in den trübgrünen unteren, wobei sie nicht mitten in den See drangen, sondern sich am S-Ufer entlangdrückten. Das schlimmste an dreckiger Trübung war die Seengruppe von Maribo auf Laaland, an zwei verschiedenen Flugtagen mit und gegen Licht aus je 1800 m und 1500 m Flughöhe. Mit einer Ausnahme — ein grüngefärbter auch opaker SW des Sønder sø — waren sie alle gelbbraun und undurchsichtig. Es war regional bemerkenswert,

1) P. Stark, Die Moore des badischen Bodenseegebietes II. Ber. Nat.forsch. Ges. Freiburg i. Br. 28, 1, 1927.

da die Gruppe an einem Tag mit ziemlich starkem Ostwind (nach Wettermeldung Flughafen Kastrup wechselnd im Gebiet E—SE, 6—25 km/h) dicht mit O—W laufenden Schaumstreifen bedeckt war, während diese der Meeresoberfläche fehlten. Es wird in Zukunft der Beobachtung wert sein, ob die Ursache nur im Viskositätsunterschied, oder wie wir glauben, im Gehalt an organischen Seifen liegt. Es wäre wertvoll, wenn eine Beobachtung solcher Trübungen längere Zeit durch erfolgen könnte, vergleichend mit klimatisch gleichgestellten Nachbargewässern, was auf regelmäßigen Flugstrecken schon für Piloten oder Flugmeteorologen im Dienst durchzuführen wäre.

Eigentümlich intensiv bläulich-giftgrün war ein Wasserstreifen im stark verlandeten See von Katerbow WNW Neuruppin zwischen Strand- und Rohrgürtel, mit Spitzen gegen das freie Wasser vorgehend. Es handelte sich augenscheinlich um Bodenfarben, vielleicht bakterieller Natur.

Zu den interessantesten Ergebnissen gehören die Aufschlüsse, die die Aufsicht auf Wasserflächen ergab. Nur das Luftfahrzeug gibt die Möglichkeit, räumliche Erstreckung und Größenverbreitung irgendwelcher Oberflächenerscheinungen zu übersehen, ja, sie zu entdecken, die z. T. erst durch die Reflexion in der Schrägsicht zu gesteigerter Wirkung kommen. Gewiß, auch in den Bergen sieht man auf Seen herunter, und das Bild ist in vielem vergleichbar, doch kann man den Standpunkt nicht willkürlich verändern, und Bergseen sind orographisch und biologisch einseitig, können nicht alles bieten, was die Limnologie an Problemen stellt.

Flachseen am Segeberger Forst (Südholstein) zeigten sich mit gelbgrüner Wasserblüte bedeckt, die immer den See undurchsichtig macht. Diese ganze neustische Oberflächenhaut war regelrecht zerrissen, die Reißlinien folgten den Linien größten Zugs und Drucks, liefen also senkrecht und parallel zum Ufer. Genau das gleiche Bild bieten vereiste Seen in der Flugsicht, deren Spaltensysteme auch bestimmten Regeln folgen. Wir hatten ähnliches bei Wasserblüten von Bord oder von Land aus noch nicht beobachtet und stellten die Deutung mit Vorbehalt auf, obwohl an der Richtigkeit der Beobachtung an sich nicht zu zweifeln ist, bis Rylo w¹⁾ selbst als einer der besten Kenner des Neustons von „Zerreißen der Neustondeckschicht“ sprach. Noch instruktiver war dieselbe Erscheinung in einem größeren See an einer Waldecke E Naestved auf Seeland ausgebildet. Er war (Flughöhe 1000 m) völlig mit einer Algenwasserblüte bedeckt, die von einem Längsriß in der Längsachse des Sees durchzogen war, dieser gabelte sich am südlichsten Breitende des Sees. Zu beiden Seiten durchsetzten zahlreiche Quersprünge die Oberflächenhaut.

Am Ostende des Överses S Flensburg fanden wir einen vollständig kreisförmigen an das Ufer anliegenden „Ölfleck“-Ring kleineren Ausmaßes, der die 1929 mitgeteilte Beobachtung von v. Schiller geschlossener großer *tâches d'huile*-Ringe auf dem Bodensee ergänzt. Eine Erklärung können wir heute noch nicht geben, Vermutungen sprachen wir 1930 aus.

Neustonfärbungen mit Diffusionsringen, wie wir sie ähnlich vom Pollenregen-Pleuston am Bodensee kennen lehrten, sahen wir im Schweriner See, an-

1) W. M. Rylo w, Anleitung zur Untersuchung des Limnoneustons. Abderhalden, Handb. biol. Arbeitsmeth. Abt. IX, Teil 2/II, 1929.

scheinend Algen; der Farbwechsel ging vom kräftigen dunkelgrün zu schwarzgrün. Täuschung durch Brechungsverhältnisse ist ausgeschlossen.

Auch die Vogelwelt der Gewässer kommt in der Aufsicht zur Beobachtung, und, man ist überrascht, wie sicher sich durch Abheben vom dunklen Wasseruntergrund die Formen erkennen lassen. Möven sahen wir über südholsteinischen Seen (Segeberg) aus 500 m Flughöhe. In Angeln E Schleswig unweit der Schlei traf unsere kleine Junkers F 13-Maschine in der Morgenfrühe bei sich auflösendem Nebel in 200 m Flughöhe einen Trupp Kibitze, die keinerlei Scheu zeigten. Aus gleicher Höhe ließen sich kreisende Küstenseeschwalben über den Nooren (Strandseen) der Eckernförder Bucht beobachten, ein keilförmiger Schwarm von Seeschwalben war aus 550 m in der Neustädter Bucht zu verfolgen. Im nördlichen Mecklenburg konnte man in 400 m Flughöhe Wildentenschwärme mitten auf dem See von kleinen Schulen von Hausenten am Ufer ohne weiteres unterscheiden. Elstern kamen in 200 m Flughöhe über der Düna auf unseren großen Dornier-Merkur zu.

