

Zur Witterungsabhängigkeit des Herbstzuges im Jura

(Grundlagen zu einer Arbeitshypothese)

von BRUNO BRUDERER, Gelterkinden
Zoologische Anstalt der Universität Basel

Herrn Prof. Dr. Adolf Portmann zum siebzigsten Geburtstag gewidmet

1. Einleitung

Die in der Literatur zum Ausdruck kommenden Meinungen über den Einfluss einzelner Wetterelemente oder der Gesamtwetterlage auf den Vogelzug divergieren sehr stark oder widersprechen sich sogar. ULFSTRAND hat 1960 an einem Modellbeispiel dargelegt, dass ein grosser Teil dieser Widersprüche auf der unterschiedlichen geographischen Lage der Beobachtungsstationen beruht. So führten z. B. die intensiven Forschungen in Norddeutschland, Holland und vor allem in England zu einer Überbewertung der speziellen Verhältnisse in Küstengebieten und auf Inseln, wo die Driftwirkung des Windes jeden anderen Wettereinfluss an Bedeutung übertrifft. (Vgl. etwa RITCHIE 1940, WILLIAMSON 1954, CORNWALLIS 1956, GRUYS 1965). Wesentliche Befunde amerikanischer und nordeuropäischer Ornithologen (z. B. COOKE 1913, EATON 1904, LIBBERT 1957, SIIVONEN 1936, PALMGREN 1937 a und 1939), welche auf die zugstimulierende Wirkung bestimmter Wetterlagen hingewiesen hatten, wurden dadurch in den Hintergrund gedrängt. Weitere Widersprüche ergaben sich aus der in vielen Arbeiten erkennbaren Tendenz, ein einzelnes meteorologisches Element als für den Zug massgebend zu bezeichnen. In neueren Arbeiten europäischer Autoren wird dem Wetter als zugstimulierendem oder -hemmendem Faktor mit Rücksicht auf diese sich widersprechenden Ansichten äusserst geringe Bedeutung beigemessen (vgl. LACK 1960 b, GEHRING 1963).

Mit der vorliegenden Arbeit möchten wir zeigen, dass die Reaktionen einzelner Vogelarten auf Witterungseinflüsse ausserordentlich differenziert sein können. Vorausgeschickt wird eine theoretische Betrachtung über die Flughöhe ziehender Vögel sowie eine Stellungnahme zum Problem der Erfassbarkeit des Vogelzuges durch Feldbeobachtungen. Diese Erörterungen möchten dazu beitragen, die Bedeutung und die Grenzen von Feldbeobachtungen, wie sie auch unserer Studie zugrundeliegen, genauer zu umreissen.

In der Zeit vom 25. September bis zum 21. Oktober 1966 wurde auf Ulmethöchi, südwestlich von Reigoldswil, wiederum ein Lager zum Studium des Vogelzuges durchgeführt. Die Beobachterequipen setzten sich wie in den Jahren 1962—65 vorwiegend aus Mitgliedern des Basellandschaftlichen Vogelschutzverbandes zusammen. Die organisatorischen Belange lagen in den Händen des Verbands-Vorstandes, insbesondere des Präsidenten W. LANZ-KISTLER, während die Beringung unter der Leitung von A. PFIRTER stand. Die Beobachtungsarbeit wurde — aufbauend auf den Ergebnissen der Vorjahre (vgl. BRUDERER 1966) — speziell darauf ausgerichtet, Zusammenhänge zwischen Vogelzug und Witterung zu erfassen. Unser Wunsch nach genaueren meteorologischen Messungen am Beobachtungsort ging in schönster Weise in Erfüllung: Herr Prof. Dr. H. ANNAHEIM, Vorsteher des Geographischen Institutes der Universität Basel, stellte uns eine vollständige Wetterstation zur Verfügung; mein Freund KLAUS EWALD übernahm die Überwachung der Station sowie die Auswertung von Meßstreifen und Wetterprotokollen. Es liegt mir daran, allen, die bei der Durchführung der Beobachtungs- und Beringungslager auf Ulmethöchi und beim Entstehen der vorliegenden Arbeit mitgeholfen haben, meinen herzlichen Dank auszuspre-

chen. Unter meinen Kolleginnen und Kollegen an der Zoologischen Anstalt Basel haben vor allem Fräulein ANNETRUDI KRESS durch die Korrektur des englischen Summary und Herr SIGURD v. BOLETZKY durch anregende Diskussionen und kritische Durchsicht des Manuskriptes am Abschluss dieser Arbeit mitgewirkt. Herr Dr. ALFRED SCHIFFERLI ermöglichte mir in der Bibliothek der Schweizerischen Vogelwarte Sempach ein eingehendes Literaturstudium. Besonderer Dank gebührt den Herren Dr. ERNST SUTTER und PD Dr. WALTER SCHÜEPP, die mit wertvollen Ratschlägen und aufbauender Kritik Wesentliches zum Gelingen der vorliegenden Studie beigetragen haben.

2. Arbeitsmethoden

2. 1. Ornithologische Beobachtungen

Die Organisation des Beobachtungspostens entsprach derjenigen der Vorjahre (Ort: Pt. 973 Ulmethöchi; Beobachtungszeit: 6.00 bis 18.00 h; Zahl der Beobachter: mind. 3; vgl. Orn. Beob. 63: S. 147). Bis in eine Höhe von ca. 200 m ü. B. konnte der Zug quantitativ erfasst werden. Für die Beobachtung von Zuggbewegungen in grösserer Höhe wurden versuchsweise Fernrohre eingesetzt. Es zeigte sich jedoch, dass Beobachtungen mit starken Feldstechern — dank grösserem Blickfeld und besserer Schärfentiefe — zuverlässigere Resultate ergaben. Mit dieser Methode sind Kleinvögel unter günstigsten Bedingungen bis in eine Höhe von 1000 m ü. B. feststellbar (vgl. Kapitel 4).

2. 2. Meteorologische Daten

Ungefähr 100 m SSW von Pt. 973, Ulmethöchi, wurde eine mobile Wetterstation des Geographischen Institutes der Universität Basel montiert. Für die Messung von Windrichtung und Windstärke, Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit standen automatische Registriergeräte zur Verfügung. Alle weiteren Messungen und Wetterbeobachtungen wurden zu den offiziellen Zeiten (07.30, 13.30 und 21.30 h) durchgeführt. Notiert wurden: Temperaturmaxima und -minima, Regenmenge, relative Feuchtigkeit, Bewölkungsgrad und Sichtweite. Die Auswertung der Messstreifen und Wetterprotokolle wurde durch Herrn KL. EWALD besorgt. Wie in den Vorjahren wurden zur Ergänzung der eigenen Messungen die Wetterberichte des Deutschen Wetterdienstes und der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich verwendet.

3. Zur Flughöhe ziehender Vögel

3. 1. Allgemeines

Es ist zu erwarten, dass ein ziehender Vogel für seine Wanderung diejenigen Luftschichten aufsucht, die ihm die günstigsten Flugbedingungen bieten. Gemäss den oekologischen und bewegungsphysiologischen Unterschieden zwischen den verschiedenen Vogeltypen weichen die optimalen Flughöhen mehr oder weniger stark von einander ab. Wenn wir die von DORKA (1966) vorgeschlagene Unterteilung in Langstrecken- und Kurzstreckenzieher übernehmen, stellen wir fest, dass in der vorliegenden Arbeit nur tagaktive Kurzstreckenzieher zur Diskussion stehen. Wir beschränken uns deshalb auch bei der Darstellung der Flughöhe-Probleme auf diese Gruppe.

Ausschlaggebend für die Wahl der Flughöhe müssen die auf den Energiehaushalt und die Navigationsmöglichkeiten des ziehenden Vogels einwirkenden Bedingungen in den betreffenden Luftschichten sein. Die grösste Bedeutung dürfte dabei dem Wind und der Temperatur zukommen. Auch Hochnebel kann eine

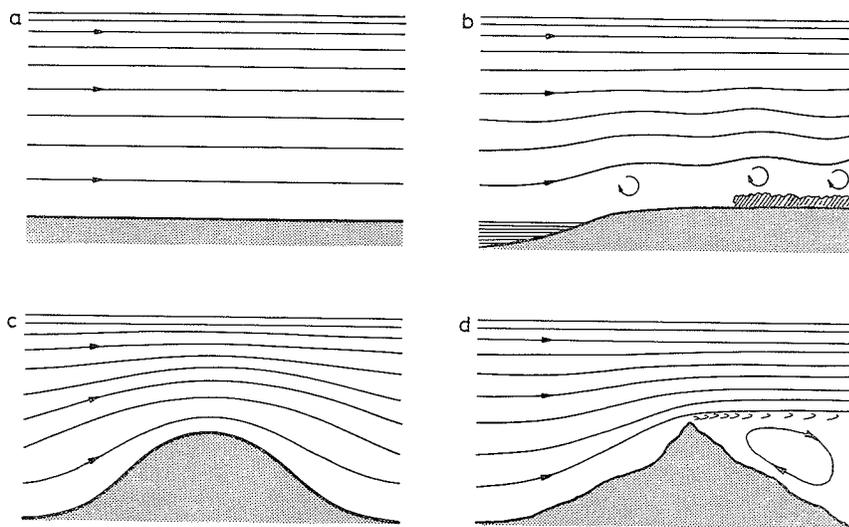


ABB. 1. Strömungsverhältnisse in den bodennahen Luftschichten. — a) Laminarströmung. — b) Strömung über Bodenhindernissen. — c) Deformation der Strömungslinien über einem Hügel. — d) Wirbelbildung an einem steilen Felskamm.

deutliche Verschiebung des optimalen Flugbereiches bewirken. Eine sekundäre Wirkung geht von der Geländestruktur aus. So wirken z. B. grosse Wasserflächen auf viele Kurzstreckenzieher abschreckend und werden entweder umflogen (Leitlinienwirkung) oder mit grösserer Flughöhe überflogen (vgl. TINBERGEN 1950). Zudem beeinflusst das Relief des überflogenen Gebietes die Windströmungen in der unteren Atmosphäre.

Bei stabiler Atmosphäre (ohne thermische Aufwinde) und einheitlichem, glattem Boden würde sich die Luft im Sinne einer Laminarströmung fortbewegen; d. h. unmittelbar am Boden würde die Geschwindigkeit 0 herrschen, während mit zunehmender Entfernung vom Boden immer grössere Windgeschwindigkeiten gemessen werden könnten (vgl. Abb. 1 a). Rein laminare Strömung findet sich indessen selten. In Bodennähe führen die Bodenunebenheiten zu Wirbelbildungen und damit zu turbulenter Strömung (Abb. 1 b). Bei starker Insolation entstehen ausserdem durch ungleichmässige Erwärmung der Erdoberfläche Konvektionsbewegungen. Diese Unstetigkeiten in der Atmosphäre nehmen mit steigender Entfernung vom Boden ab. Am stärksten wirkt sich die Beschaffenheit des Geländes in den untersten 100—300 m über Boden aus. In dieser Zone ist auch die Abbremsung des Windes am grössten; die vertikale Windscherung kann hier Geschwindigkeitsunterschiede von 20 Knoten auf 100 m Höhendifferenz bewirken (EICHENBERGER 1966). Bergzüge beeinflussen nebst den bodennahen Luftschichten auch den Verlauf der Strömungslinien in grösserer Höhe. Bei regelmässig gewölbten Höhenzügen und stabilen Luftverhältnissen ergibt sich dadurch eine Erhöhung der Windgeschwindigkeiten über dem Scheitelpunkt des Kammes auf Grund der Verengung des Strömungsquerschnittes (Abb. 1 c). Labile bzw. indifferente Schichtungen erlauben eine Ausbreitung von orographisch bedingten Wellen bis in sehr grosse Höhen. Zerklüftete Gebirgszüge erzeugen ausserdem starke Wirbel auf der Leeseite der

Kämme (Abb. 1 d). Bei hohen Windgeschwindigkeiten (z. B. in grosser Höhe) können auch ohne äussere Hindernisse Turbulenzerscheinungen auftreten.

Diese Unstetigkeiten in der Atmosphäre bringen vor allem für Kleinvögel die Gefahr aerodynamischer Instabilität mit sich. Am grössten dürfte diese Gefahr bei Rückenwind sein (NISBET 1955). Bei schwachem bis mässigem Rückenwind, aber auch bei sehr schwachen Winden aus anderen Richtungen werden deshalb die bodennahen Luftschichten gemieden. Ein Ansteigen der Windgeschwindigkeit hat in beiden Fällen ein Absinken der Flughöhe zur Folge (vgl. DEELDER und TINBERGEN 1947, GEHRING 1963, GRUYS 1965 u. a. m.). Es scheint, dass Kleinvögel unter dem Einfluss von Gegen- und Seitenwind die geringen Windgeschwindigkeiten in Bodennähe ausnützen, um ihre normale Zugrichtung beibehalten zu können. Bei Rückenwind erfolgt das Absinken erst bei sehr grosser Windstärke, d. h. erst wenn die durch hohe Windgeschwindigkeit bedingte Turbulenz in grosser Höhe stärker wird als die Unstetigkeiten in Bodennähe.

Im Folgenden versuchen wir, für zwei Geländetypen und verschiedene Witterungsbedingungen die optimalen Höhenbereiche abzugrenzen, in denen sich jeweils die Hauptmasse des Tagzuges bewegt. Dabei ist zu beachten, dass weder die obere noch die untere Limitierung als absolute Grenze betrachtet werden darf. Die Begrenzungen dienen lediglich dazu, einen Bereich mit optimalen Flugbedingungen und deshalb höchster Zugdichte zu umschreiben. Immer können in geringen Zahlen auch unterhalb und oberhalb dieses Bereiches ziehende Vögel festgestellt werden. Sie dürften aber quantitativ kaum von Bedeutung sein und werden deshalb vernachlässigt.

3. 2. *Zughöhe über ebenem oder hügeligem Gelände*

Bei *klarem Wetter mit unbedeutenden Winden* (bezw. mit *Rückenwind*) findet der Tagzug über der englischen Nordseeküste zur Hauptsache oberhalb von 300 m ü. B. statt (LACK 1960 a). Über dem Festland dürfte diese Untergrenze des Zuges meistens tiefer liegen. Eigene Beobachtungen sowie die Angaben von SUTTER (1957) und GRUYS (1965) erlauben die Annahme einer Untergrenze in 100—300 m ü. B. Die Obergrenze dürfte durch die Temperatur und Strömungsverhältnisse in den höheren Luftschichten bestimmt werden. EASTWOOD und RIDER (1965) nehmen an, dass eine Null-Grad-Schicht in der Atmosphäre das Höher-Steigen des Zuges verhindere. Möglicherweise ist dies der Grund für die relativ hohe Lage der Obergrenze im Mediterranengebiet (2000 m ü. M., nach CASEMENT 1966). Die Angaben aus England schwanken zwischen 1000—1300 m (LACK 1962) und 1500 m (LACK 1960 a). DRURY und KEITH (1962) geben für den Zug über den Küsten Neu-Englands Höhen bis zu 900 m ü. B. an, während GEHRING (1963) für den Tagzug über dem Schweizerischen Mittelland eine Obergrenze in ca. 1000 m ü. B. ermittelte. Es ist zu erwarten, dass die Obergrenze des Zuges — den unterschiedlichen Strömungsverhältnissen und Temperaturschichtungen entsprechend — sehr variabel ist: sie mag in unseren Breiten zwischen 900 m und 1500 m schwanken. Da die Strömungslinien in der Höhe (besonders unter stabilen atmosphärischen Bedingungen) weniger stark ansteigen als das darunter liegende Gelände (vgl. etwa den Verlauf von Wolken- und Hochnebelschichten!), dürften sich über Stationen mit hohem Niveau über Meer (z. B. Zug über den Hochflächen des Tafeljuras) in der Regel geringere Flughöhen ergeben als über Stationen auf Meeressniveau.