Einer der bekanntesten größeren Binnenseen — für den Flugverkehr, er ist längst nicht der größte — ist der Schweriner See, der genau „auf Strich“ der Strecke Berlin—Travemünde (Kiel—Sylt und Kopenhagen) liegt. Hier hat man schon die wesentlichen Sichtverschiedenheiten über der Seefläche (37 m ü. NN.) und den 100 m Seehöhe erreichenden umgebenden Höhenzüge bemerkt, das Streckenmeldeamt Schwerin beobachtet durchgängig Unterschiede in der Ausbildung des Hochnebels über Land und See. Dem dortigen Beobachter, Herrn Telegrapheninspektor John Windelberg, verdanken wir einige freundlichst gegebene Auskünfte. Nach diesen verhält sich der Schweriner See in vielem ähnlich wie der Bodensee, so teilen sie beide die hochsommerliche Ausbildung eines Cu-Kranzes rings um den wolkenlosen See, an dessen Rand sich heranziehende Wolkenballen auflösen, mit anderen großen Seen, z. B. dem Viktoriasee. Heranziehende Gewitter teilen sich und ziehen am Ufer entlang, dort sind Einschläge häufig, auch das kennen wir von afrikanischen Binnenseen. Auch die umgekehrte Erscheinung kommt bei geeigneter Wassertemperatur vor, Zusammenballen und -schieben von leichten Wolkenmassen, die sich am andern Ufer wieder auswalzen. Schließlich ist auch ein Land- und Seewindsystem ausgebildet.

Wenn ein Beobachter (II, 6) über dem Schweriner See im Winter erhöhte Böentätigkeit feststellte, so widerspricht das aller Erfahrung. Es könnte sich einerseits um Reibungserscheinungen am Strand handeln, wie sie von Meeresküsten oder auch vom Bodensee bekannt sind. Doch ist — wie auch für die See — das geschilderte umgekehrte Verhalten wenigstens in der ersten Winterhälfte möglich, wo Polarluftmassen über dem abgekühlten Lande gleiten, während sie über dem noch warmen See meist unter Kondensationserscheinungen zum Aufstieg gezwungen werden. Es ist nötig, den vielleicht vorhandenen jahreszeitlichen Unterschieden in der Turbulenz über Binnenseen nachzugehen. Bei zwei Flügen über dem Schweriner See im Herbst stellten wir jedenfalls plötzliche und völlige Abnahme der ziemlich starken Böigkeit (Calwagenskala 2—3), die erst von der Küste an aber dauernd eingesetzt hatte, über der Seefläche fest. Nach Aussagen von vier Flugzeugführern eine allgemeine Er-

scheinung. Was vom Schweriner See gilt, ist natürlich für größere Binnenseen allgemeingültig, wenn wir auch andererseits über dem Bodensee schon Luftunruhe 4 erlebten. Absolut ruhig ist also die Luft über Wasser nicht, erhöhte Windstärken über reibungsloser Unterlage tragen dazu bei, doch die Turbulenz nimmt relativ ab. Die zahlenmäßige Beurteilung der Luftunruhe krankt natürlich an der schweren Vergleichbarkeit der jeweils geflogenen Flugzeugmuster, ja der einzelnen Maschinen, die eine hat große Eigenstabilität, die andere trudelt gern. Mit der Größe der Maschine nimmt die spürbare Luftunruhe i. A. ab, wie wir gerade an der Reihe der Dornier-Typen von der Libelle bis zum Do X oft genug feststellen konnten.

Der oft verhängnisvolle Zusammenhang größerer Seen oder Seengebiete mit der Nebelhäufigkeit erfordert noch ein Wort aus der Praxis, und für sie. Man geht eben mit dem Gedanken um, die große Strecke Riga—Smolensk—Moskau durch Verlegung nach Norden etwas abzukürzen. Statt des Militärflughafens der USSR Smolensk würde dann der sowjetrussische Zivillufthafen Welikije Luki Landeplatz werden, ein Eisenbahnknotenpunkt im Zentrum der westrussischen Seenplatte, die die ostlettische gemeinsam mit dem südlich davon liegenden weißrussischen Teil fortsetzt. Damit ginge aber nicht nur die großartige fluviatile Leitlinie Moskwa—Dnjepr—Düna verloren, die gerade als Ausweichstrecke südlich der genannte Seenplatte verläuft, sondern es ist so das Seengebiet in seiner größten Breite ohne andere Leitlinien als eine Bahn bis Jakobstadt zu überqueren. Und der russische Luftverkehr hält sich mit seinen großen Flugweiten mit Recht weit mehr wie der europäische an Flüsse, Bahnen und Straßen. Eine Notlandung im verkehrsarmen Seengebiet, auch wenn sie bruchfrei erfolgte, würde sich immer ungünstiger wie weiter im Süden auswirken.

Welche Folgen Seenebel selbst auf große Maschinen haben kann, zeigt am klarsten der für zwei Mann der Besatzung tödlich verlaufene Unfall eines mehrmotorigen, mit Funkpeilanlage versehenen Großflugzeuges bei der Heimkehr von einem Fernflug im brandenburgischen Seengebiet. Für die Überlassung des Berichts sind wir der DLH zu Dank verpflichtet.¹⁾ Die Maschine hatte die 985 km lange Strecke von Marseille bis Erfurt mit einer Reisegeschwindigkeit von 141 km zurückgelegt, wo sie zum letzten Male gesichtet war, und mußte etwa 17.15 Uhr in Berlin eintreffen, um welche Zeit auch das Flugzeug Paris—Berlin bei Dunkelheit und Nebel mit Hilfe der Flugplatzbeleuchtung und der Funkpeilung hereingeholt worden war. In Norddeutschland lag am 19. Dezember im Gegensatz zum Süden ein ausgedehntes Nebelgebiet etwa im Raum Hagenow—Müritzsee bis Bitterfeld. Dort muß das Flugzeug bei Einbruch der Dunkelheit auf das Nebelgebiet gestoßen sein, das aber in der Umgegend Berlins nur als geschlossene Hochnebeldecke ausgebildet war. Um 19.20 Uhr meldete der gerettete Bordwart telefonisch den um 18.15 Uhr erfolgten Unfall, dem die Führer, Major J. v. Schröder und Flugkapitän Albrecht sowie durch Brand auch die Maschine zum Opfer gefallen war. Der Führer hatte anscheinend die

1) Deutsche Luft Hansa A.-G., Flugbetriebsleitung, Landflug. Bericht über den Unfall des Flugzeuges, Arado V 1, D 1594, „Teneriffa“ am 19. 12. 1929 bei Wustrau Krs. Neuruppin. — (Berlin, 31. 12. 29.)