Starke Winde (vor allem Gegen- und Seitenwinde) bewirken ein Absinken des

Zuges bis in Bodennähe. Dieser bodennahe Zug umfasst die Hauptmasse der ziehenden Vögel; in grosser Höhe ist jedoch meist quantitativ unbedeutender, aber mit Radar feststellbarer Zug vorhanden, welcher oft stark von der Normalzugrichtung abweicht (Mitwindbewegungen: vgl. GEHRING 1963).

Bei *Hochnebel* ist nach GEHRING (1963) eine Zugbewegung unter der Nebeldecke und eine solche über dem Nebel zu beobachten. Die beiden Hauptzughöhen richten sich dabei nach der Unter- bzw. Obergrenze des Nebels. Über dem Schweizerischen Mittelland wurden in solchen Fällen Flughöhen bis zu 2000 m ü. B. festgestellt. Entsprechende Beobachtungen machten BELLROSE und GRABER (1963) für den Nachtzug.

3. 3. Zughöhe über den Alpen

Bei *schönem Wetter* sind die thermischen Steig- und Fallwinde infolge einseitiger Erwärmung von Felskämmen noch ausgeprägter als im Flachland. Auch Wirbelbildungen treten in viel stärkerem Ausmass auf. Es dürfte deshalb sowohl bei *unbedeutenden meteorologischen Winden* als auch bei *schwachem bis mässigem Rückenwind* wesentliche aerodynamische Vorteile mit sich bringen, wenn die Bergkämme nicht in Minimalhöhe überflogen werden. Nach SUTTER (1955) herrscht unter den gegebenen Bedingungen über den Alpen oft kontinuierlicher Kleinvogelzug in mittlerer Grat- und Gipfelhöhe, wobei die Vögel ihre Flugbahn nicht den Tälern und Pässen angleichen. Es scheint, dass Kleinvögel mit Vorliebe eine einmal erreichte Flughöhe beibehalten (vgl. Abschnitt 4. 2.). Über diesem massiven, durch Feldbeobachtungen feststellbaren Zug nimmt die Zahl der ziehenden Vögel rapid ab. Mit Hilfe einer mobilen Radarstation auf Planachaux/VS (1800 m ü. M.) konnten aber unter relativ ungünstigen Bedingungen noch Zugvögel in Höhen von 1800 m ü. B., d. h. in ca. 3500 m ü. M. festgestellt werden (GEHRING, mündl. Mitt.). Die Messungen von LACK (1960 a) über der Nordsee lassen vermuten, dass bei schwachen Höhenströmungen einzelne Individuen in noch höhere Regionen vordringen.

Die Wirkung von *Gegen- und Seitenwinden* ist über coupiertem Gelände ebenfalls ausgeprägter als über ebenen Gebieten. Unter solchen Bedingungen folgt der Zug deutlich den Talmulden und nutzt den Windschatten der Berglehnen; Passübergänge werden den Kämmen vorgezogen.

4. Beurteilung des Beobachtungsmaterials

4. 1. Allgemeines

Gemäss den in Kapitel 3 begründeten Ansichten dürfte über dem Tafeljura die Hauptmasse des Schönwetterzuges in einer Höhe zwischen 100—300 m und ca. 1000 m über den Hochflächen auftreten.

Das Gebiet der Ulmethöchi nimmt geländemässig eine Mittelstellung zwischen den beiden in Kapitel 3 beschriebenen Extremfällen ein. Bei Gegenwind erfolgt, ähnlich wie in den Alpen, eine gewisse Kanalisierung des Zuges in den Lücken zwischen den Ketten. Bei schönem Wetter sind aber Turbulenzerscheinungen und thermische Steig- und Fallwinde kaum ausgeprägter als über den Hügeln des Tafeljuras, denn die Bergflanken sind zum grössten Teil bewaldet, und schroffe Felswände fehlen überhaupt.

4. 2. Der «Schönwetter-Zug»

Unsere Beobachtungen haben gezeigt, dass die bei schönem Wetter über dem Tafeljura relativ hoch fliegenden Vögel gegen Ulmethöchi hin keinen Anstieg in

ihrer Flugbahn zeigen, sondern in der Regel ihre bisherige Flughöhe beibehalten. Nur die tief fliegenden Individuen, die durch die Eigenhöhe der Bergkette unmittelbar zum Aufsteigen gezwungen werden, verändern ihre Flughöhe. Es darf angenommen werden, dass unter stabilen atmosphärischen Bedingungen auch die Obergrenze des Zuges (den Höhenströmungen entsprechend) nicht wesentlich ansteigt. Die Untergrenze des Zuges würde damit nur wenig über dem Niveau der Passhöhe liegen, während die Obergrenze ca. 700 m über der Passhöhe bzw. 1700 m ü. M. liegen würde. Auch für Flughöhen in mittlerer Grathöhe würde über den in südwestlicher Richtung anschliessenden Juraketten eine Höhe von 1000—1700 m ü. M. genügen. Nach Messungen von SUTTER (1945) mit einem Flab-Telemeter flogen Saatkrähen über dem Berner Jura meist in 400—500 m, zuweilen bis 700 m über einem 1000 m hoch gelegenen Standort. Eine Untersuchung dieser Flughöhe-Probleme mit einer mobilen Radarstation im Jura wäre sehr wünschenswert.

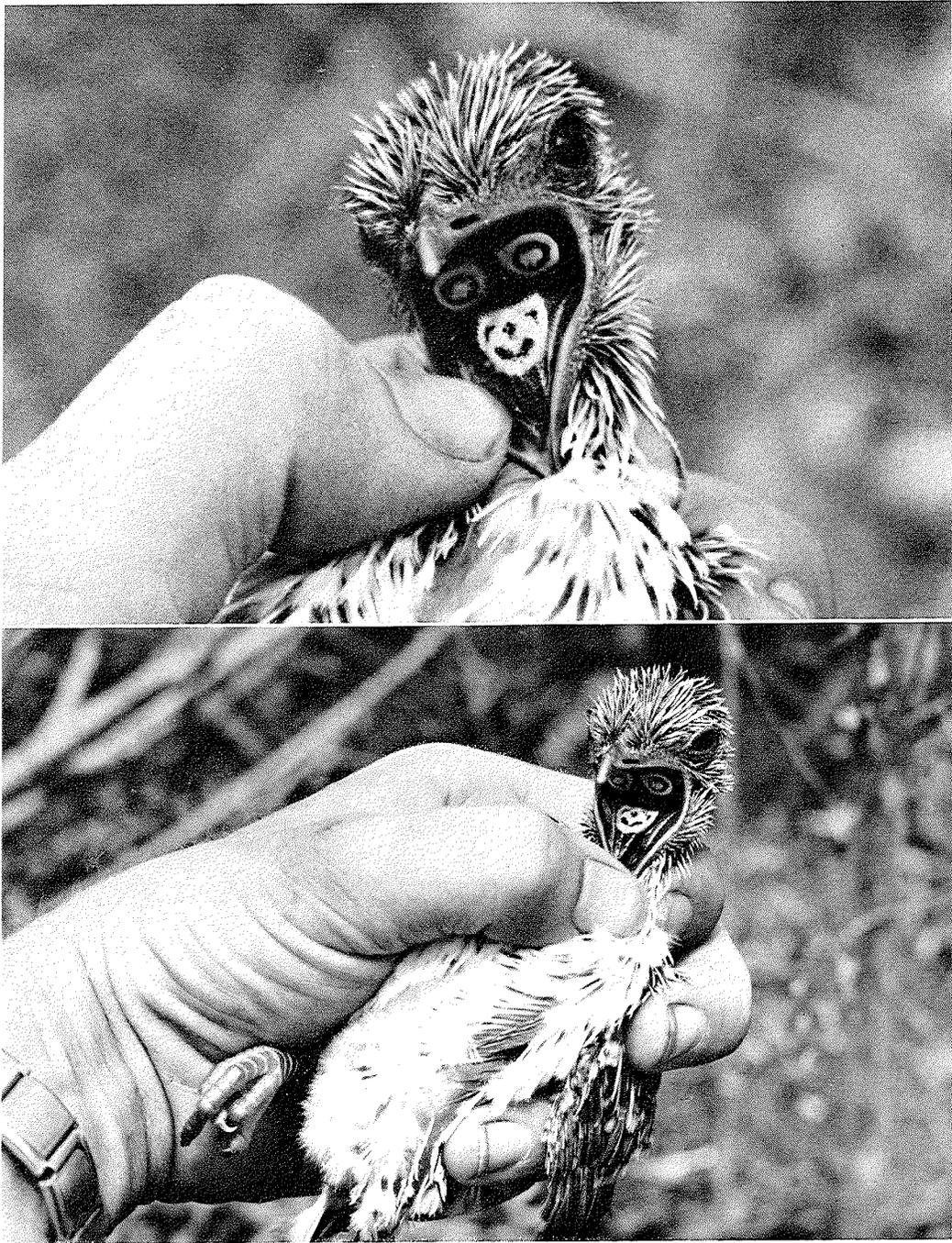
Auch zur Sichtbarkeitsgrenze fliegender Vögel liegen nur wenige brauchbare Angaben vor. GRIMMER (1953) gibt an, dass Alpendohlen über einem Berghotel von blossem Auge in einer Distanz von 2,1 km erkannt werden konnten. BRUNS (1953) kommt zum Schluss, dass Ringeltaubenschwärme in 1500—1900 m ü. B. und 2,5 km Schrägentfernung ohne Feldstecher sichtbar seien. KRAMER (1931) schätzt, dass er mit einem Feldstecher (7 x 50) bei klarem Himmel Buchfinken noch bis in eine Höhe von 500 m zu erkennen vermochte. Nach den Angaben von GRUYS (1965) dürften Finkenvögel mit einem 10-fachen Feldstecher, wie er bei uns zur Beobachtung des Hochzuges verwendet wurde, bis in eine Höhe von 1000 m ü. B. sichtbar sein. Ein eigener Versuch, bei dem ein ausgestopfter Buchfink auf einem Draht montiert und auf einer Anhöhe über der Horizontlinie aufgestellt wurde, zeigte, dass unter günstigsten Bedingungen (Sonne hinter dem Beobachter) ein Buchfink tatsächlich noch in einer Entfernung von 1000 m gegen den hellen Nachmittagshimmel gesehen werden kann. Im Zenith dürften die Sichtverhältnisse, besonders bei starker Insolation, bedeutend ungünstiger sein (Szintillationserscheinungen, Herabsetzung der Kontrastschwelle des Auges durch zu hellen Hintergrund). Wir nehmen deshalb an, dass Witterungsverhältnisse, welche Hochzug erlauben, die Sichtbarkeitsgrenze für Kleinvögel im Zenith (bei Verwendung eines 10-fachen Feldstechers) auf 600—700 m herabsetzen.

Da die Obergrenze des Hauptzuges über Ulmethöchi (973 m ü. M.) normalerweise nicht wesentlich höher als 700 m ü. B. liegen wird, dürfte es uns auch bei schönem Wetter möglich sein, eine zuverlässige Angabe über das Fehlen oder das Vorhandensein von Zugbewegungen in grosser Höhe zu machen. Zahlenmässig exakt erfassbar dürfte ein Bereich bis ca. 200 m ü. B. sein.

Die Zuverlässigkeit des Beobachtungsmaterials wird noch erhöht durch die Tatsache, dass die Verteilung der einzelnen Singvogelgruppen innerhalb des beschriebenen Flugbereiches nicht gleichmässig ist. So bevorzugen nach unsern Beobachtungen die Carduelinen deutlich die unteren Zonen und steigen nur ausnahmsweise in Höhen über ca. 200 m auf. Während der Beobachtungsperiode 1966 dürfte sich auch der Buchfinkenzug über Ulmethöchi zum grössten Teil in Höhenlagen abgespielt haben, die quantitativen Methoden zugänglich sind. Meisen ziehen in der Regel sehr tief, und auch der Pieper- und Stelzenzug erlaubt bei jedem Wetter eine zahlenmässige Beurteilung. Über dem exakt erfassbaren Bereich dagegen ziehen sehr häufig Schwalben, Lerchen und Drosseln. Grosse Raubvögel und Tauben ziehen ebenfalls regelmässig in grosser Höhe vorbei, können aber



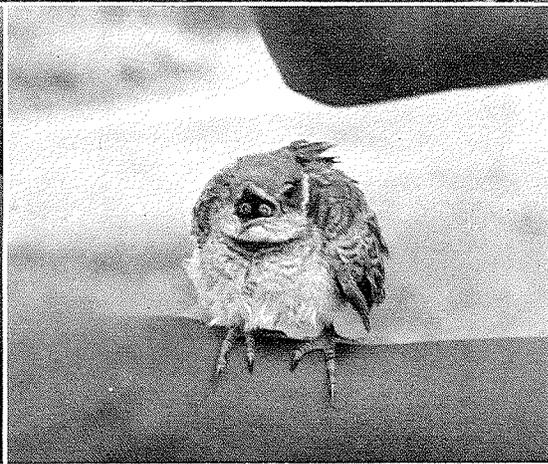
TAFEL 3. Sperrender Nestling des Braunkopf-Kuas *Coua ruficeps olivaceiceps* (Sharpe). Der etwa eintägige Nestling stammt aus dem auf Tafel 5 abgebildeten Nest und wurde zum Photographieren auf den Boden gesetzt. Das Muster des Sperrachens zeichnet sich erstaunlich scharf ab, als wäre es durch Retouche hervorgehoben, — die Aufnahme ist jedoch vollkommen originalgetreu wiedergegeben (als Filmmaterial wurde Adox KB 17 verwendet). Manja, SW-Madagaskar, 1. Januar 1964; Aufnahme von OTTO APPERT.



TAFEL 4. Älterer Nestling von *Coua ruficeps olivaceiceps* (vgl. Tafel 5 unten). Auf dem oberen Bild erkennt man die Fransen am Aussenrande der Rosetten und des Zungenschildes. Manja, SW-Madagaskar, 13. Dezember 1963; Aufnahmen von OTTO APPERT.



TAFEL 5. Braunkopf-Kua *Coua ruficeps olivaceiceps*. Oben: Hudernder Altvogel; das Nest enthielt zwei kleine Junge, wovon eines auf Tafel 3 abgebildet ist. Manja, 1. Januar 1964. — Unten: Alterer Nestling, gleicher Vogel wie auf Tafel 4; Manja, 13. Dezember 1963; Aufnahmen von OTTO APPERT.



TAFEL 6. Braunkopf-Kua *Coua ruficeps olivaceiceps* (Sharpe). *Oben*: Altvogel; Manja, SW-Madagaskar, 19. November 1965. — *Unten*: Handaufgezogener, bald flügger Jungvogel; Befandriana-Sud, SW-Madagaskar, 29. Januar 1963; Aufnahmen von OTTO APPERT.

dank ihrer Grösse trotzdem zuverlässig registriert werden. Für die Beurteilung des Beobachtungsmaterials ergibt sich deshalb Folgendes:

1. Das Problem des sog. «Schönwetterzuges» in grosser Höhe beschränkt sich für Ulmethöchi im Wesentlichen auf drei Singvogelgruppen (Schwalben, Lerchen und Drosseln). Auf eine Besprechung dieser drei Singvogelgruppen soll deshalb in der vorliegenden Arbeit verzichtet werden. Wir können lediglich darauf hinweisen, dass sowohl bei Schwalben (GÉROUDET 1959) als auch bei Lerchen (RYCHNER und IMBODEN 1965) eine deutliche Witterungsabhängigkeit festgestellt worden ist.
2. Die Hauptmasse des Zuges von Finken, Meisen, Piepern, Stelzen, Tauben und Raubvögeln ist auf Ulmethöchi auch bei schönem Wetter zumindest qualitativ, meistens sogar quantitativ erfassbar.
3. Die besonderen Witterungsverhältnisse der Beobachtungsperiode 1966 erlaubten praktisch immer ein quantitatives Erfassen der genannten Gruppen.