Erdsicht verloren und den Flug nach den Bordgeräten fortgesetzt, Tempelhof aber nicht gefunden und erst durch Anfliegen des Bahnhofs Neuruppin wieder Erdsicht und Orientierung gewonnen. Dann hatte er versucht, der Bahnlinie von dort nach Berlin zu folgen, der Bordwart begann, infolge des nahen (15 Min.) Zielhafens die Kabine aufzuklären. Die Bahn verläuft östlich des ziemlich großen Neuruppiner Sees, und hier muß sich der Hochnebel infolge des schwachen SSW-Windes (3 m/sec) verdichtet haben, auch der Bordwart berichtete über bis zur Erde reichende dichte Nebelwände. Das Flugzeug mußte die verdeckte Bahnlinie verlassen und überquerte den See, traf aber auf dem anderen Ufer noch ungünstigere Sicht, weil dort außer dem überquellenden Seenebel eine leichte Schneedecke jede einigermaßen zuverlässige Schätzung der Flughöhe über Grund ausschloß. Auch hier bemerkte der Bordwart gerade aus dem linken Fenster bis zum Boden reichende Nebelschwaden, als im gleichen Augenblick eine Rechtskurve erfolgte und das Flugzeug nach Augenzeugen mit dem Randbogen der rechten Fläche den Boden berührte. Die Überwindung der Nebelzone des Neuruppiner Sees war nicht geglückt, die Folgen hatten sich im Augenblick der Bodenberührung und katastrophalen Erschütterung ausgewirkt.

11. Marschen, Moore und Sümpfe.

Hier fassen wir zunächst alle schlecht entwässerten Landstriche zusammen, deren Wasseransammlungen dann zu periodischen Stauseen, zu Brüchen, Sümpfen und Mooren führen. Auch die Marschen zählen hierzu, die ja bei uns geographisch und klimatologisch mit starker Moorentwicklung zusammenfallen. So interessant sie dem Naturwissenschaftler sind und so mannigfache Erweiterung der Anschauung die Flugsicht dem Limnologen hier bringt, so unangenehm sind sie für den Flieger. Nur die Orientierungsverhältnisse sind in dem durch Wasser und Farben schön kontrastierten Gelände sehr gut.

Solches amphibisches Gelände ist zur Notlandung restlos ungeeignet und zudem häufig Ursache für Nebel, Gewitterhäufung, Trombenbildung und Böigkeit, worauf schon Seilkopf¹⁾ hinwies. Das einzige, was fliegerisch brauchbar ist, ist die nicht genug bekannte Eignung der Moore, wenigstens der Hochmoore, für die Sicht, die sie der scharfen durch Farbwirkung in der Höhe und durch Wasserführung verursachten Heraushebung aus der Flachlandschaft verdanken. Alle diese Eigenschaften führen uns zu dem Vorschlag, jene Zwischengebiete von Wasser und Land in der künftigen Luftfahrerkarte klar kenntlich zu machen. Sie sind u. U. wichtiger für den Flieger wie die Ortschaften. Die dänische Karte 1:300000 erfüllt dies Bedürfnis jetzt schon besser und sinngemäßer wie die deutsche Karte von Mitteleuropa gleichen Maßstabs, indem Sümpfe und Moore statt durch braune durch blaue Schraffur bezeichnet werden.

Der Unterschied in der Aufsicht auf die Landschaft kommt einem am stärksten zum Bewußtsein, wenn man vom Sauerland oder vom Weserbergland her die letzten Bergschwellen überfliegt und in die nordwestdeutsche Tief-

1) H. Seilkopf, Meteorologische Flugerfahrungen im nordwestlichen Deutschland. Köppen — Heft der Annal. d. Hydrogr. u. marit. Met.

ebene kommt. Gegen die hellen Farben der intensiven Feldwirtschaft oder der dichten Wälder Mitteldeutschlands plötzlich ein sattes Dunkelgrün, in dem schwarze und braune Moorflächen und Heiden mit Seeaugen und zahlreiche Wasseradern der Flußauen und -marschen immer wieder auftauchen oder sich in der Kimm verlieren. Fliegerisch tragen also die amphibischen und wasserreichen Landschaften durch ihre Sichtverhältnisse bemerkenswert positive Züge, auf die wir im einzelnen bei der Darstellung der morphologischen und optischen Verhältnisse zurückkommen. Davon getrennt behandeln wir zunächst die vorwiegend negativen flugmeteorologischen Eigenschaften der Marschen, Moore und Sümpfe, in einigen Seilkopf ergänzenden Beispielen. Unser Ausgangspunkt ist ja nicht meteorologisch, sondern gewässerkundlich.

Schon in wasserreichen Landschaften wie Nordwestdeutschland im Gebiet der Weser, Aller und Leine oder der Ems und Jade muß bei der Seenähe bei winterlichen Hochdrucklagen der Flugverkehr wegen Dauerebel tagelang ganz ruhen (IV, 6), Versuche führen zu Umkehr oder Ausfall der Maschinen. Das feine Netz unzähliger Wasseradern der Marschen ist tatsächlich klein-klimatisch von nicht zu unterschätzender Wirkung. Dichter bestockte wasserreiche Flächen erhöhen die flugmeteorologischen Gefahrenmomente, dafür ist der Spreewald, der Netzebruch, Sümpfe bei Belgard in Pommern auf der Oststrecke bekannt, sumpfige Teile des Hohen Venns bilden für die Strecke Köln—Paris durch morgendliche Strahlungnebel und dauernde Dunsttrübung über tags ein gewisses Hemmnis.

Stärkeren Witterungseinfluß auf kleinere Räume scheinen größere Moorgebiete auszuüben. Auch hier ist Nordwestdeutschland mit seinen ozeanischen Luftmassen am meisten benachteiligt, noch unangenehmer sind die Moorflächen am Rande der westfälischen Bergzüge. In der Nähe von Flughäfen sind Moorflächen ein schwerer Nachteil. Plötzliche Vernebelungen treten ein, so hat z. B. das Dachauer Moor vor München Notlandungen wenige Kilometer vor dem Platz verursacht. Auch bei Hochdrucklage waren z. B. bei den ausgedehnten Mooren N des Weserberglandes Aufwölbungen im Dunstmeer von etwa 100 m Höhe zu erkennen. Auch hier scheint der thermische Gegensatz Wasser: Trockenboden zu lokaler Turbulenz zu führen, so wird als ein Beispiel vom Seckbruch bei Anderten, Strecke Braunschweig—Hannover (II, 20) verstärkte Luftunruhe mit plötzlichen Stößen über Moorboden gemeldet.