4. 3. Die Bedeutung der sog. «Schlechtwetter-Kanalisation»

Der Begriff «Schlechtwetter-Kanalisation» ist von RYCHNER und IMBODEN (1965) für das Alpengebiet geprägt worden. Man hat darunter die Verlagerung des in mittlerer Grat- und Gipfelhöhe erfolgenden Schönwetterzuges in die Täler und Pässe zu verstehen. Das Ausmass dieser Verlagerung ist in den Alpen beträchtlich. Über den Kämmen kann bei schönem Wetter oft starker Zug beobachtet werden, während auf den Pässen weitgehende Zugruhe herrscht. Bei Winden aus Sektor S bis W dagegen wird der Zug in den grossen Alpentälern und in den Passübergängen kanalisiert. Im Falle der Pässe Hahnenmoos und Bretolet erstreckt sich die kanalisierende Wirkung des Engstligentales bzw. des Val d'Illicz über eine Distanz von rund 20 km. Die begrenzenden Bergzüge überragen den Talboden im Durchschnitt um 600—800 m.

Ein Vergleich der Verhältnisse auf Ulmethöchi mit denjenigen in den Alpen mag zeigen, dass in unserem Beobachtungsgebiet die Bedeutung der Schlechtwetter-Kanalisation relativ gering ist:

1. Bei schönem Wetter ist der Breitfrontzug von Ulmethöchi aus ebenso gut sichtbar wie von den umliegenden Höhen, da die Kalkkämme des Geissbergs und der Ammenegg nur wenig (im Extremfall 80 m) höher liegen als der Beobachtungsposten.
2. Bei widrigen Winden wird der Anflug der Vögel durch den Tafeljura nicht in einer bestimmten Richtung kanalisiert. Die ablenkende Wirkung des Kettenjuras macht sich im Ulmetgebiet erst 3 km vor dem Pass — an den Hängen des Ängibergs — bemerkbar und ist deshalb nur von lokalem Ausmass.
3. Infolge der geringen Höhenunterschiede zwischen dem Passübergang und den begrenzenden Bergketten wirkt auch der Passübergang selbst nur in beschränktem Masse kanalisierend.

5. Der Witterungsverlauf

5. 1. Meteorologische Grundbegriffe (nach EICHENBERGER 1966)

Die wichtigsten wetterbestimmenden Erscheinungen unserer Breiten sind die Tiefdruckgebiete mit ihren Fronten. Unter einer Front versteht man die Grenzfläche zwischen zwei Luftmassen, welche verschiedene Ursprungsgebiete und deshalb un-

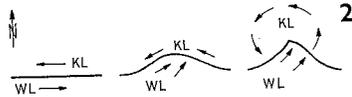


ABB. 2. Bildung eines Tiefdruckwirbels durch Deformation der Polarfront (nach EICHENBERGER 1966).

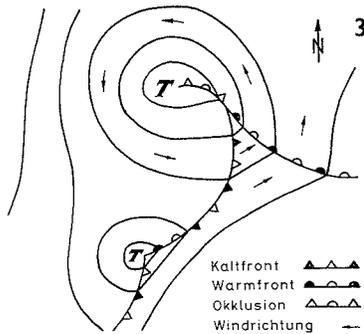


ABB. 3. Häufige Erscheinungsform einer Zyklone über Mitteleuropa (mit teilweise okkludierten Fronten und einer Tochter-Zyklone).

terschiedliche Eigenschaften haben. Entsprechend der auffälligsten Eigenschaft spricht man von Warm- bzw. Kaltfronten, je nachdem ob ein Wechsel zu wärmerer oder kälterer Luftmasse stattfindet.

Die Luftmassen der Polargebiete bilden um jeden Pol eine Kaltluftkalotte. Sie sind von den wärmeren Luftmassen der gemässigten Breiten durch eine Frontfläche getrennt, welche als Polarfront bezeichnet wird. Auf der Nordhemisphäre bewegt sich die südlich der Polarfront gelegene Warmluft gegen Osten, die polare Kaltluft gegen Westen. Durch die Temperaturunterschiede zwischen den Ozeanen und den Kontinenten der gemässigten Breiten entstehen Gebiete mit hohem bzw. niedrigem Luftdruck. Diese Druckunterschiede erzeugen Zirkulationsstörungen, welche zu einer Deformation der Polarfront führen können.

Abb. 2 veranschaulicht die durch einen Warmluftvorstoss entstehende Deformation. Da die Warmluft leichter ist als die durch sie verdrängte Kaltluft, nimmt der atmosphärische Druck am Ort des Warmlufteinbruches ab. Es entsteht eine Depression, die sich weiter verstärkt, da im Bereich des Strömungswirbels ein zusätzlicher dynamischer Druckfall erzeugt wird. Durch den im Gegenuhrzeigersinn verlaufenden zyklonalen Kreislauf wird die Kaltluft westlich des Tiefdruckzentrums nach S in Bewegung gesetzt. Es ergeben sich neue Frontlinien, die aus der Polarfront heraus bis weit in die gemässigten Breiten hinein vorragen können. Der allgemeinen Westströmung dieser Regionen folgend, bewegen sich die Frontsysteme meistens von Westen nach Osten.

Die Lebensdauer der Zyklone und ihrer Frontsysteme wird dadurch begrenzt, dass die Kaltfront etwas rascher vorrückt als die Warmfront. Der zwischen den Fronten liegende Warmsektor wird ständig verkleinert, bis die Warmfront schliesslich von der Kaltfront eingeholt wird und sich eine sogenannte Okklusion bildet (vgl. Abb. 3), welche während einer gewissen Zeit als Warmluftshale in grosser Höhe weiter besteht und zuletzt ganz verschwindet. Die Polarfront hat wieder ihre ursprüngliche Form angenommen.

Durch den Luftmassenwechsel, der sich bei einem Frontdurchgang abspielt, erfahren sämtliche meteorologischen Elemente eine markante Änderung. Ein Front-

durchgang ist gleichsam ein Sprung innerhalb einer kontinuierlichen Witterungsentwicklung. In den bodennahen Luftschichten sind die Änderungen häufig vermischt (vgl. Kapitel 8).

5. 2. Witterungsverlauf während der Beobachtungsperiode 1966

Die meisten Autoren stellen in ihren Arbeiten die Veränderungen einzelner Wetterelemente dar oder publizieren sogar in statistischer Weise verarbeitete Einzeldaten, ohne die vorherige Wetterentwicklung zu berücksichtigen. Eine Rekonstruktion des Witterungsverlaufes ist dem Leser in der Regel nicht möglich. Da die synoptische Wetteranalyse für die Vogelzugforschung von weit grösserer Bedeutung sein dürfte als die Betrachtung bestimmter meteorologischer Elemente oder einzelner Wetterlagen, soll im Folgenden der gesamte Witterungsverlauf beschrieben und in den wichtigsten Phasen durch vereinfachte Wetterkarten veranschaulicht werden.

Zu Beginn der Beobachtungsperiode beherrschte eine Hochdruckzone, die von Grossbritannien bis zum Balkan reichte, das Wetter in Mitteleuropa.

25. 9. Das britische Hoch schwächt sich ab und zieht langsam südostwärts. Es herrscht mildes, in den Niederungen dunstiges Wetter. Ein Tief über NE-Europa verlagert sich ebenfalls südostwärts. Seine Kaltfront reicht vom Bottnischen Meerbusen über die Nordseeküste bis nach Grönland. Deutschland liegt im Bereich des Warmsektors (Abb. 4).
26. 9. Das britische Hoch verliert weiterhin an Intensität. Die finnische Zyklone verlagert sich gegen Mittelrussland; die zugehörige Kaltfront ist in Auflösung begriffen. Ihre Wirkung beschränkt sich in S-Deutschland auf eine Abkühlung in der Höhe und geringe Zunahme der Bewölkung. Ein zweites Tiefdruckgebiet nähert sich von N her dem Nordkap. Über der Biskaya entwickelt sich eine Gewitterzone.
27. 9. Das Druckfeld über Mitteleuropa schwächt sich weiter ab. Das russische Tief füllt sich z. T. auf und verschmilzt im Raume des Bottnischen Meerbusens mit dem skandinavischen Tief. Die Restfront der russischen Zyklone hat das Mittelgebirge erreicht. Die Störungszone des neuen Tiefs liegt genau wie diejenige vom 25. 9. über der Nordseeküste. Das Biskaya-Tief hat sich verstärkt und wandert gegen Frankreich. Seine Kaltfront reicht am 27. 9. 6.00 h von der Bretagne über S-Spanien bis nach N-Afrika (Abb. 5).
28. 9. Das finnische Tief wandert südostwärts ab. Das Biskaya-Tief dehnt sich allmählich nach Osten aus; die zugehörige Gewitterstörung verlagert sich langsam gegen S-Deutschland und die Schweiz. Von Grönland her nähert sich ein neues Tief (Abb. 6).
29. 9. Die von Grönland her vorrückende Zyklone liegt jetzt über Island. Die zugehörigen Fronten haben die Britischen Inseln erreicht. Das Biskaya-Tief liegt über Frankreich; seine Kaltfront ist «dreiteilig». Eine erste Staffel hat in der Nacht vom 28. auf den 29. 9. SW-Deutschland durchquert; die zweite Staffel folgt im Laufe des Tages und der dritte Teil am Morgen des 30. September (Abb. 7).
30. 9. Ein ausgedehntes Tiefdruckgebiet liegt über ganz West- und Nordeuropa. Die Barometerkurve beginnt sogleich nach dem Frontdurchgang wieder zu sinken. Das Island-Tief verschiebt sich langsam ostwärts. Seine Kaltfront liegt um 6 h vor der britischen Küste und reicht bis Spanien. Sie ist die erste einer Reihe von Störungen, die durch die zwischen Neufundland und Europa entstandene Westströmung in den kommenden Tagen gegen das Festland geführt werden.
1. 10. Der Luftdruck fällt über W-Europa stark. Das Island-Tief dringt rasch gegen die norwegische Küste vor. Seine Kaltfront hat die Rhein- und die Rhonemündung erreicht (Abb. 8).
2. 10. In der Nacht vom 1. auf den 2. Oktober hat die Kaltfront des norwegischen Tiefs Deutschland und die Schweiz durchwandert.
3. 10. Der Druck beginnt über S-Deutschland zu steigen, obwohl vor den Britischen Inseln ein neues Tief liegt, dessen Warmfront einen starken Temperaturanstieg und z. T. starke Niederschläge in Deutschland brachte.

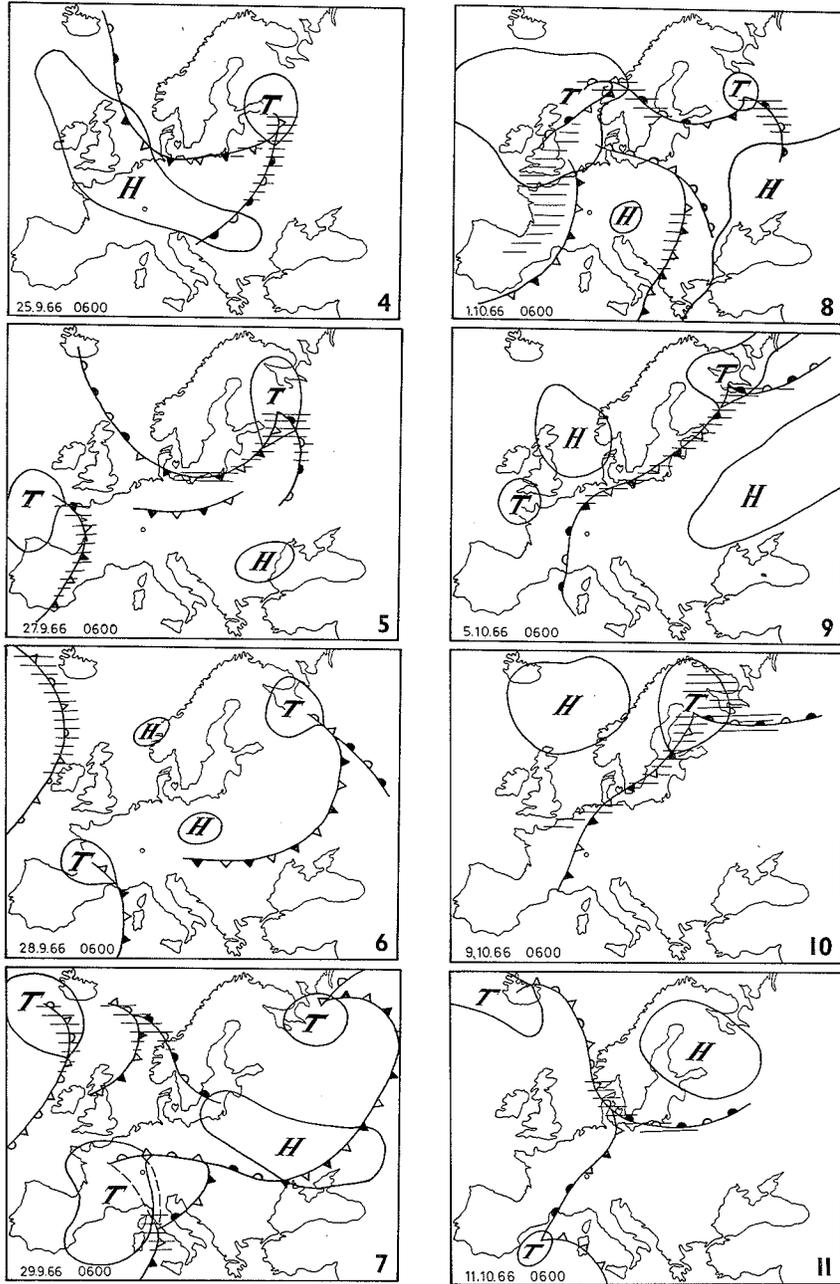


ABB. 4 bis 11. Die wichtigsten Phasen der Wetterentwicklung in der Zeit vom 25. September bis zum 11. Oktober 1966.

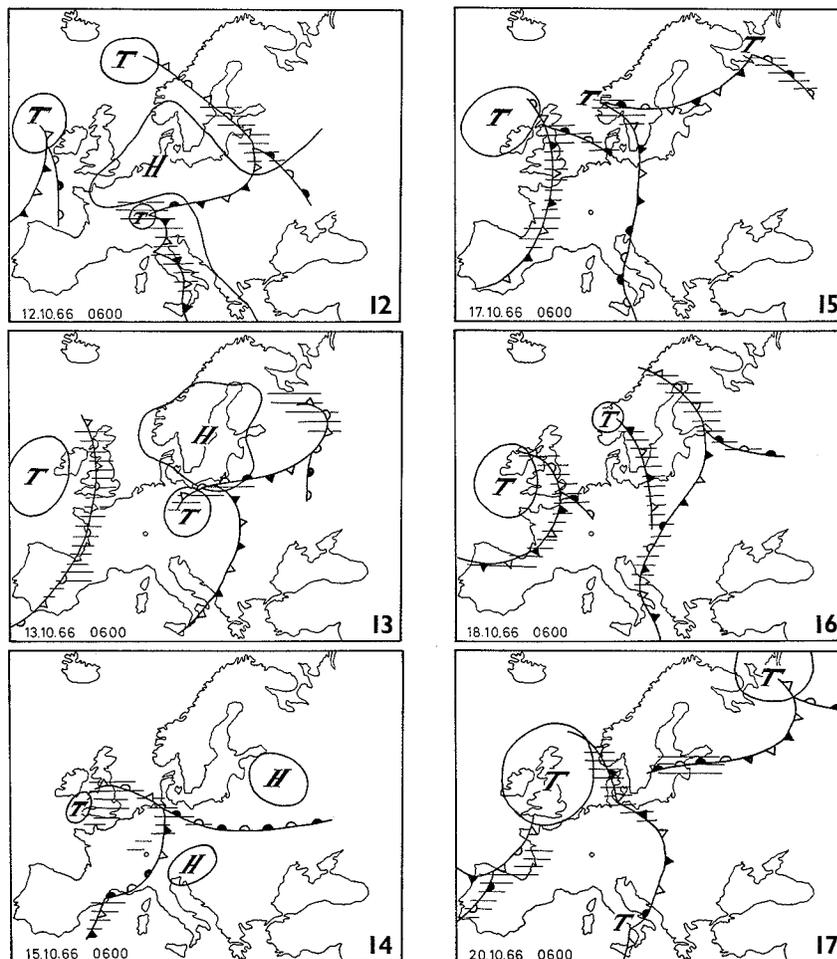


ABB. 12 bis 17. Die wichtigsten Phasen der Wetterentwicklung in der Zeit vom 12. bis zum 21. Oktober 1966.