Im Marschland sind stehende Gewässer naturgemäß selten, nur in Nähe der größeren Flüsse treten gelegentlich gehäuft kleine runde meist noch wassererfüllte Teiche auf, ebenso hinter den Deichen. Es sind zweifellos Einbruchskolke, wie man sie selbst auf den Halligen neben den künstlichen Tränken findet. Im Gebiet der Weser- oder Elbmarsch sieht man da und dort kurze verlandete Flußbogenstücke, nie aber die weitausholenden, tiefgehenden Mäander, wie man sie in der oberrheinischen oder überall in der russischen Tiefebene findet, wie auch in jungem Alluvialland die alte Flußarme „anzeigenden“ farbigen Boden- und Pflanzenfazies.

Die kleinen Marschflüsse haben dies eigentümlich eckig gekurvte Abflußbild, wie wir es in anderen Flußlandschaften mit Mäanderbildung nicht kennen. Es kommt auf der Karte keineswegs so zum Ausdruck wie im Flugbild. Im

Marschkern der ostfriesischen Inseln konnte man die alten verwachsenen Priele und Gräben an der Vegetation deutlich abgrenzen. Süßwasserquellaustritte und Regenkolke auf den Nordseeinseln sind gut von oben zu beobachten. Sehr ähnliche Bilder von Watteninseln kennen wir aus dem Luftbildmaterial des LZ der USA-Küsten, von den Amerikafahrten des Luftschiffs her.

Wie auch in der Formbildung ihrer zutage tretenden offenen Wasserflächen sind die Moore und Sümpfe optisch und morphologisch an sich im Flugbild regional äußerst verschieden.

Nordwestdeutschland, die eigentliche ombrogene Seeklima-Hochmoorprovinz, unterscheidet sich im Flugbild also doch vom Moortypus der Gegend des kurischen Hafes in Ostpreußen und der kurländischen Moore, die v. Bülow¹⁾ als einheitliche Provinz zurechnet. Die Ursachen dürften weniger topogener als klimatischer Natur sein, die längere Schneedecke und bestimmte floristische Unterschiede machen sich in der Wirkung auch in der Flugsicht bemerkbar. Dafür im folgenden einige Beispiele.

Das Liebenmoor im Komplex des Lichtenmoores E Nienburg, ein randlich durch Gräbensystem angegriffenes, und dort bodenfarbflechtig gewordenes Hochmoor, setzt sich im Kern aus saftig grünen Moosmatten zusammen, die durch die Licht-Schattenwirkung der Bülden und Schlenken von oben förmlich „weich“ plastisch wirkt. Außer wenigen Birken ist die Moorkuppel baumlos, auch durch schöne schwarz-grüne Moorblänken erweist sich das Moor als echtes Hochmoor. Die kaum zu schildernde plastische Wirkung des geschlossenen Teppichs und die im dunklen und giftigen Grün schwankende Farbskala ist bezeichnend für alle Nordseeküstenmoore, die wir sahen, zum Unterschied vom Ostbaltikum einschließlich Ostpreußen. Braune Farben treten nur matt, nie in jenen brennend-rötlich-gelblichen Variationen wie im Osten auf.

Die Heiden Nordwestdeutschlands bieten ein ähnlich plastisch „weich federnd“ wirkendes Relief. Nur tritt hier Flugsand in Dünenform oder nur in der Bodenfärbung zutage, ein Feldstreifen kann hier — ganz anders wie auf einheitlichem Muttergestein — alle Farben nährstoffärmster Böden bis humusreichster Vertorfung oder Verlandungs- bzw. Versumpfungsrreste zeigen, und sieht gefleckt schwarz-braun-gelb-weiß aus wie ein Batikmuster. Eine große Heide bei Rispelerhellmt E Aurich in dunkellila Farbe zeigt stellenweise drei Viertel der Fläche ausgefüllt mit scharf abgegrenzten kreisförmigen Grünflächen, die auch in benachbarten Kiefernwäldern als runde Waldblößen auftreten. Ein einziger noch offener Kreissee zeigte die Entstehung des eigentümlichen Bodenbildes, das sich vom Vieh beweidet als längst verlandet erwies. Nicht immer ist die Entscheidung über den gegenwärtigen Zustand beim Flug so sicher, denn im Luftbild scheinen die alten vergangenen Züge der Erdoberfläche intensiv und konservativ unserem Auge ungewohnt noch durch. Es scheint uns auf Grund dieser Eindrücke denkbar, daß eine Bodenbonitierung vom Luftfahrzeug aus in solchen Gebieten sehr erfolgversprechend und schnell arbeiten könnte. Die Luftbildkarte würde Dinge zeigen, die man am Boden gar nicht kartieren, weil kaum sehen könnte. Wir sahen sowohl die Boden-

1) K. v. Bülow, Die deutschen Moorprovinzen. Jb. Preuß. Geol. Landesanst. 49, 1928.

fleckung wie die Kreisseeverlandung auf den Strecken von Bremen nach Hannover, nach Norderney und nach Hamburg. Die Flugsicht gibt derart feinen Einblick in die verschiedenen Verlandungszonen, also die Geschichte eines jetzt zum Moorauge herabgesunkenen Seebeckens, daß es leicht möglich ist, auf Grund verschiedener Farbstreifen die Zuwachsishypsen einzuzeichnen.

Hier sei es gestattet, über Bodenfarben einige Worte einzuschieben. Wir bemerkten schon, daß in den Ackerflächen Süddeutschlands der so vielgestaltige Gesteinsuntergrund in großen Flächen wie eine geologische Karte intensiv im Flugbild zum Ausdruck kommt. Andererseits ist die „Fleckung“ typisch für die Gegenden mit hohem Niederschlag oder Grundwasserstand, wie er in Verlandungsgebieten und in Flußauen vorkommt oder wie er z. B. vielfach in Ostpreußen in scheinbar tschernosjomartigen schwarzen Flecken im braunen Diluvialgrund der abgeernteten Feldern heraufschaut. Überraschend ist die Erhaltung von Bodenversetzungen. Wir erwähnten früher (1929), daß man in Karthago alte Siedlungen fliegerisch entdeckt habe, daß im Taunus „unter Kultur stehende“ Römerstraßen von oben gesehen wurden. Ähnlich eindrucksvoll war uns im Kampfgebiet des Weltkrieges im Osten, daß — gleich ob Moor oder Geschiebemergeluntergrund — die alten Stellungen noch wie gestern ausgehoben sichtbar sind. Weithin ziehende Schützengräben in mehreren Linien vorgeschoben, Feldwachen und Sappen, Sprengtrichter und Batteriestellungen sieht man überall noch im litauischen Nadelwald, vor Riga, an der Düna entlang. Wir hielten alles für intakt und seitdem unkultiviert, bis wir einen Bauern über einen Graben quer hinweg pflügen sahen und bemerkten, daß alles längst eingeebnet war, und trotzdem im Bodenfarbbild von oben heute noch bis in jede Einzelheit, jede Schulterwehr und jeder flüchtige Laufgraben oder Sturmstellung durch die dünne Kulturdecke der grauen Podsolböden durchschaut.

Die ostbaltischen Moore und Sümpfe ohne ihre Gewässer zu schildern geht nicht, so daß wir hier zur Besprechung der eigentlichen Moorwasser überleiten.

Das erste Hochmoor, das wesentlich von den nordwestdeutschen dunkelgrün und bräunlich gefärbten Büntenpolstern abwich, war das „Große Moosbruch“ am Kurischen Haff. Nur die Randpartien mit dem wasserreichen Lagg stellten noch einen blau-grau-grün gefleckten dicken Teppich dar, der innere Hochschild ist braun und rot geflammt, schwarzstarrende meist schmalaufgerissene Wasserflächen sind brandig und giftgrün gesäumt, nur auf wenigen angegrüneten Flächen ist ein schwacher Baumanflug von Birken oder Kiefern zu entdecken.

In Nordlitauen durchsetzt sich der dichte Fichtenwald immer mehr mit riesigen Flächen, mehr Sumpf wie Moor, große Seen mit einem Baumrand dazwischen, immer wieder die roten Spalten, die Flarkblänken, im rotbraunen Hochmoor. Vor Riga in der Gegend von Mitau steigert sich das Bild zu einem großartigen Landschaftseindruck; es ist unvorstellbar, welche Farbwirkung diese Moorflächen auf den Flugbeobachter haben. In Lettland setzen sich diese riesigen Hochmoore dann von Riga ostwärts der Dünamündung bis in die Gegend von Jakobstadt fort. Auch hier sind sie wie in NW-Deutschland weithin zu sehen, aber nie dunkelgrün und von einem wesentlich helleren und intensiveren Rotbraun wie die dortigen schwarzbraunen Moorflächen. Sie

übertreffen alle an Reichtum offener Wasserflächen, auch die ostpreußischen ihnen sonst ähnlichen Hochmoore (Gr. Moosbruch und Zehlau). Randliche Kulturentwässerung wie in Deutschland, ringförmig das Moor umlaufende Moordörfer wie E des kurischen Haffs aus der Zeit fridericianischer Kolonisation, alle Kultivierung fehlt im Ostbaltikum völlig. Nur schmale Pfade, augenscheinlich Wildsteige, können in Lettland auch im zentralen Teil beobachtet werden. Diese große Unberührtheit bringt es zu den geradezu wilden und unheimlichen Farbbildern aus der Luft.

Größere Moorseen, die Blänken, alle tiefschwarzbraun, sind im Ostbaltikum nicht selten, regelmäßig aber ist das Bild der mehr oder weniger konzentrisch laufenden, immer auf kurze Strecken aufspaltenden Wasserrisse, der Flarke. Sie machen den Eindruck, als platze das ganze Moor unter innerem Druck an den Ringstellen größter Zugbeanspruchung. Die Wirkung wird dadurch erhöht, daß die Blänken einerseits von grünen Moosarten und Baumanflug begleitet sind, während die Flarke einen ziemlich schmalen und scharfen Saum meist flammend roter Moose haben.

Die Flarke sind meist oberflächliche Neubildungen mechanischer Entstehung mit biologischen Folgen, da die verschiedenen Moorpflanzen in Bezug auf den Wasserstand stenotop sind und sich in Flarkkomplexen sogleich besonders angepaßte Moosvereine einstellen, die sich im farbigen Flugbild kundtun. Malmström¹⁾ hat gute Bodenbilder, Gams und Ruoff neuerdings sogar instruktive, aber etwas flau reproduzierte Luftbildkarten von Flarken und Blänken gegeben. Den beiden letzten Autoren fehlte die eigene Flugsicht und damit der Farbeindruck, der zur Ergänzung dienen kann und dem aufnehmenden Pflanzengeographen bei vorhergehender und nachfolgender Untersuchung der Phytobiozönosen eine große Unterstützung in der Vegetationskartierung sein muß. Sie bemerken darüber: „Aus den Fliegeraufnahmen, die wir bei der Herstellung unserer Karten benutzen und teilweise reproduzieren durften, ergaben sich größtenteils erst nach Abschluß der Geländearbeit überraschende Einblicke in die Geschichte dieses Moores, die sich als viel reicher herausstellte, als die bisherigen Dartellungen ahnen ließen.“ Stränge, die zu diesem ganzen Komplex gehören, haben wir nicht gesehen, es ist möglich, daß sie uns nur nicht auffielen, oder daß sie in der Flugsicht nicht so deutlich wie die wassererfüllten Senken sind. Größere Blänkenseen sind also für den zentralen Teil der kurischen Moore überall typisch, ebenso fehlt nirgends der konzentrisch laufende Flarkkomplex.