4. 10. Die Tiefdruckrinne, die sich von Finnland bis Portugal erstreckt, schwenkt langsam gegen Osten. Das Gebiet mit steigendem Druck hat sich ausgedehnt.
5. 10. Die Kaltfront der norwegischen Depression durchquert Frankreich und erreicht noch während der Nacht die Rhein- und Rhonemündung. Die Hochdruckzone, die von E her bis gegen Mitteleuropa reicht, gewinnt an Intensität (Abb.9).
6. 10. Die Kaltfront des nordischen Tiefs hat mit ihrem südlichen Teil am frühen Morgen des 6. Oktober S-Deutschland durchwandert. Im N ist diese Kaltfront mit dem Frontsystem eines Tiefs über den Britischen Inseln verschmolzen.
7. 10. Die neu gebildete Zyklone verschiebt sich gegen die Küste Norwegens; ihre Kaltfront reicht von Norwegen bis Spanien. Der Druck fällt über SW-Deutschland.
8. 10. Die Kaltfront hat die Rheinmündung erreicht und Spanien durchquert. In unseren Breiten schwächt sie sich ab.
9. 10. Das Tief verschiebt sich weiter gegen E. Im Laufe des Vormittags durchquert seine Kaltfront Deutschland. Der Druck beginnt gegen Mittag zu steigen (Abb. 10).

10. 10. Die Kaltfront reicht jetzt vom Südrand der Alpen bis zum Ural. Bei Island liegt ein neues Tief mit einer Frontalzone über den Britischen Inseln und Spanien.
11. 10. In der Nacht hat die Störungszone des Island-Tiefs die Schweiz und SW-Deutschland erreicht und verursacht z. T. starke Niederschläge. Die Front bleibt über S-Deutschland stationär. Direkt über der SW-Ecke Deutschlands bildet sich ein neues Tiefdruckzentrum. Es entsteht eine Staulage (Abb. 11).
12. 10. Über S-Deutschland und dem Alpengebiet bis nach Italien fallen Niederschläge (Abb. 12).
13. 10. Die Depression über SW-Deutschland wandert NE-wärts. Seine Kaltfront hat sich in der Nacht ebenfalls aus dem Gebiet von Deutschland entfernt. Der Luftdruck steigt für kurze Zeit (Abb. 13).
14. 10. Gegen Mittag beginnt die Barometerkurve unter dem Einfluss eines von der Biskaya herannahenden Tiefdruckgebietes schon wieder zu sinken. Die Kaltfront dieser Depression erstreckt sich von den Britischen Inseln über die Rheinmündung bis zur E-Küste von Spanien.
15. 10. Am Morgen erreicht die Kaltfront die SW-Ecke Deutschlands und verursacht gebietsweise Niederschläge. Die Front bleibt anschliessend beinahe stationär; das Barometer sinkt weiter (Abb. 14).
16. 10. Die Staulage hält an. Die Front weicht sogar noch etwas zurück. Im Laufe des Tages wird die Staulage aufgehoben, indem die Kaltfront ostwärts abzieht.
17. 10. Die Kaltfront, die am 16. Oktober die Schweiz durchquert hat, entfernt sich weiter nach E. Das Barometer steigt deutlich. Gegen Abend des 17. 10. zieht eine neue Kaltfront nördlich der Schweiz vorbei. Ein ausgedehntes Tiefdruckgebiet liegt über den Britischen Inseln; seine Kaltfront reicht von Schottland über den Kanal bis Gibraltar. Der Luftdruck fällt (Abb. 15).
18. 10. Die Kaltfront des britischen Tiefs bewegt sich infolge des herrschenden Föhns nur sehr langsam gegen die Schweiz. Die Barometerkurve sinkt weiter. (Abb. 16).
19. 10. Am frühen Morgen hat die Kaltfront die Linie Dänemark — Bodensee — SW-Rand der Alpen erreicht und hat damit die Aufbruchgebiete der über Ulmethöchi ziehenden Vögel durchquert. Über Basel steigt der Druck. Vom Atlantik her stösst eine neue Zyklone gegen den Kontinent vor.
20. 10. Die Störungszone dieser Depression wandert südostwärts. (Abb. 17).
21. 10. Sie erreicht die Schweiz am Morgen des 21. Oktober.

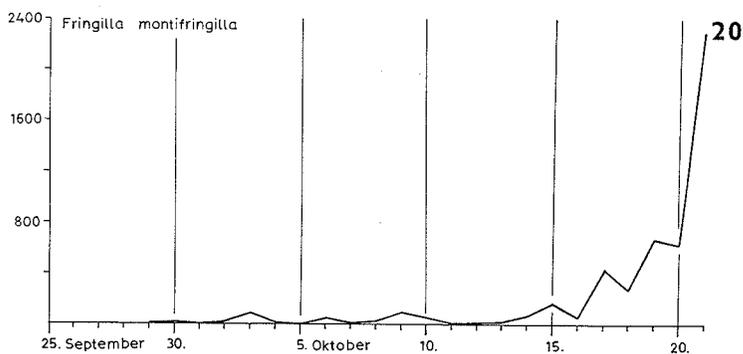
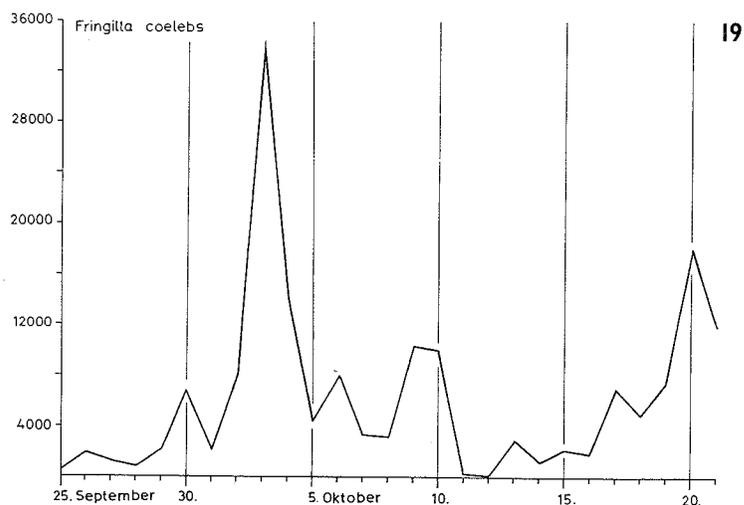
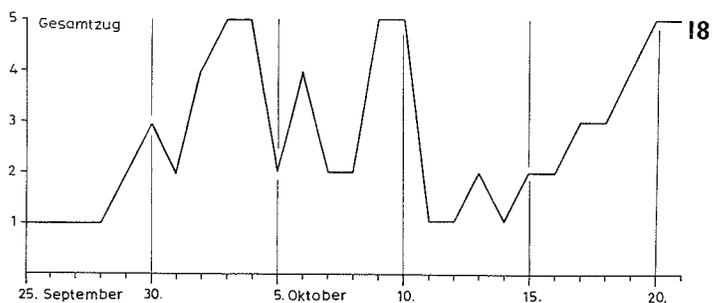
Als wichtigste Punkte der Witterungsentwicklung halten wir die Daten der Frontdurchgänge und Staulagen fest:

- 26./27. 9. Frontolyse über Nord- und Mitteldeutschland.
- 28. 9.—30. 9. Gestaffelte Front mit einer ersten, relativ warmen Staffel in der Nacht vom 28./29. 9. und mit je einer kälteren Staffel im Laufe des 29. 9. und am Morgen des 30. 9.
 - 2. 10. Kaltfrontdurchgang am Morgen.
 - 6. 10. Durchgang eines Kaltfrontabschnittes am Morgen.
 - 9. 10. Frontdurchgang im Laufe des Vormittags.
 - 11. 10. früh — 12. 10. gegen Mitternacht: Staulage.
 - 14. 10. abends — 16. 10. mittags: Staulage (z. T. mit Aufhellungen).
 - 17. 10. Kaltfrontdurchgang am Nachmittag.
 - 19. 10. Kaltfrontdurchgang am frühen Morgen.
 - 21. 10. Kaltfrontdurchgang am Vormittag.

6. Zugfrequenzen und Witterungsverlauf

6. 1. Der Zugverlauf während der Beobachtungsperiode 1966

GESAMTZUG (Finken, Meisen, Pieper und Stelzen): Der Beginn der Beobachtungsperiode 1966 fällt in eine meteorologisch relativ ruhige Phase. Auch die Zugaktivität der Vögel bleibt auf niedriger Intensitätsstufe (Abb. 18). Eine Kaltfront,



Zugfrequenz im Herbst 1966: ABB. 18. Gesamtzug (Finken, Stelzen, Pieper und Meisen) in fünf Frequenzstufen. 1 = unter 3000 Ex., 2 = 3000—6000 Ex., 3 = 6000—9000 Ex., 4 = 9000—12000 Ex., 5 = über 12000 Ex. — ABB. 19. Buchfink *Fringilla coelebs*. — ABB. 20. Bergfink *Fringilla montifringilla*.

die am 26. 9. von N her gegen das Mittelgebirge vordringt, löst sich am 27. 9. auf. Das Zuggeschehen in Süddeutschland und der Schweiz wird nur wenig davon beeinflusst. Einer schwachen Kaltfront, die in der Zeit zwischen dem 28. und dem 30. 9. in drei Staffeln das Alpengebiet durchwandert, folgt am 29. ein erster Frequenzanstieg und am 30. 9. ein deutliches Maximum. Am 1. 10. sinkt die Zugaktivität wieder etwas. Dem Frontdurchgang am Morgen des 2. Oktober folgt ein spürbarer Frequenzanstieg, der sich am 3. 10. zu einem ungeheuren Massenaufbruch steigert. Am 4. 10. geht der Zug mit beinahe unverminderter Intensität weiter; bei einzelnen Arten steigt die Frequenzkurve sogar noch. Am 5. sinkt die Zugintensität auf Stufe 2. Nach dem Frontdurchgang am Morgen des 6. Oktober zeigt sich wiederum ein markanter Höhepunkt im Zuggeschehen.

Die Werte vom 7. und 8. Oktober erreichen nur Intensitätsstufe 2. Am 9. 10. passiert erneut eine Kaltfront das Gebiet von SW-Deutschland. Am Nachmittag des 9. und am 10. Oktober werden wieder auffallend hohe Frequenzzahlen erreicht. Am 11. und 12. Oktober bleibt eine Störungslinie direkt über SW-Deutschland stehen und verursacht Niederschläge und — vor allem am 11. Oktober — dichten Nebel, der im Ulmetgebiet von 700 m ü. M. bis über 1000 m ü. M. hinaufreicht. An diesen beiden Tagen überqueren nur vereinzelte Zugvögel das Passgebiet. Auch auf den Jurakämmen über dem Nebel ist kein Zug festzustellen. In der Umgebung von Reigoldswil halten sich auf den Äckern grosse Scharen von nahrungsuchenden Finken auf. Nachdem sich die Front in der Nacht vor dem 13. 10. ostwärts verlagert hat, kann im Laufe des Tages ein Ansteigen der Zugfrequenz beobachtet werden. Am 14. 10. beruhigt sich die Situation wieder. Vom Abend des 14. 10. bis zum 16. 10. bleibt eine Störungslinie im Raume von SW-Deutschland beinahe stationär. Die Zugaktivität bleibt bei den meisten Arten gering. Erst nach dem Weiterziehen der Front steigt die Intensität des Zuges am 17. Oktober wieder bis auf Stufe 3. Am Abend des 17., am 19. und am 21. Oktober passieren in rascher Folge drei Kaltfronten das Gebiet von SW-Deutschland. Im Zug der Singvögel ist ein stufenweises Ansteigen der Frequenzzahlen festzustellen.

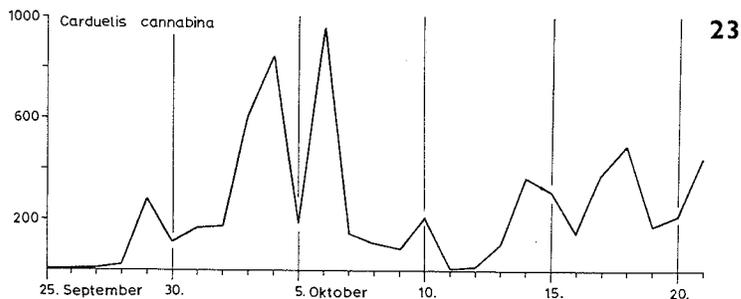
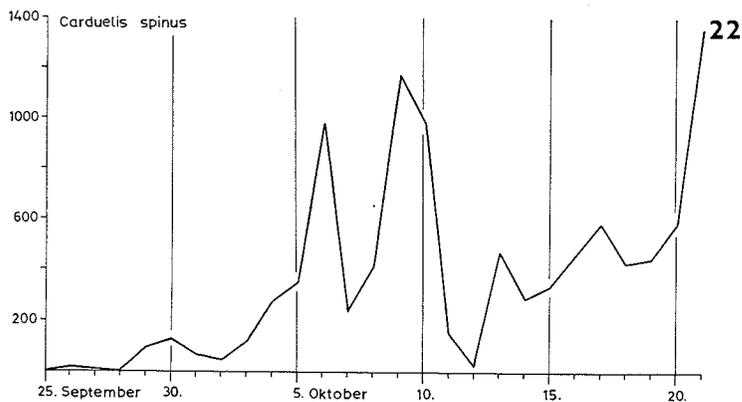
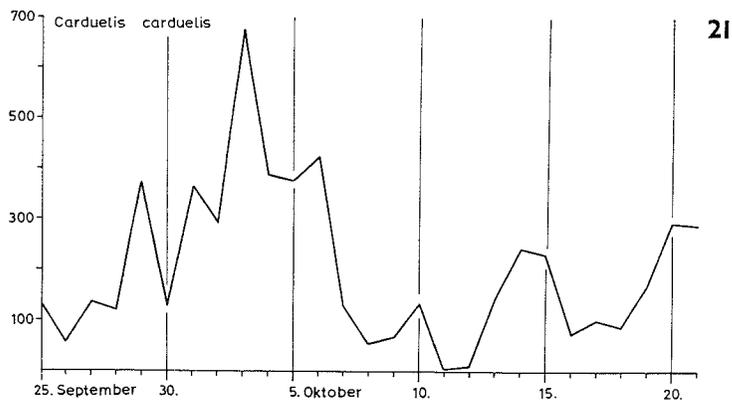
BUCHFINK *Fringilla coelebs*: Da die Buchfinken die Hauptmasse der Durchzügler ausmachen, entspricht die Buchfinkenkurve in den wesentlichen Abschnitten der Kurve des gesamten Kleinvogelzuges (vgl. Abb. 18 und 19). Auffallend ist der Anstieg vom 26. 9., welcher mit der Frontolyse über Mitteldeutschland in Zusammenhang gebracht werden kann. Schon im Herbst 1965 sind wir durch eine merkwürdige Verhaltensweise der Carduelinen darauf aufmerksam geworden, dass nach einer längeren Schönwetterperiode möglicherweise schon die im Zusammenhang mit einer Front auftauchende Bewölkung zugstimulierend wirken könnte.