Die Angaben von S. Ruoff lassen erkennen, daß ganz bestimmte Sphagnen bezeichnend für die roten, gelben und grünen Flarkränder und Schlenkenstreifen sind. Auch in der Zehlau stellt sich, wie es sich im Ostbaltikum überall bestätigen wird, eine entsprechende Gliederung der xero- bis hydrophilen, braunen, roten, gelben und grünen Sphagnumgesellschaften heraus, die zu der topographisch-hydrographischen Zonation des Hochmoors in ganz bestimmten Beziehungen steht. Da die floristischen Bestandteile dieser Gesellschaften be-

1) C. Malmström, Degerö Stormyr. Medd. Stat. Skogsförsökänst. 20, 1. Stockholm 1923. — H. Gams u. S. Ruoff, Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubruchs. Schr. Phys.-ök. Ges. Königsberg, 66, 1. 1929.

kannt sind, so wird in Zukunft das Farbbild und der morphologische Überblick über die Moore im Flugbild für die Moorforschung und Moorseenforschung hohen Wert gewinnen.

Die Moorgewässer sind im Formbild eigentlich nur in der Flugsicht erfaßbar, ihre Verteilung im Moor, oder ihr Verhältnis zu vermoorten Flächen, ja oft ihre Entstehung wird erst durch die Einsicht in die Raumverhältnisse von oben verständlich.

Die nordwestdeutschen „Meere“, wie in Oldenburg und Westfriesland die großen Binnenseen genannt werden, bilden einen physiographisch ganz eignen Typus, dessen gemeinsame Züge sich im Flug aufdrängen. Das Wenige, was hydrobiologisch bisher darüber bekannt ist, bestätigt diesen Eindruck. Verlandete, unzugängliche, zerlappte Ufer, Schwingrasen und Schilfhorste, überaus flache Ufer mit breitem Windstillwasser, die offenen Flächen im flachen windgepeitschten Land, oft mit parallelen Schaumstreifen auf schwarzbraunem Wasser bedeckt, die dem Piloten willkommene Windrichtungszeiger sind. So sieht das Steinhuder Meer (Wasmund 1929, Abb. 1) oder der Dümmer im Süden aus, die wir schon erwähnten, und so gleichen sich alle die Meere weiter im Norden. Wir kennen in Süddeutschland nur einen See, der limnologisch bis in Einzelzüge hinein vergleichbar ist, der Federsee in Oberschwaben (Wasmund 1930, Abb. 5 u. 6). Wir schilderten schon, wie weit diese Seeflächen durch den Dunst hindurchschimmern können, wozu die breiten glatten Calmenstreifen der Flachufer sicher beitragen. Zahlreich sind diese Meere auf der Strecke Bremen—Norderney—Borkum. Das Zwischenahner Meer WNW Oldenburg glänzte in der Spätsonne schon auf 30 km weit auf, während man den schmutzigen Jadebusen voraus weit später ausmachen konnte. Nach dem Flugwetterzettel war Bodensicht 10—20 km. In der Ferne kam das „Große Meer“ bei Emden auf, näher vorbei passierte das Ewige Meer N Aurich. Die Fernsicht war bis auf die kleinen Trabantenseen und die zerrissenen Torfufer immer klar, in der Nähe sah man immer wieder die breiten Stillwasser in Luv, und mächtige Schaumwälle am Brandungsufer in Lee.

Da es sich in Nordwestdeutschland nicht um topogene Versumpfung, sondern um geländeunabhängige Vermoorung durch das Seeklima handelt, werden die „Meere“ als Restseen einer ersten Überschwemmung zu betrachten sein, die der bei allgemeiner Landsenkung steigende Grundwasserspiegel schuf. Um die großen Meere scharen sich so zahlreiche kleine Seen, und in den Mooren selbst sieht man da und dort kleine und große Moorseen, schwarz, pflanzenlos. So schauen im „Toten Meer“, das E an das Steinhuder Meer anschließt — wo es sich genetisch vielleicht um vortiefenartige Bildungen handelt — zahlreiche kleine Restseen herauf. Das Wiesedermoor E Aurich scheint zu Zeiten wasserlos zu werden, nur noch kleine Wassertümpel standen innerhalb eines kaum bewachsenen Seebodens. NE Ludwigslust in Mecklenburg sahen wir einige große Moorseen mit tiefen seltsamen aufgesetzten großen runden Moospolstern, wie wir sie für die Küstenmoore typisch fanden.

Auf der Geest findet man in verheideten Gebieten gelegentlich auch Anhäufungen von Kleingewässern, so überfliegt man S Bremen eine Unzahl kleiner kreisrunder Seelein, bremisch „Schlatt“ genannt (mdl. Mitt. Dr. Viets,

Bremen). Analoge Verlandungserscheinungen wurden oben geschildert. Nur einmal zwischen Bremen und Hamburg trafen wir jenen Verlandungstypus mit einem Rand intensiv brandroter Sphagnummoose an einem kleinen See, der in Litauen an kleinen Seen so häufig ist. Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, ob es sich um genetisch den „Meeren“ oder den Hochmoorseen analoge Bildungen handelt, oder ob die Kreisgestalt nur zufällig ebenfalls trocken in Steppengebieten Westsibiriens wiederkehrt. Verlandungserscheinungen sind nur in geringem Maße da, für Sölle fehlen wohl die Voraussetzungen.

Natürlich sind in den Moorgebieten Gewässer kulturellen Ursprungs nicht selten. Massenhaft sind die schwarzen quaderförmigen Wasserlöcher vom Torfsodenstechen. Hochmoore im Hannoverschen oder in Ostpreußen sind von einem radial eindringenden Netz von Entwässerungsgräben durchzogen.

12. Küsten.

Die Küstengebiete bieten aerolimnologisch mannigfache Einzelheiten. Flugmeteorologische Schwierigkeiten sind mehrfach vorhanden und um so bedeutsamer, als schon im heutigen kleinräumigen Flugverkehr Mitteleuropas fast alle Ostseeküsten Teilstrecken bilden (z. B. Nachtstrecke Berlin—Königsberg, Kiel—Flensburg, Riga—Reval—Leningrad, Kalmar—Stockholm) und schmale Meeresteile wie der finnische und bottnische Meerbusen oder die dänische Sunde regelmäßig überflogen werden. Ebenso werden die Nordseeinseln fast alle im Bäderverkehr regelmäßig angeflogen.

Die Temperaturoegensätze zwischen Wasser und Land, die Stau- und Reibungsphänomene wirken sich ungünstig aus. Im deutschen Flugverkehr kommen eigentlich als besonders nebelreich die Küsten der Zuidersee, des Kanals und des Rigaischen Meerbusens in Betracht. Andererseits ist die Strandlinie als solche bei Tag und durch die Befeuerung bei Nacht eine ideale Ortungslinie. Unsere Beobachtungen sollen sich aber auf marine Dinge nur insofern erstrecken, als sie zum Vergleich zu limnischen Erscheinungen wertvoll sind.