BERGFINK *Fringilla montifringilla*: Obwohl der Bergfinkenzug erst nach Mitte Oktober in stärkerer Masse einsetzte, zeigt die Frequenzkurve dieser Art (Abb. 20) mit geringen Abweichungen dieselben Maxima wie die Buchfinkenkurve. Erstaunlich ist vor allem, dass schon die geringen Zahlen von ziehenden Bergfinken in den ersten Oktoberwochen die typischen Finkenmaxima ergeben.

DISTELFINK *Carduelis carduelis*: Der erste Frequenzanstieg am 27. 9. dürfte wie bei den Buchfinken mit der Frontolyse über dem Mittelgebirge zusammenhängen. Nach dem Frontdurchgang in der Nacht vom 28. auf den 29. September beginnt eine Phase sehr intensiven Zuges. Innerhalb dieser Zeit mit erhöhter Zugintensität sind die Maxima vom 29. September und vom 3. und 6. Oktober, die wir schon bei den Fringilliden festgestellt haben, besonders markant. Auch nach dieser

Hauptzugphase ist eine deutliche Korrelation zwischen den Maxima der Frequenzkurve und den Frontdurchgängen erkennbar (Abb. 21).

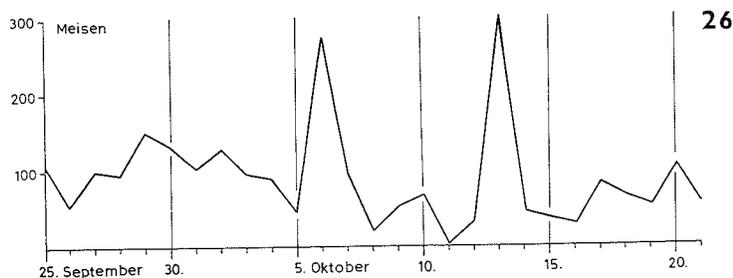
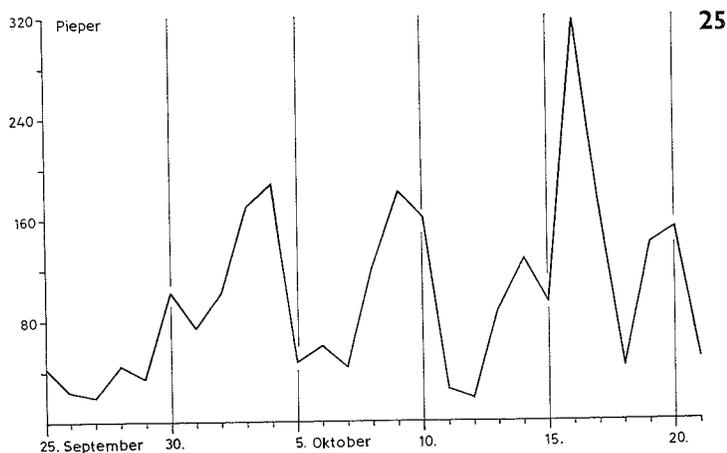
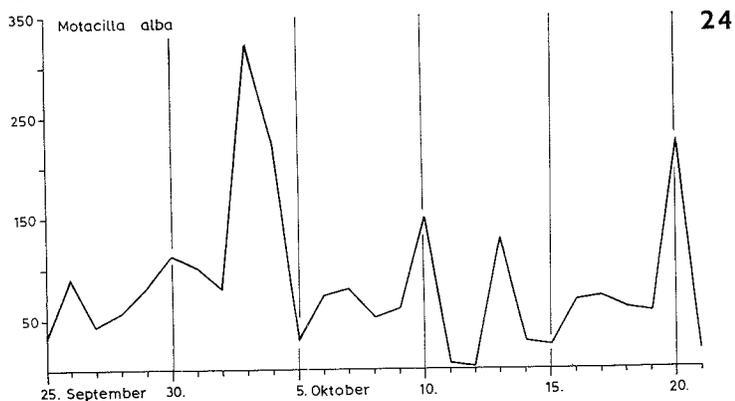
ERLENZEISIG *Carduelis spinus*: Der Zug dieser Art scheint erst mit dem Frontdurchgang am 6. Oktober richtig einzusetzen. Von diesem Zeitpunkt an ist die



Zugfrequenz im Herbst 1966: ABB. 21. Distelfink *Carduelis carduelis*. — ABB. 22. Erlenzeisig *Carduelis spinus*. — Abb. 23. Hänfling *Carduelis cannabina*.

Übereinstimmung zwischen den Frequenzmaxima und den Frontpassagen bzw. Staulagen evident (Abb. 22).

HÄNFLING *Carduelis cannabina*: Die Frequenzanstiege erfolgen im Vergleich mit den übrigen Finkenarten oft um einen Tag verzögert (vgl. Abb. 23).

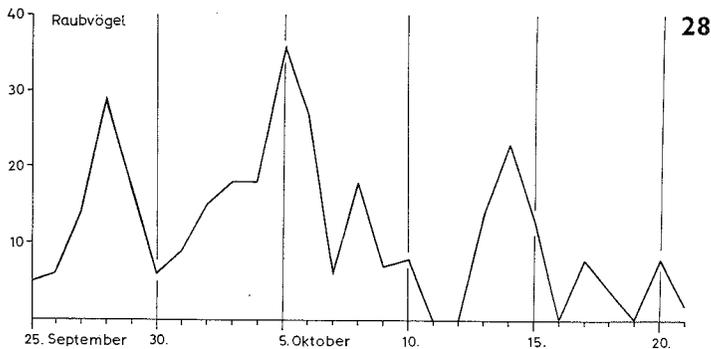
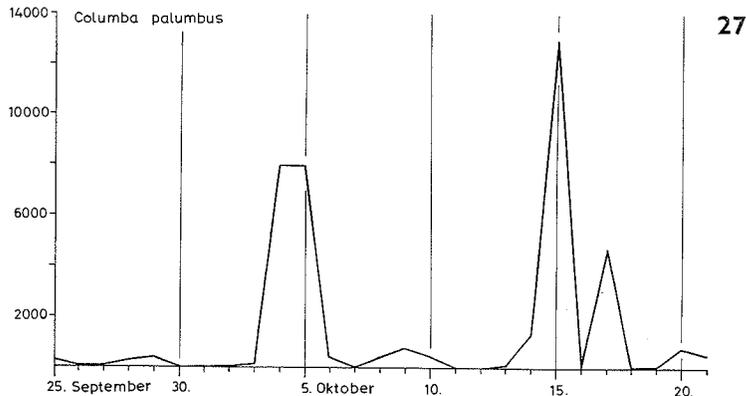


Zugfrequenz im Herbst 1966: ABB. 24. Bachstelze *Motacilla alba*. — ABB. 25. Pieper *Anthus spec.* — ABB. 26. Meisen (Paridae).

BACHSTELZE *Motacilla alba*: Die Maxima bleiben im Rahmen des bei den Finken festgestellten (Abb. 24). Bemerkenswert ist die starke Wirkung der Frontolyse vom 26. 9.

PIEPER *Anthus pratensis*, *A. spinoletta*, *A. trivialis*: Die Übereinstimmung mit den Finkenkurven ist an den meisten Tagen deutlich (Abb. 25). Das prägnanteste Maximum aber fällt auf einen Tag mit durchwegs sehr niedrigen Frequenzzahlen. Auch DE CROUSAZ (1961) hat auf dem Col de Bretolet oft über mehrere Tage eine gute Übereinstimmung der Motacillidenkurve mit den Kurven von Finken und Meisen nachgewiesen; die Höchstwerte aber fielen auf dem Col de Bretolet genau wie bei uns auf regnerische Tage mit allgemein geringem Zug. Auch an den schlechtesten Zugtagen (z. B. 11. und 12. Oktober 1966) sinken die Minimalwerte des Pieperzuges nie so tief wie diejenigen der anderen Arten (kein Wert unter 1/16 des Höchstwertes; vgl. Tabelle 1).

MEISEN *Parus major*, *P. caeruleus*, *P. ater*, *Aegithalos caudatus*: Die Meisen scheinen weniger wetterabhängig zu sein als die Finken. Nur an einem einzigen Tag sinkt die Kurve auf einen Wert, der weniger als 1/16 des Höchstwertes ausmacht (vgl. Tabelle 1). Auch die Maxima der Kurve sind nicht sehr deutlich, fallen aber auf die gleichen Tage wie bei den Finken (Abb. 26).



Zugfrequenz im Herbst 1966: ABB. 27. Ringeltaube *Columba palumbus*. — ABB. 28. Raubvögel (Falconidae).

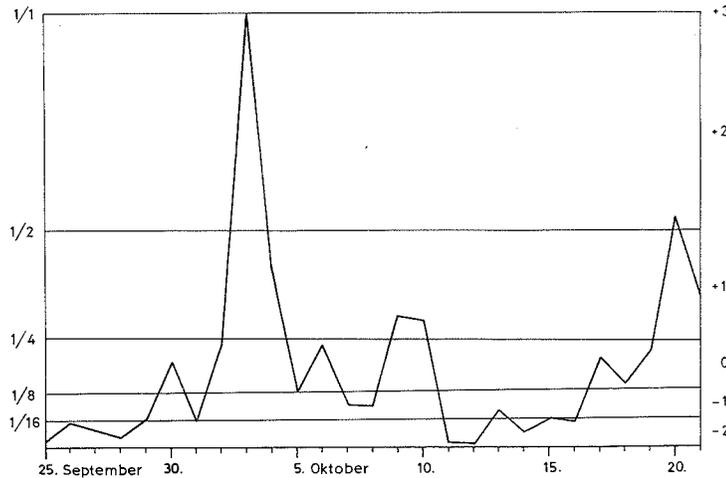


ABB. 29. Bewertungsschema zu Tabelle 1. Als Beispiel ist die Frequenzkurve des Buchfinken *Fringilla coelebs* (Abb. 19) gewählt.

RINGELTAUBE *Columba palumbus* (Abb. 27): Schwach angedeutet sind drei der üblichen «Singvogelmaxima» (29. 9., 9. 10 und 20. 10.). Deutlich ist das Maximum vom 17. 10. Die höchsten Frequenzzahlen aber werden an Tagen erreicht, an denen der Singvogelzug höchstens noch erhöhte Intensität im Anschluss an Massenzugtage zeigte oder sogar Minimalwerte erreichte (4. und 5. Okt., 15. Okt.). Schon die Beobachtungen im Herbst 1965 hatten gezeigt, dass die Hauptzugtage der Tauben oft auf Tage mit Aufhellungen unmittelbar nach einer Schlechtwetterperiode fallen. RYCHNER und IMBODEN (1965) machten in den Jahren 1961 und 1963 auf dem Hahnenmoos dieselben Feststellungen. Da beim Taubenzug weder ein direkter Zusammenhang mit Frontdurchgängen noch eine eindeutige Temperaturabhängigkeit festzustellen ist, liegt die Vermutung nahe, dass die Bewölkung bzw. deren Auflösung der auslösende Faktor für den Taubenflug sein könnte (vgl. dazu auch GEHRING 1963). Diese Vermutung wird gestützt durch die Tatsache, dass während längerer Schönwetterperioden vorübergehende Bewölkung bereits zu einer massiven Frequenzzunahme führen kann, ohne dass vorher schlechtes Wetter eine Zugstauung hätte bewirken können. (Vgl. RYCHNER und IMBODEN 1965: Beobachtungen aus dem Jahre 1962).

RAUBVÖGEL Falconiformes: Auch für die Raubvögel scheint weniger der Witterungsverlauf, d. h. der Durchgang der Kaltfronten ausschlaggebend zu sein, als vielmehr die Wetterlage am betreffenden Tag. So zeigte sich im Herbst 1966 bei den Raubvögeln eine noch stärkere Abhängigkeit von Aufhellungen als bei den Tauben; zudem fallen die Raubvogelmaxima meist auf Tage mit relativ schwachen meteorologischen Winden (Abb. 28). Schwache meteorologische Winde und geringe Bewölkung sind die besten Voraussetzungen für die Ausbildung von thermischen Aufwinden. RUDEBECK (1950) stellt fest, dass zuweilen auch schon am frühen Morgen Bussardzug beobachtet werden kann, zu einer Zeit also, in der noch keine thermischen Aufwinde zu erwarten sind. Dies allerdings nur bei extrem gutem Wetter ohne Wind und klarem Himmel. BERGMAN (1938) beobachtete

TABELLE 1. Relative Bewertung der Frequenzkurven der Abb. 19 bis 26.

	25. September					30. 1. Oktober					5.						
Buchfink	-2	-2	-2	-2	-2	0	-2	0	+	3	+	1	-1	0	-1	-1	+1
Bergfink														+1			+1
Distelfink	0	-1	0	0	+2	0	+2	+1	+	3	+	2	+2	+2	0	-1	-1
Erlenzeisig						+1						0	+1	+2	0	+1	+2
Hänfling	-2	-2	-2	-2	+1	-1	0	0	+	2	+	2	0	+3	0	-1	-1
Bachstelze	-1	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	+	3	+	2	-1	0	0	0	0
Pieper	0	-1	-1	0	-1	+1	0	+1	+	2	+	2	0	0	0	+1	+2
Meisen	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+	1	+	1	0	+2	+1	-1	0
Total	-4	-5	-4	-3	+2	+3	+2	+4	+15	+10	+1	+10	0	-2	+4		

	10. Oktober					15.				20.							
Buchfink	+1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	0	0	0	+2	+1					
Bergfink	+1					-1	-2	0	-1	+1	+1	+3					
Distelfink	0	-2	-2	0	+1	+1	-1	0	0	0	+1	+1					
Erlenzeisig	+2	-1	-2	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	+3					
Hänfling	0	-2	-2	-1	+1	+1	0	+1	+2	0	0	+1					
Bachstelze	+1	-2	-2	+1	-1	-1	0	0	0	0	+2	-2					
Pieper	+2	-1	-1	+1	+1	+1	+3	+2	0	+1	+1	0					
Meisen	0	-2	-1	+3	0	-1	-1	+1	0	0	+1	0					
Total	+7	-12	-12	+4	0	-2	-2	+5	+2	+3	+9	+7					

stärksten Raubvogelzug bei schönem Wetter mit einzelnen thermisch bedingten Wolkenbänken.

6. 2. Korrelation zwischen Singvogelzug und Witterungsverlauf

Um den Frequenzschwankungen aller besprochenen Singvogelarten bzw. -gruppen gerecht zu werden und der zahlenmässigen Dominanz einer einzigen Art (*Fringilla coelebs*) auszuweichen, wurde eine Bewertungsskala geschaffen, welche nicht den effektiven Zahlenwerten der registrierten Individuen Rechnung trägt, sondern der relativen Wertigkeit der Frequenzzahlen innerhalb einer Kurve (vgl. Abb. 29). Der O-Wert entspricht einem theoretischen Mittelwert der Zugfrequenz. Dies hat zur Folge, dass in erster Linie Höchst- und Tiefstwerte ins Gewicht fallen. Bei Arten, deren Hauptzugzeit erst im Laufe der Beobachtungsperiode beginnt (Bergfink, Erlenzeisig), wurde nur die Hauptzugzeit nach dem üblichen Schema bewertet; vor dem Einsetzen der eigentlichen Zugzeit erhielten lediglich die deutlichsten Maxima die Bewertung +1. Die auf Grund dieses Punktsystems ermittelten Werte sind in Tabelle 1 vereinigt. Die täglichen Summen aus Tabelle 1 wurden in Abb. 30 graphisch dargestellt. Als Mittellinie wurde der Mittelwert zwischen den beiden Extremen gewählt.