Die hier nicht zu erörternden Vorgänge der Postglazialzeit haben dazu beigetragen, daß Binnenmeere wie Ostsee und Pontus von zahlreichen Förden, Haffen, Limanen und Strandseen umkränzt sind. Diese physiographische Gegebenheit ist für den Seeflugverkehr von außerordentlichem Wert, und da es sich hier um eine nicht gewürdigte aerolimnologische Tatsache mit ihren Folgeerscheinungen handelt, gehen wir näher darauf ein.

Wie die Landmaschine braucht das Seeflugzeug verhältnismäßig große Flächen für das An- und Abwassern. Das Schwimmwerk ist aber schon mittleren Seestärken nicht gewachsen. Die Flossenkonstruktion der Dornierboote scheint den Schwimmern der Rohrbach-Muster nach den Erfahrungen mit dem Romar in der Ostsee noch überlegen zu sein. Wie wertvoll ist da ein von See- und Gezeiten freier Hafen, abgesehen von der Ruhe beim Vorankerliegen, Anbordgehen und Verladen! Noch ein weiterer Vorteil kommt dazu: die tief das Innere der modernen Leichtmetall-Werkstoffe spröde machende Korrosion ist im Süßwasser weitaus geringer wie im Salzwasser, so daß für größere Seeflughäfen ein Strandsee oder ähnliches geradezu Erfordernis wird, auch wenn Hallenbauten genug vorhanden.

Travemünde als großer deutscher Seeflughafen liegt hier an der Binnen-trave ideal. Für die Strecken nach Rügen ist der Strelasund bei Stralsund einerseits, der Selliner See auf Rügen anderseits Flughafen geworden. Der bulgarische Schwarzmeerhafen Varna hat seine Seeflugstation am Devnja-Strandsee, Stettin am Dammschen See. Im schwach salzigen ruhigen Innern der Kieler Förde oder der Bucht von Sewastopol wassern die Maschinen der Marine an. So sind Küsten mit einem Saum von Binnengewässern den un-gegliederten oder offenen Strommündungstrichtern versehenen Häfen fliegerisch weit vorzuziehen, gleich ob es sich um Haupt-, Zwischen- oder Nothäfen handelt.

In diesem Abschnitt dehnen wir limnologische Betrachtungen insofern auf ozeanographische aus, als es die Erkenntnis der Möglichkeiten der Luftfahrt-forschung erweitert, oder als es die Aerolimnologie sachlich und methodisch zu fördern vermag. Auch die Aeroozeanographie steht, abgesehen von der flugwissenschaftlichen maritimen Meteorologie, noch in den Anfängen; wir hoffen, ohne hier vorgreifen zu wollen, auf gegenseitige Befruchtung und Zusammenarbeit.

Schon im Flußmündungsgebiet machen sich die Einflüsse des Meeres in der Flugsicht bemerkbar. Mächtige Nehrungs- und Deltabildungen sah man bei Dünamünde am Rigaischen Meerbusen, die Gilge konnte man weit draußen im kurischen Haff noch als Stillwasserstreifen verfolgen, ähnlich wie den Rhein zu gewissen Zeiten als „Rinnstrich“ im Bodensee. Umgekehrt konnten wir über der Hunte bei Elsfleth, wo sie in den Unterwesertrichter mündet, den Flutstrom aufsteigen sehen. Das Wasser begann sich seewärts immer mehr vom reinen Schwarz ins Schokoladenbraun zu verfärben.

Reich ist das flache Wattenmeer an Beobachtungsmöglichkeiten, während naturgemäß Strandseen und ähnliche Bildungen fehlen. In der Aufsicht macht die Brandung einen mächtigen Eindruck, die Gischtfahnen scheinen vom Brecherkamm zurück zu wandern. Lange Schaumströme an den Stromkabel-lungsstellen erstrecken sich im Gezeitengebiet, soweit man sehen kann. Wo der Strom kentert, trifft man wieder die schmalen weißen beweglichen Schaum-bänder, eines zwischen dem Memmert und Borkum war ca. 4 km lang. Das Strombild des Wattenmeeres wird ungemein lebendig.

Trotz der starken anorganischen Trübung sieht man in flachem braunem und grauem Wasser auf Grund. Das Reichsamt für Landesaufnahme hat ja auf Grund der verschiedenen Wasserstände, die als Isohypsen wirken, eine Höhen-schichtlinienkarte mit Luftbildaufnahmen versucht. Die Sande treten in breiten Rücken heraus, dazwischen sieht man in wunderbarer Verzweigung die Priel-systeme. Schiffsliegplätze vom Niedrigwasser her, ja alte Pflug- und Wagen-spuren entdeckt man im Watt. Am E Borkum vorgelagerten flachen Watt im Inselschutz waren Pflanzeninseln in Form von Barchanen, also unter Strom-wirkung, unter Wasser zu sehen, ein Analogon allerdings in wesentlich kleinerem Maßstab als die in der Ostsee von uns gesehenen Unterwasserdünen!

Die Ostsee mit ihrem klaren Wasser und ihrer idealen Durchsicht ist das gegebene Feld für Flugbeobachtungen. In den holsteinischen Förden sah man die verschiedenen Algenzonen und Tangwiesen farbig, in der Eckernförder

Bucht waren wieder zwei bis vier, in der Neustädter Bucht drei sterile Brecherzonen dazwischen geschaltet. Bei den Steilufern reagiert das Flugzeug auf den Stromlinienknick bis etwa 100 m Flughöhe hinauf. Die Wellensysteme folgen auch in großen Buchten weit hinaus den Küsten parallel. An der pommerschen Küste auf nächtlichem Flug etwa von Stolp bis ans Frische Haff war es möglich, nicht nur die Zahl der Brecherzonen, sondern auch die einzelnen Formen des Seegangs in der Küstenbrandung klar zu sehen. Es war dabei auf der Küstenstrecke keine besonders schöne Nacht, die Gegenmaschine mußte in Stolp wegen Nebel zwischenlanden.