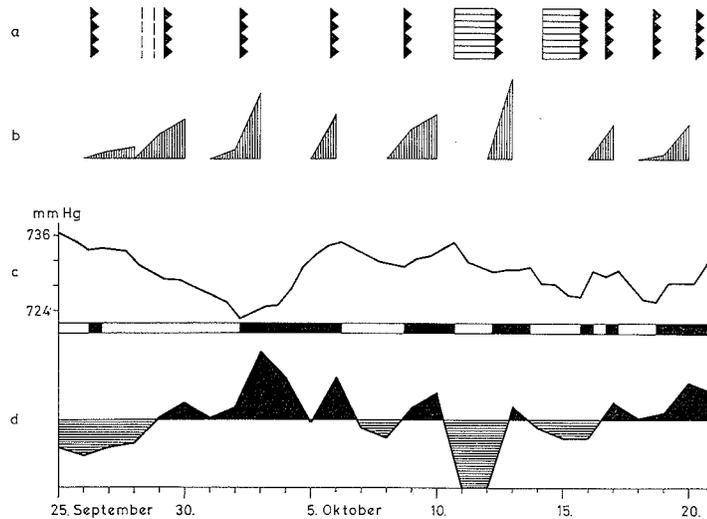


ABB. 30. Korrelation zwischen Singvogelzug und Witterungsverlauf. — a) Frontdurchgänge und Staulagen. — b) Zugphasen mit steigender Zugfrequenz. — c) Barometerkurve von Basel. Zeiträume mit steigendem Luftdruck sind hervorgehoben durch ein schwarzes Feld unterhalb der Kurve. — d) Relative Bewertung des Zugverlaufes (nach Tabelle 1): Schwarz = Tage mit überdurchschnittlicher Zugaktivität; schraffiert = Tage mit relativ geringer Zugaktivität.

Aus der Abbildung geht eindeutig hervor, dass jedem Frontdurchgang ein Maximum in der Zugintensität folgt. Frontdurchgänge während der Nacht bewirken bereits am folgenden Morgen einen massiven Frequenzanstieg. Frontdurchgänge während des Tages ergeben erst nach ihrem Abwandern aus dem Aufbruchgebiet eine verstärkte Zugaktivität; der Hauptanstieg der Frequenzkurve erfolgt in der Regel erst am Tag nach der Frontpassage. Eine über dem Aufbruchgebiet stationär bleibende Front kann den Zug während mehrerer Tage hemmen. Beim Abwandern der Front wird der Zug wieder aktiviert, und zwar entweder durch die übliche stimulierende Wirkung der abziehenden Front oder im Sinne einer «Entladung» des durch das schlechte Wetter gestauten Zuges. Da in unsern Breiten nach einem Kaltfrontdurchgang normalerweise der Luftdruck steigt, finden die stärksten Zugbewegungen oft bei steigendem Barometer statt. Die Ausnahme vom 29./30. September wird uns später noch beschäftigen.

Als vorläufige Ergebnisse halten wir fest:

1. Die vier untersuchten Singvogelgruppen (Finken, Stelzen, Pieper und Meisen) zeigen in ihrem Verhalten gegenüber dem Witterungsverlauf relativ einheitliche Reaktionen.
2. Stärkster Zug tritt jeweils nach dem Durchgang einer Kaltfront auf, d. h. im Bereich der Rückseite einer Zyklone.
3. Raubvögel und Tauben zeigen meist ein anderes Verhalten gegenüber Wetterphänomenen als die Singvögel. Ein direkter Zusammenhang mit Frontdurchgängen ist nicht evident.

4. Es scheint, dass Ringeltauben vor allem auf die Veränderung der Bewölkung reagieren. (Auflösung der Bewölkung wirkt stimulierend.)
5. Raubvögel bevorzugen Tage mit geringer Bewölkung und schwachen meteorologischen Winden.

7. Interpretation der Beobachtungsergebnisse vom Herbst 1965

Die Beobachtungsperiode 1965 war meteorologisch bedeutend weniger stark gegliedert als diejenige von 1966. Nur zu Beginn der Periode fanden wirkliche Frontdurchgänge statt. Vom 3. Oktober an beherrschte ein mächtiges Hochdruckgebiet das Wetter in Mitteleuropa. Störungen wurden zum Teil um das Gebiet von Mitteleuropa herumgesteuert oder lösten sich sogar auf: ihre Wirkung beschränkte sich auf Nebelbildungen oder war im Beobachtungsgebiet überhaupt nicht feststellbar.

Der allgemeine Witterungsverlauf sowie die Frequenzkurven von Finken, Raubvögeln und Tauben wurden schon in meiner Arbeit von 1966 beschrieben (S. 157 ff.). Als Ergänzung dazu geben wir die Kurven von Motacilliden und Meisen (Abb. 31 und 32) sowie eine Interpretation der beobachteten Frequenzmaxima mit Hilfe der «Frontenhypothese».

26. 9. Eine Kaltfront erreicht das Gebiet von SW-Deutschland. Nur vereinzelte Motacilliden und Distelfinken überqueren den Pass.
27. 9. Die Front bleibt beinahe stationär; über den Alpen bildet sich ein Sekundär-Tief. Lokale Aufhellungen führen zu minimalen Frequenzanstiegen bei Raubvögeln und Carduelinen.
28. 9. Die Staulage hält an; die Bewölkung nimmt wieder zu. Nur die Kurven von Motacilliden und Distelfinken zeigen geringe Anstiege.
29. 9. Das Sekundär-Tief über den Alpen hat sich ostwärts entfernt. Schauerartige Regenfälle hinter der Front verhindern weiterhin einen massiven Aufbruch. Nur die Buchfinken zeigen ungeachtet der Regenfälle eine deutliche Reaktion auf das Abwandern der Depression. Von Westen her rückt eine neue Störungslinie gegen Mitteleuropa vor.
30. 9. Die neue Störung hat die Schweiz und Deutschland erreicht; sie zieht nur äusserst langsam weiter. Lokale Aufhellungen über dem Ulmetgebiet führen nach dem Frontdurchgang bei einzelnen Arten zu geringen Frequenzanstiegen.
 1. 10. Die Front hat sich über SW-Deutschland hinweg bis zum Bodensee verschoben. Beinahe alle Arten zeigen deutliche Frequenzzunahmen.
 2. 10. Schauerartige Regenfälle und Nebelbildungen hinter der Front hemmen den Zug in SW-Deutschland.
 3. 10. Die Störungszone hat sich endgültig aus dem Gebiet von Mitteleuropa entfernt. Unter dem Einfluss des sich aufbauenden Hochdruckgebietes löst sich die Bewölkung praktisch vollständig auf. Tauben und Raubvögel, aber auch einzelne Singvogelgruppen erreichen noch einmal Höchstzahlen.
 4. 10. Das schöne Wetter hält an. Die Zugaktivität sinkt deutlich.
 5. 10. Ungestörte Wetterlage. Lediglich bei den Motacilliden ist eine Frequenzzunahme zu verzeichnen.
 6. 10. Von N und W nähern sich äusserst langsam zwei Störungslinien. Ausgedehnte Hochnebelfelder über Deutschland können als Grund für die Frequenzzunahmen bei Meisen und Carduelinen angesehen werden.
 7. 10. Die Zugaktivität nimmt wieder ab (Ausnahme: Erlenzeisig). Die Störungszone im W schwächt sich ab.
 8. 10. Weiteres Abklingen der Zugintensität. Schönes Wetter im Beobachtungsgebiet.
 9. 10. Die Ankunft der nördlichen Störungslinie bewirkt starke Nebelbildung; die Beobachtung wird dadurch verunmöglicht. Über dem Nebel sind ziehende Vögel zu hören.

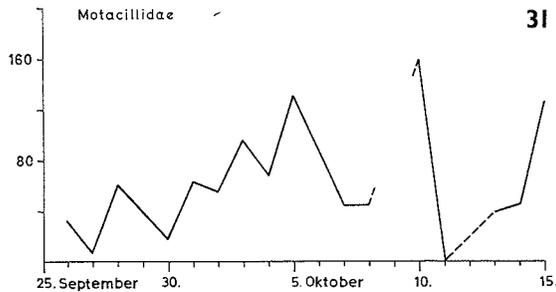


ABB. 31. Frequenzkurve der Pieper und Stelzen (Motacillidae) während der Beobachtungsperiode 1965.

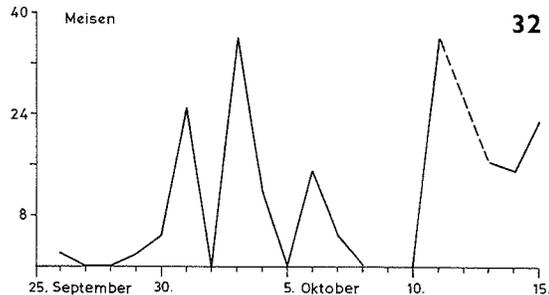


ABB. 32. Frequenzkurve der Meisen (Paridae) während der Beobachtungsperiode 1965.

10. 10. Die Auflösung der Front führt zu einem Massenaufbruch (am frühen Morgen ist die Beobachtung noch stark durch Nebel behindert, über dem Nebel aber ist starker Zug im Gange).
11. 10. Schönes Wetter. Der starke Zug dauert an.
12. 10. Eine neue Störung naht von N und löst sich über S-Deutschland auf. Sie erzeugt wieder dichten Nebel im Ulmetgebiet und verunmöglicht damit die Beobachtung; starker Zug über dem Nebel.
13. 10. Wolkenloser Himmel. Zugfrequenz relativ gering.
14. 10. Schwache Bewölkung im Zusammenhang mit Kaltfronten, welche von N und W herannahen. Geringe Frequenzanstiege bei den meisten Singvögeln.
15. 10. Die Frontsysteme der beiden Depressionen haben sich verbunden und rücken gegen Deutschland vor. Massive Bewölkungszunahmen über Deutschland. Bei allen beobachteten Singvogelgruppen kommt es zu einer eigentlichen «Schlechtwetter-Flucht».
16. 10. Unter dem Einfluss der nun über SW-Deutschland angelangten Störung kommt der Zug zum Stillstand.

Als Hauptzugtage dürfen der 1., 3., 6., 10., 11. und 15. Oktober bezeichnet werden. Die möglicherweise sehr starken Zugbewegungen vom 9. und 12. Oktober können zahlenmässig nicht beurteilt werden.

Während der Beobachtungsperiode 1965 wurde dem Hochzug noch keine spezielle Beachtung geschenkt. Es besteht deshalb die Möglichkeit, dass an schönen Tagen mit Rückwind ein Teil des Zuges der Beobachtung entging. Da aber von sechs registrierten Hauptzugtagen nur zwei schwache westliche Winde aufwiesen, alle übrigen dagegen unter dem Einfluss von schwachen Winden aus Sektor N bis E standen, können die festgestellten Schwankungen in der Zugintensität kaum auf der durch Gegenwind verursachten Verlagerung des Hochzuges in bodennahe Luftschichten beruhen, sondern entsprechen mit grosser Wahrscheinlichkeit wirklichen Unterschieden in der Zugfrequenz.

Die Frequenzanstiege vom 1. und 3. Oktober dürfen als typische Entladungen nach «Schlechtwetter-Stauungen» aufgefasst werden. Sie treten bei Raubvögeln und Tauben am deutlichsten in Erscheinung. Die erhöhte Zugaktivität einzelner Singvogelgruppen am 6. 10. (beim Erlenzeisig auch am 7. 10.) kann im Sinne einer «Schlechtwetter-Flucht» verstanden werden; ähnlich wie die geringen Frequenzanstiege, die am 26./27. September 1966 im Zusammenhang mit einer von N herannahenden Störung beobachtet werden konnten. Das Beispiel des 10./11. Oktober zeigt, dass eine Frontolyse über dem Aufbruchgebiet der Vögel eine entsprechende Wirkung haben kann wie der Durchgang einer Kaltfront. Die Wirkung der Frontolyse vom 12. Oktober war am 13. kaum mehr spürbar, war also bedeutend schwächer als bei der Frontolyse vom 10. Oktober. Möglicherweise beruht dieser Unterschied darauf, dass unter dem Einfluss der ersten Front die Hauptmasse der physiologisch zugbereiten Vögel aufgebrochen war und demzufolge bei der Auflösung der zweiten Front keine äquivalente Zahl von zugbereiten Vögeln mehr vorhanden war. Die bei allen Singvögeln festzustellende Frequenzzunahme am 15. Oktober kann nur im Sinne einer «Schlechtwetter-Flucht» verstanden werden.

Aus den im Herbst 1965 beobachteten Erscheinungen im Zugverhalten der Vögel ergeben sich folgende Ergänzungen zu den auf Seite 76/77 aufgeführten fünf Punkten:

6. Frontolysen können in ähnlicher Weise zugstimulierend wirken wie Kaltfrontpassagen.
7. Während lang andauernder Hochdruckperioden zeigen die Vögel z. T. andere Reaktionen auf Wetteränderungen als unter dem Einfluss von rasch aufeinanderfolgenden Störungen.
8. Es genügen unter Umständen schon die im Zusammenhang mit einer *herannahenden* Störung auftretenden atmosphärischen Veränderungen, um einen Teil der zugbereiten Vögel zum Aufbruch zu bewegen. Die für uns auffälligste Veränderung ist in solchen Fällen die auftauchende Bewölkung. Es resultiert daraus das bekannte Phänomen der «Schlechtwetter-Flucht».
9. Bei der Interpretation von unterschiedlichen Beobachtungsergebnissen unter ähnlichen Witterungsbedingungen ist jeweils auch die Frage zu prüfen, ob in den verglichenen Zeiträumen mit einer adäquaten Zahl von physiologisch zugbereiten Vögeln im betreffenden Gebiet gerechnet werden darf.

8. Zur Wirkung der einzelnen meteorologischen Elemente auf den Tagzug

8. 1. Die Wirkung der Fronten

Aus den Beobachtungen der Jahre 1965 und 1966 geht hervor, dass Frequenzanstiege bei den von uns betrachteten Singvogelgruppen regelmässig im Zusammenhang mit Kaltfronten auftraten. Von total 6 Kaltfronten im Herbst 1965 wirkte sich eine als Staulage aus, eine als eigentliche Frontpassage, drei traten als Frontolysen in Erscheinung und eine erreichte das Gebiet von SW-Deutschland am Ende der Beobachtungsperiode. Von gesamthaft 10 Kaltfronten während des Lagers 1966 hatten 7 den Charakter von eigentlichen Kaltfrontpassagen gegenüber 2 Staulagen und einer Frontolyse. In allen drei Erscheinungsformen hatten die Kaltfronten einen deutlichen Einfluss auf die Intensität des Singvogelzuges. Es

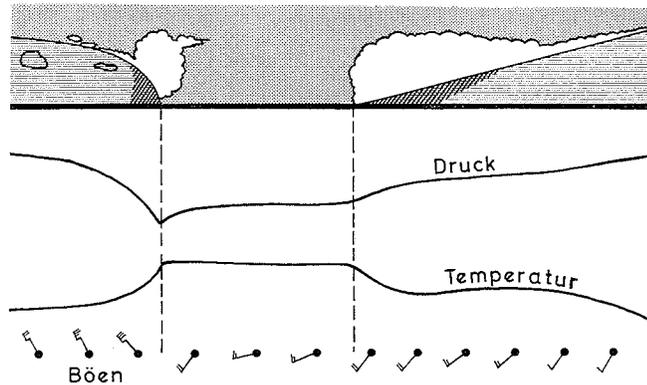


ABB. 33. Charakteristische Phänomene beim Durchgang einer Zyklone mit Fronten (nach EICHENBERGER 1966).

scheint, dass normalerweise das Abwandern einer Front aus dem Aufbruchgebiet (wie auch die Auflösung einer Front) zugstimulierend wirkt. Wenn während längerer Zeit keine Kaltfrontpassage stattgefunden hat, kann aber auch das Herannahen einer Front zu merklichen Frequenzanstiegen führen. Je näher die betreffende Front dem Beobachtungsgebiet kommt, desto ausgeprägter ist ihre Wirkung.

Da die meisten Autoren versucht haben, ein bestimmtes Wetterelement als massgebenden Faktor zu charakterisieren, wollen wir im Folgenden die Schwankungen der einzelnen meteorologischen Elemente im Detail betrachten und die Möglichkeit ihrer Wirkung diskutieren.

Im Idealfall zeigen die meteorologischen Elemente beim Durchgang einer Kaltfront ganz typische Veränderungen (vgl. Abb. 33)

1. Ansteigen des Luftdrucks
2. Sinken der Temperatur
3. Drehen des Windes
4. Kurzfristige Bewölkungszunahme (oft mit Niederschlägen), anschliessend Aufhellungen.

Es ist jedoch zu beachten, dass eine Front nicht eine Grenzfläche im geometrischen Sinne darstellt, sondern eine Übergangszone von bisweilen 100 oder 200 km Tiefe. Das zeitliche Auftreten der einzelnen Wetterphänomene kann deshalb stark variieren und auch die Intensität ist von Fall zu Fall verschieden. So kann sich z.B. das Sinken der Temperatur entweder am Anfang oder auch erst gegen das Ende dieser Grenzzone bemerkbar machen. Das Drehen des Windes kann gegenüber dem Beginn des Barometeranstieges um mehrere Stunden verschoben sein. Niederschläge können überhaupt ausbleiben.

In Gegenden mit ozeanischem Klima, besonders in Küstengebieten gestalten sich diese Verhältnisse noch weit komplizierter, indem zusätzliche Nebel- und Wolkenbildungen, Erwärmungen der tieferen Luftschichten sowie thermische Land- und Seewinde die Wirkung der Fronten überlagern oder abschwächen. Ebenso stark werden die einzelnen Wetterelemente durch orographische Einflüsse verändert: Die Winde folgen der Richtung der Bergketten und Täler, das Aufsteigen der Wolken an den Berglehnen führt zu vermehrten Niederschlägen. In

den Alpen können von Tal zu Tal oft extreme Temperatur- und Druckgradienten auftreten, da die Bergketten das untere Drittel der wetterwirksamen Atmosphäre gleichsam abriegeln und einen Ausgleich verhindern. Küstengebiete und Stationen in den zentralen Teilen von Gebirgen sind demnach für die Erforschung der Witterungsabhängigkeit des Vogelzuges nicht geeignet. Auch auf Ulmethöchi bietet die Interpretation der meteorologischen Daten (speziell bezüglich Wind und Temperatur) erhebliche Schwierigkeiten. Die Geländeeinflüsse sind so stark, dass es unmöglich ist, mit Messwerten einer einzelnen Wetterstation zu arbeiten. In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb meteorologische Daten von 4 Stationen aus SW-Deutschland (Stuttgart, Freiburg, Freudenstadt, Feldberg) und von 3 Stationen aus der NW-Schweiz (Basel, Ulmethöchi, Weissenstein) einbezogen.

8. 2. Luftdruck

Die Barometerkurven laufen mit geringen zeitlichen Verschiebungen auf allen Stationen praktisch parallel. Wir betrachten deshalb die Kurve von Basel als repräsentativ für das ganze Einzugsgebiet (Abb. 30c). Von den 10 markanten Anstiegen der Zugfrequenz im Herbst 1966 fanden 9 bei ansteigendem Luftdruck statt. Das Beispiel des 29./30. September zeigt aber, dass der steigende Luftdruck nicht die Ursache der verstärkten Zugbewegungen ist, sondern lediglich eine Begleiterscheinung der nördlich vom Beobachtungsgebiet vorüberziehenden Depressionen und ihrer Frontsysteme. Wenn die zu einer Front gehörende Zyklone im Anschluss an die Frontpassage selbst über die Messstation zieht, sinkt der Luftdruck auch nach dem Frontdurchgang (z. B. am 29./30. September). In Nord-europa fallen Zugmaxima sehr oft auf Tage mit sinkendem Barometer (SIIVONEN 1936), da ein grosser Teil der Zyklone direkt über Skandinavien hinweg zieht. Während längerer Hochdruckperioden mit geringen meteorologischen Veränderungen (Beobachtungsperiode 1965) kann der Barometerstand an den Hauptzugtagen gegenüber dem Vortag unverändert oder sogar tiefer sein, da Frequenzanstiege schon bei der Annäherung einer Front auftreten können. Die Laborversuche von WAGNER (1958) bestätigen unsere Ansicht, dass der Luftdruck keinen direkten Einfluss auf das Zuggeschehen hat.

8. 3. Temperatur

Im Mittelwesten der USA, wo weder marine noch orographische Einflüsse die Wirkung der Zyklone und ihrer Fronten stören, sind Kaltfronten in der Regel gefolgt von kalten, nördlichen Winden. In Nordamerika trifft deshalb das Auftreten von «rushes» (Zugwellen) meist ungefähr mit einem Temperaturrückgang zusammen. HASSLER und Mitarbeiter (1963) haben aber nachgewiesen, dass der Temperatursturz oft erst nach dem Hauptzugtag eintritt und deshalb nicht unmittelbar als auslösender Faktor in Betracht kommt. In Skandinavien dürften die Verhältnisse ähnlich liegen (vgl. v. HAARTMAN und BERGMAN 1943, SVÄRDSON 1953). Im Gebiet von Mitteleuropa haben wir drei verschiedene Arten von Kaltfronten zu unterscheiden:

- Kaltfronten aus nördlichen Regionen, die arktische Luftmassen mit sich führen und normalerweise eine Abkühlung bis auf den Boden bewirken.
- Kaltfronten, die von Labrador her über den Atlantik gegen den europäischen Kontinent vordringen und meist nur in den höher gelegenen Stationen eine Abkühlung bringen, während in der Ebene oft eine Erwärmung registriert wird.

— Kaltfronten, die aus südwestlicher Richtung gegen Mitteleuropa wandern und in unsern Breiten z. T. überhaupt keine spürbare Abkühlung mehr bringen.

Die Temperaturveränderungen, die im Zusammenhang mit den Frontdurchgängen zwischen dem 25. 9. und dem 21. 10. 1966 auftraten, sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Das Steigen oder Fallen der Temperatur innerhalb der letzten 24 Stunden ist für jeden Tag mit erhöhter Zugfrequenz angegeben (Messtermin 07.30 h).

TABELLE 2. Temperaturveränderungen im Zusammenhang mit Kaltfrontpassagen im Herbst 1966.

Datum	Weissenstein	Feldberg	Basel	Freudenstadt
26. 9.	+	+	+	+
27. 9.	—	—	+	+
29. 9.	—	+	—	+
30. 9.	—	—	○	+
2. 10.	—	○	○	—
3. 10.	○	+	+	+
6. 10.	—	○	○	—
9. 10.	+	+	—	+
10. 10.	—	—	+	—
13. 10.	+	—	+	+
17. 10.	—	—	—	—
19. 10.	—	+	+	+
20. 10.	—	—	—	—

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Temperaturschwankungen im Gebiet von SW-Deutschland und der NW-Schweiz äusserst komplex sind. Die Kaltfrontpassagen machen sich in der Mehrheit der Fälle nur auf den Höhenstationen durch einen Temperaturrückgang bemerkbar. Da die Hauptmasse der Tagzieher die Nacht in tiefer gelegenen Gebieten verbringt, dürfte auch in unserem Beobachtungsgebiet die Temperatur als zugauslösender Faktor kaum in Betracht kommen. Auch in der meteorologisch wenig gegliederten Beobachtungsperiode 1965 ist kein direkter Einfluss der Temperatur erkennbar (2 Hauptzugtage mit sinkender, 2 mit steigender und einer mit gleichbleibender Temperatur).

Wir möchten mit unserer Behauptung nicht der durch Laborversuche (z. B. SIIVONEN und PALMGREN 1936, PALMGREN 1937 b, PUTZIG 1938) belegten und auf Grund von Feldbeobachtungen weitgehend gefestigten Ansicht entgegentreten, dass tiefe Temperaturen im Herbst die Zugbereitschaft steigern und mildes Wetter das Anwachsen der Aufbruchstimmung verzögert. Wir möchten lediglich betonen, dass die Temperatur nicht unmittelbar auslösender Reiz ist, sondern nur dazu beiträgt, den Schwellenwert für die Auslösung des Zuges zu erhöhen bzw. zu senken.

8. 4. Windstärke

Alle Autoren geben übereinstimmend an, dass stürmische Winde die Zugintensität merklich beeinträchtigen (vgl. etwa DROST 1960). In der Zeit unserer Beobachtungslager war der Wind offensichtlich nie stark genug, um einen deutlich hemmenden Effekt zu zeigen. Auf Ulmethöchi wurden tagsüber nie Windgeschwindigkeiten über 20 Knoten gemessen. Auf dem Feldberg lagen die während des Tages gemessenen Höchstwerte zwischen 24 und 32 Knoten. Diese Höchstwerte wurden an Tagen mit sehr unterschiedlicher Zugintensität erreicht (1., 3., 15., 16., und 21. Oktober). Vgl. Abb. 34.

8. 5. Windrichtung

LACK (1960 b) zitiert verschiedene Arbeiten aus England und aus den Küstengebieten Europas, in denen übereinstimmend festgestellt wird, dass die Zugvögel Rückenwind bevorzugen. So erscheinen z. B. Einwanderer aus Skandinavien in Massen bei Winden aus NE bis E. Die beobachteten Frequenzmaxima beruhen in erster Linie auf Driftwirkung und stellen deshalb eher eine Verdichtung des Zuges an bestimmten Orten (Inseln, Küstenlinien) als eine Erhöhung der Zugintensität dar. In Arbeiten aus küstenfernen Gebieten der USA und aus Nordeuropa werden die höchsten Frequenzmaxima ebenfalls in Zusammenhang gebracht mit kaltem, nördlichem Wind (siehe bei LACK 1960b, wobei LACK die Kälte als wichtiger betrachtet als den Wind, 1963 aber seine Ansicht teilweise revidiert). Driftwirkung kann in diesen Fällen ausgeschlossen werden; es muss sich um eine wirkliche Erhöhung der Zugintensität handeln. Da aber kalte, nördliche Winde sowohl in Nordamerika als auch im nördlichen Europa nach dem Durchgang von Kaltfronten auftreten, ist es unmöglich zu entscheiden, ob nun die Kälte, der Rückenwind oder andere mit dem Frontdurchgang verbundene Faktoren zugstimulierend gewirkt haben.

In unsern Breiten können nach einem Frontdurchgang verschiedene Windrichtungen auftreten, je nach dem Herkunftsgebiet der betr. Zyklone. Typisch aber ist in jedem Falle ein Drehen der Windrichtung im Uhrzeigersinn und eine Veränderung der Windgeschwindigkeit.

- Arktische Kaltfronten, die von N her gegen unser Gebiet vorstossen, bringen vor der Front schwache, wechselnde Winde (vorwiegend aus dem Sektor W), nach der Front Winde aus N—E.
- Im Zusammenhang mit polaren Kaltfronten (aus Labrador), die von W her den Kontinent erreichen, dreht der Wind von SE-SW (vor der Front) auf SW—NW (nach der Front).
- Südatlantische Störungen bringen eine Winddrehung von SE—S auf S—W.

Da in Mitteleuropa offensichtlich jeder dieser drei Fronttypen zugauslösend wirken kann, sind wir zur Überzeugung gekommen, dass es für die Intensität des Zuges unwesentlich ist, ob die Vögel mit Rücken-, Seiten- oder Gegenwind fliegen (vgl. dazu BELLROSE und GRABER 1963). Auch HASSLER und Mitarbeiter (1963) kommen zum Schluss, dass nicht die nach der Frontpassage bestehende Windrichtung als Stimulus wirkte, sondern die während dem Durchgang der Front auftretende Änderung der Windrichtung. Aus den Angaben der meteorologischen Station Feldberg ergibt sich eine Windkurve (Abb. 34), die bei jedem Frontdurchgang einen Ausschlag nach rechts zeigt, was einer Drehung im Uhrzeigersinn entspricht. Es ist aber zu beachten, dass eine Warmfront auf Grund der Richtungsänderung des Windes kaum von einer Kaltfront unterschieden werden kann. Somit kann auch HASSLERS Theorie (dass das Umschlagen der Windrichtung als Auslöser funktioniere) nicht akzeptiert werden.

Bei der Betrachtung der Windgeschwindigkeiten fällt uns auf, dass bei Kaltfrontpassagen parallel zur Drehung der Windrichtung eine charakteristische Änderung der Windstärke erfolgt: nämlich ein Rückgang der Windgeschwindigkeit vor der Front und ein Anschwellen des Windes nach der Front. Auf Grund des Beobachtungsmateriales aus dem Jahre 1966 kann die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass der gleichzeitigen Veränderung von Richtung und Stärke

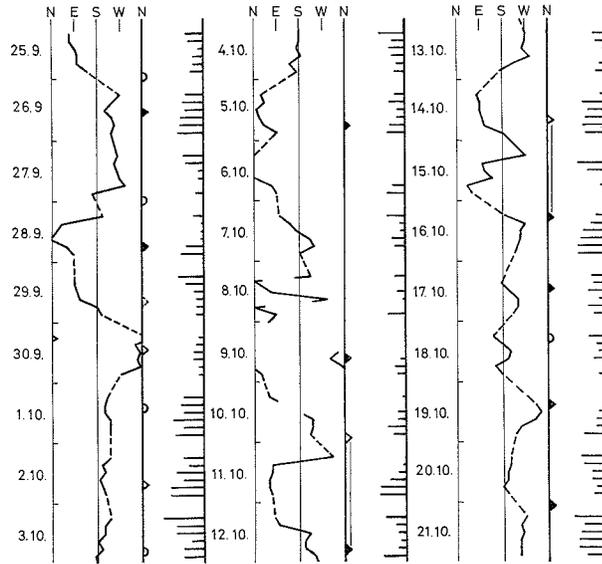


ABB. 34. Winddiagramm nach Daten der meteorologischen Station Feldberg. Angegeben sind in jeder Kolonne (von links nach rechts): Datum — Windrichtung — Warm- bzw. Kaltfronten und Staulagen — Windstärke (die Länge der waagrechten Striche gibt die Windgeschwindigkeit in Knoten an; die höchste Windgeschwindigkeit wurde am Morgen des 3. Oktober gemessen: Die Länge des betr. Striches entspricht einer Windgeschwindigkeit von 32 Knoten).

des Windes ein gewisser Einfluss auf das Zuggeschehen zukommen könnte. Die Wirkung des Windes kann aber nicht getrennt werden von all den übrigen atmosphärischen Veränderungen, die ebenfalls im Zusammenhang mit Kaltfronten auftreten und z. T. von den gebräuchlichen meteorologischen Instrumenten überhaupt nicht registriert werden.

Die besonderen Verhältnisse der Beobachtungsperiode 1965 (4 von 6 Hauptzugtagen mit östlichen bis nördlichen Winden, ohne vorherige Winddrehung) zeigen deutlich, dass der Wind allein als zugbestimmender Faktor nicht in Betracht kommt.

8. 6. Nebel und Regen

Nebel und starke Regenfälle wirken navigations- und flughemmend (vgl. etwa DROST 1960). In einer stationären Front kann deshalb der gesamte Zug zum Stillstand kommen (z. B. 11./12. Oktober 1966). Dabei ist nicht zu entscheiden, ob Regen und Nebel allein als zughemmende Faktoren genügen oder ob noch andere Faktoren der Front auf die Vögel einwirken. Nach Angaben von GEHRING (1963) ist bei ungestörter Wetterlage eine Nebeldecke von über 500 m Mächtigkeit nötig, um massive Zugbewegungen zu unterbinden. Dass Regenfälle über SW-Deutschland auch nach dem Abziehen der Front den Aufbruch der Zugvögel hemmen können, zeigen die Beispiele des 29. September und des 2. Oktober 1965.