Zahllos sind in der Ostsee Beobachtungsmöglichkeiten auf Nehrungen und Haken über und unter Wasser, so rings um Fehmarn, am Strand Wagriens, an den Haffküsten, vor Riga. Bemerkenswert scheint uns die Vegetation im Lee der Nehrungen und Nehrunginselchen wie vor Heiligenhafen, in den Farben der mancher kleiner Strandseen ähnlich. Auf dem Treibsel, das da zusammengedrifft, scheinen besonders bakterielle Formen zu wuchern, intensives Braunrot des Aufwuchses sticht grell gegen das klare durchsichtige Grün des freien Seewassers und das Dunkelbraun und Braungrün der Algen und Tange ab. Manche Flachufer sind ähnlich ausgebildet, so die Salzwiesen SW Amager und nach Kjøge herunter.

Die Durchsicht geht ferner auf Untiefen, die man auch weit draußen zu sehen bekommt, wie am Røde Sand W Gjedser Odde, dann auf Steinpackungen unter Wasser an ausstreichenden Moränen, auf Stellnetze am Meeresboden in wunderbarer Klarheit (Neustädter, Danziger und Kjøge-Bucht). Schließlich sind kurz noch grabenartige Senkungen (Dyreford) und unterseeische Flußbetten vor der Einmündung (Neustadt) zu erwähnen.

Die mehrfach an freigelegenen Küsten aufeinander folgenden „Schar“-Bänke, die die Küste als lange uferparallele Sandwälle — in der Kjøgebucht sogar trockenfallend — begleiten, sind längst bekannt, wir wiesen ja ihr Vorkommen auch in Binnenseen nach. Neu war uns aber die Durchsicht auf „Unterswasserdünen“; die einzelnen Wellenberge hatten z. B. in der Kjøgebucht etwa dreifache Straßenbreite. Sie kamen ebenso vor an der N-Fehmarnküste und W Vjenaes. Es waren außerordentlich breite, fast vegetationslose Sandflächen, darauf die Sandwellen in typischer Dünenform wie mächtige Rippelmarken aufgesetzt.

Die Aufsicht gestattet auch auf hoher See die Feststellung mannigfacher Seegangformen, Lanzettböen — wie wir sie auch vom Bodensee beschrieben — Schraffurstreifung, breiter Schaumstreifen von mehreren Kilometern Länge usw.

Auch im kurischen Haff, dem größten deutschen Strandsee, trafen wir diese dünenförmigen Großsandwellen am Ufer neben verschifften Strecken, die unregelmäßig auch das Ufer des Frischen Haffs begleiten. Mit diesen Streiflichtern auf die jüngsten meergeborenen Binnengewässer schließen wir den Bericht, der einiges von den Möglichkeiten zeigen soll, die eine systematisch auf bestimmte Probleme oder bestimmte Gewässer angewandte aerolimnologische Forschung hat. Es scheint, als ob die Durchsicht auf die meist brackischen Strandgewässer i. A. schlecht ist, die größeren darunter, wie die alt-

preußischen Haffe oder die Schlei in Schleswig haben eine schmutzige braungraue Farbe, kaum erkennt man die Bodenformung. Vermutlich ist die elektrolytische Ausfällung (Salzgehalt) der minerogenen Suspension der süßen Zuflüßgewässer neben der organischen Nekrotisierung im wechselnden Salzgehalt dabei beteiligt.

Die Schlei überflogen wir an zwei verschiedenen Tagen, ohne etwas Rechtes sehen zu können. Dagegen waren das Windebyer Moor und der Strandsee bei Altenhof (Eckernförde) in nächster Nachbarschaft bis auf den dicht bewachsenen Boden völlig durchsichtig. Andererseits war der Gruber See im Oldenburger Graben — einer dem Verlandungszustand nach augenscheinlich versandeten alten Meeresverbindung in Ostholstein — von eigentümlich gelber Farbe, ungewöhnlich für Seen. Er ist brackisch und fast vegetationslos, u. W. von nicht näher bekanntem Typus. Andererseits war die Uferbank der Untertrave unterhalb von Lübeck wieder samt der Vegetation klar entwickelt zu sehen.

Während ziemlich starke See auf dem kurischen Haff weitere Einsicht verwehrte, hatten wir über dem Frischen Haff einen großartigen Überblick. Trotz der schokoladenbraunen Farbe war die Undurchsichtigkeit des opak scheinenden Wassers Täuschung, das flache Haff ist aber nur kümmerlich bewachsen, die Vegetation tritt hier nicht in Wiesen oder Streifen, sondern in kleinen rundlichen Flecken mit dendritenartigen Ausläufern auf, bis in die Mitte des Haffs.

Die Strömungsverhältnisse sind in dem fliegerisch völlig zu durchschauenden Gewässer aerolimnologisch ideal zu beobachten. Die Weichsel schiebt in die Danziger Bucht massig-wattige grünlich-graue Trübewolken, die in die See, so weit die Sicht reicht, fluten (Flughöhe 900 m). Ein großer Teil der Schwemmstoffführung geht durch die Nogat ins Frische Haff, dort erfüllten die Sinkstoffmassen das ganze W-Haff bis auf die Höhe von Balga und rückten, klar gegen klares Wasser am ganzen Südufer geschieden, gegen das Pillauer Tief vor, wo sie als glatter „Rinnstrich“ erkennbar noch ca. 2 km weit in See zogen. Teilweise waren die Trübebahnen mit dicken Schaumkränzen gegen das Klarwasser oberflächlich abgegrenzt. Die dauernde Bewegung im ganzen Bild war auch bei raschem Flug zu sehen, die hohe Veränderlichkeit auch der dortigen Strömungen geht aus Lundbecks¹⁾ Studien hervor. Am Frischen Haff hatten wir den Eindruck, daß es eines der geeignetsten Objekte ist, das lohnende limnologische Ergebnisse durch eine fliegerische Erkundung, oder noch besser und beim nahen Flughafen durchführbar durch dauernde aerolimnologische Überwachung oder tägliche Beobachtung und Bildmeldung verspricht.

1) J. Lundbeck, Die Strömungen und ihre Beziehungen zu Wasserhaushalt und Wasserbeschaffenheit im Frischen Haff. Schr. Phys. Ök. Ges. Königsberg 55, 3/4, 1928.