Da bereits in Bewegung befindliche Vögel ihre Wanderung oft fortsetzen, auch wenn sie unterwegs in ein Schlechtwettergebiet geraten (SUTTER 1954), und

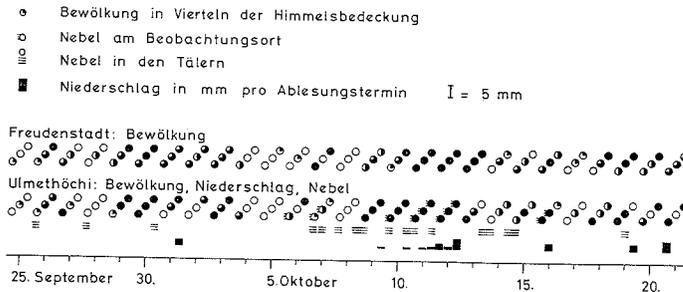


ABB. 35. Diagramm für Bewölkung, Nebel und Niederschläge.

zudem bei verschiedenen Arten und Gruppen unterschiedliche Verhaltensweisen zu erwarten sind, müssen zu diesem Problem weitere Daten gesammelt werden.

8.7. Bewölkung

Der Bewölkung scheint im Falle des Tagzuges keine unmittelbar zughemmende Wirkung zuzukommen, solange die Orientierung nicht verunmöglicht ist (vgl. GEHRING 1963), denn auch bei bedecktem Himmel kommen stärkste Zugbewegungen vor, wenn nicht zugleich eine Kaltfront über dem Gebiet liegt (siehe Abb. 35: 30. 9. und 10. 10.). Entsprechende Beobachtungen machten BELLROSE und GRABER (1963) bezüglich des Nachtzuges. Eine direkte Wirkung aber ist in vielen Fällen unverkennbar. So fallen z. B. alle Raubvogelmaxima auf Tage mit stärkeren Aufhellungen. Die Ringeltauben bevorzugen ebenfalls eindeutig schwache Bewölkung, unabhängig von Frontdurchgängen. Auch im Jahre 1965 erfolgten bei Raubvögeln und Tauben alle bedeutenden Frequenzanstiege im Zusammenhang mit Aufhellungen nach Tagen mit stärkerer Bewölkung.

Bei den von uns besprochenen Singvogelgruppen ist während der Beobachtungsperiode 1966 kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Bewölkung und Zugfrequenz zu erkennen, d. h. der Einfluss der Frontdurchgänge wirkt stärker als jeder andere Einfluss. Wenn aber über längere Zeit keine Front das Einzugsgebiet durchquert (z. B. vor dem 28. September 1966 und vom 3. bis zum 15. Oktober 1965), steigt offensichtlich bei den im Gebiet verweilenden Vögeln die Empfänglichkeit für zugauslösende Reize; die Reizschwelle sinkt. Erste Anzeichen einer herannahenden Front können schon zugauslösend wirken (auch wenn sich die Front anschliessend auflöst!). So führte das Herannahen einer Front von N-Deutschland her am 6./7. Oktober 1965 zu einem deutlichen Frequenzanstieg bei Distelfinken und Zeisigen. Die Front, die am 16. Oktober 1965 die Schweiz erreichte, bewirkte schon am 15. Oktober bei allen Finkenvögeln eine eigentliche «Schlechtwetter-Flucht». (Vgl. auch die undeutlichen Frequenzzunahmen bei einigen Singvogelarten am 26./27. September 1966). Als auffälligste Erscheinung vor der Ankunft einer Front empfinden wir das Auftauchen der Bewölkung. Die grosse Bedeutung des Gesichtssinnes im Leben der Vögel könnte ein Hinweis darauf sein, dass auch für die Auslösung des Zuges optischen Reizen (in diesem Fall der Bewölkung) eine gewisse Bedeutung zukommt.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei derart erniedrigter Reizschwelle auch andere Wetterfaktoren — unabhängig von Kaltfronten — zugstimulierend wirken können.

9. Schlussbetrachtung

9. 1. Zugbereitschaft und zugauslösende Faktoren

Voraussetzung für die Wirksamkeit von äusseren Faktoren im Sinne von zugauslösenden Reizen ist die innere Bereitschaft des Vogels für den Zug, die Zugdisposition. Ein endogenes Steuerungszentrum, dessen Zyklus mit dem Jahresverlauf synchronisiert ist, bestimmt für jede Art die jahreszeitliche Lage dieses Zustandes der Zugbereitschaft. Die Dauer der artspezifischen Zugzeit ist nach DORKA (1966) bei ausgeprägten Zugvögeln (Transsaharaflyer) enger begrenzt als bei Kurzstreckenziehern. Das Eintreten der physiologischen Zugbereitschaft wird bei Langstreckenziehern durch den saisonalen inneren Zyklus (bzw. durch die Photoperiodizität, vgl. etwa MERKEL 1960) bestimmt und ist weitgehend unabhängig von klimatischen Faktoren. Bei Kurzstreckenziehern hingegen sind Beginn und Ende der Zugzeit nicht so starr durch einen endogenen Rhythmus festgelegt, so dass Umweltfaktoren (wie Nahrungsangebot oder Temperaturverlauf) das Anwachsen der Zugbereitschaft beschleunigen oder verzögern, im Extremfall sogar verhindern können (WAGNER 1937 und 1938). Je weiter die innere Bereitschaft zum Zug anwächst, desto geringer ist der zur Auslösung des Aufbruchs nötige Reiz. Wir vermuten aber, dass sowohl bei Kurz- als auch bei Langstreckenziehern unter natürlichen Bedingungen ein momentanes Ereignis in der Umwelt der Vögel für die Auslösung des Aufbruchs aus dem Brutgebiet bzw. von einem Rastplatz verantwortlich ist.

Als auslösende Reize kommen in erster Linie meteorologische Faktoren in Betracht. Es ist aber bekannt, dass auch soziale Faktoren zugstimulierend wirken können (z. B.: Ruhende Schwärme werden von vorbeifliegenden Artgenossen «mitgerissen»). Unsere eigenen Untersuchungen lassen vermuten, dass bei einem grossen Teil der tagsüber ziehenden Kleinvögel (Kurzstreckenzieher) ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Zugfrequenz und dem Auftreten von Kaltfronten besteht. HASSLER und Mitarbeiter (1963) haben bezüglich des Nachtzuges (Langstreckenzieher!) in Nordamerika ebenfalls eine ausgesprochene Abhängigkeit von Frontdurchgängen wahrscheinlich gemacht.

9. 2. Die Wirkungsmöglichkeiten des Wetters

Das Wetter kann in verschiedener Weise auf den Zug einwirken. Es kann einerseits in gradueller Weise die physiologische Zugbereitschaft beeinflussen, andererseits das aktuelle Zuggeschehen. Für die Beeinflussung des aktuellen Zuggeschehens stehen zwei Möglichkeiten offen:

- Veränderung der Flugbedingungen (gutes bzw. schlechtes «Zugwetter»).
- Veränderung des psychosomatischen Zustandes der Vögel (zugauslösendes Wetter).

Beeinflussung der Zugbereitschaft: Einzelne Wetterfaktoren haben bei den von uns betrachteten Singvogelgruppen im Normalfall keine unmittelbar zugauslösende Wirkung. Die Temperatur kann aber indirekt durch Erhöhung der Zugbereitschaft, d. h. durch Senkung des Schwellenwertes für zugauslösende Reize auf das Zuggeschehen einwirken.

Wenn zugauslösende Reize während längerer Zeit ausbleiben (kräftige Hochdruckzone über dem Aufbruchgebiet) führt dies dank dem Anwachsen der endogen gesteuerten Zugbereitschaft ebenfalls zu einem Absinken der Reizschwelle.

Beeinflussung der Flugbedingungen: Schönes Wetter bietet bessere Flugbedingungen als schlechtes Wetter. Dem schlechten Wetter dürfte dabei eine direkt zughemmende Wirkung zukommen, während schönes Wetter lediglich als indifferente Wettersituation mit günstigen Flugbedingungen zu betrachten ist. (Es können bei schönem Wetter verschiedene Zugintensitäten auftreten, je nach der vorhergehenden Wetterentwicklung!).

Zugauslösende Wirkung: a) Raubvögel und Tauben: Von den untersuchten Vogelgruppen reagieren nur Raubvögel und Tauben regelmässig auf die Veränderung eines einzelnen meteorologischen Elementes. Die Auflösung der Bewölkung nach Tagen mit stärkerer Wolkenbedeckung wirkt zugauslösend; eine direkte Wirkung von Forntdurchgängen ist nicht evident.

b) Singvögel: Bezüglich der untersuchten Singvogelgruppen darf keines der klassischen meteorologischen Elemente als zugbestimmender Faktor bezeichnet werden. Zugauslösend wirkt der Wechsel zwischen verschiedenen Wettersituationen. Eine bestimmte Wetterlage hat keine Eigenbedeutung (wenn sie nicht in elementarer Weise den Zug hemmt), sondern sie wirkt als Veränderung der bisherigen Situation. Dabei muss damit gerechnet werden, dass von den Diskontinuitätsflächen in der Atmosphäre Wirkungen ausgehen, die von den üblichen meteorologischen Instrumenten nicht registriert werden, deren biotrope Bedeutung aber möglicherweise grösser ist als diejenige der klassischen meteorologischen Elemente (vgl. z. B. SCHÜEPP 1954, MÖRIKOFER 1959). Es ist aber anzunehmen, dass auch unter Berücksichtigung dieser wenig bekannten Einflüsse das Entstehen der Aufbruchstimmung nicht als einfache Beantwortung einer stets in gleicher Form auftretenden Reizsituation verstanden werden kann. Die Reaktionen der Vögel auf einen bestimmten Reiz sind offenbar verschieden, je nach den Reizsituationen, die sie vorher erlebt haben. Während einer Schönwetterperiode wirken schon die im Zusammenhang mit herannahenden Störungen auftretenden atmosphärischen Veränderungen zugstimulierend. Das Resultat ist eine Schlechtwetter-Flucht. Bei allgemein schlechter Wetterlage wirkt das Herannahen einer neuen Störung nicht zugstimulierend. Das Abwandern der Front, das wir selbst als Lösung eines Spannungszustandes empfinden, scheint aber in jedem Fall als Auslöser zu wirken. Besonders bei Langstreckenziehern mit ihrer relativ kurzen Zugzeit ist aber zu berücksichtigen, dass von zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Kaltfronten die zweite eine geringere Zahl physiologisch zugbereiter Vögel antrifft als die erste (vgl. LOWERY & NEWMAN 1966).

ZUSAMMENFASSUNG

1. Anhand von Feldbeobachtungen aus zwei Herbstzugperioden auf Ulmethöchi/BL wurde der Einfluss des gesamten Witterungsverlaufes sowie der einzelnen Wetterelemente auf die Zugfrequenz von tagsüber wandernden Kurzstreckenziehern untersucht.
2. Es wurden nur Arten berücksichtigt, deren Zug sowohl bei schönem Wetter mit schwachen Winden als auch bei schlechtem Wetter mit stärkeren westlichen Winden einer quantitativen Beurteilung zugänglich war.
3. Ein Vergleich des gesamten Witterungsverlaufes mit den Frequenzkurven von Finken, Stelzen, Piepern und Meisen ergab eine auffallende Korrelation zwischen dem Auftreten von Kaltfronten und den Hauptzugtagen dieser Singvögel.
4. Die Analyse der meteorologischen Elemente und ihres Einflusses auf das Zuggeschehen zeigte, dass es unmöglich ist, die Schwankungen eines einzelnen Wetterelementes als ausschlaggebend für die auftretenden Massenzugtage zu bezeichnen. Zugauslösend

scheint — besonders bei relativ hoher Reizschwelle (d. h. bei geringer Zugbereitschaft) — nur die Gesamtheit der im Zusammenhang mit einem Luftmassenwechsel auftretenden atmosphärischen Veränderungen zu wirken. Bei niedriger Reizschwelle (wenn während längerer Zeit kein auslösender Reiz zu einem Aufbruch der zugbereiten Vögel geführt hat) können schon die vor der Ankunft einer Front auftretenden atmosphärischen Veränderungen stimulierend wirken. Die Möglichkeit, dass unter solchen Bedingungen auch einzelne Wetterfaktoren unabhängig von Kaltfronten als Auslöser fungieren, kann nicht ausgeschlossen werden.

5. Bei Raubvögeln und Tauben ist kein direkter Zusammenhang zwischen Kaltfrontpassagen und Zugfrequenz sichtbar. Die Frequenzanstiege dieser beiden Gruppen erfolgen im Zusammenhang mit Aufhellungen nach Tagen mit stärkerer Bewölkung.
6. Das Zusammenspiel von endogenem Rhythmus und exogenen Einflüssen wird diskutiert. Für die Auslösung des Aufbruchs dürfte sowohl bei Kurz- als auch bei Langstreckenziehern ein äusserer Reiz notwendig sein.

SUMMARY

1. At a station in the Jura 12 miles south of Basle migration data about diurnal short-distance migrants have been collected during two autumns (late September and October). The influence of general weather development and of different weather-elements on the volume of migration is studied.
2. The present paper refers to species only, whose flying-height allows to estimate the volume of migration in anticyclonic weather with light winds as well as in variable weather with moderate to strong headwinds.
3. A comparison of the general weather development with the density-time curves of finches, wagtails, pipits and tits shows a striking correlation between passages of cold fronts and the waves of passerine migration.
4. The analysis of meteorological elements and their influence on migration shows that it is impossible to make responsible one single weather-element for the observed mass flights. Only the total of the atmospheric variations connected with a change of air masses seems to have a releasing effect — especially when the threshold for releasers is high (i. e. when migratory readiness is low). A long period without any stimulus initiating migration may lead to a lowering of the threshold. In this case already the atmospheric variations appearing before the arrival of a front may stimulate migration. It cannot be excluded that under such circumstances single weather-factors may have a similar effect independent of cold fronts.
5. Migration frequency of Wood-Pigeons and birds-of-prey shows no direct connection with passages of cold fronts. Migration of these two groups normally increases in volume during a clearing up after days with cloudy weather.
6. The interaction between internal rhythms and external factors is discussed. Releasing of departure seems to depend on an external stimulus in short-distance migrants as well as in long-distance migrants.

LITERATUR

- BAGG, A. M., GUNN, W. W. H., MILLER, D. S., NICHOLS, J. T., SMITH, W., WOLFARTH, F. P. (1950): Barometric pressure-patterns and spring bird migration. *Wilson Bull.* 62: 5—19.
- BELLROSE, F. C. and GRABER, R. R. (1963): A radar study of the flight directions of nocturnal migrants. *Proc. XIIIth Int. Orn. Congr., Ithaca 1962*: 362—389.
- BENNET, H. G. (1952): Fall migration of birds at Chicago. *Wilson Bull.* 64: 197—220.
- BERGMAN, G. (1938): Auffallender Raubvogelzug unter der Einwirkung von steigenden Luftströmungen. *Orn. Fenn.* 15: 107—111.
- BRUDERER, B. (1966): Herbstzugbeobachtungen im Jura. (Bericht über die Feldbeobachtungen auf Ulmethöchi/BL, 1962—1965). *Orn. Beob.* 63: 147—160.
- BRUNS, H. (1953): Zur Flughöhe und Sichtbarkeitsgrenze fliegender Vögel. *Orn. Mitt.* 5: 105.

- CASEMENT, M. B. (1966): Migration across the Mediterranean observed by radar. *Ibis* 108: 461—491.
- COOKE, W. W. (1913): The relation of bird migration to the weather. *Auk* 30: 205—221.
- CORNWALLIS, R. K. (1956): Autumn migration on the east coast of Britain in relation to weather. *Ardea* 44: 224—231.
- CROUSAZ, G. DE (1961): La migration d'automne des Motacillidés aux cols de Cou-Bretolet. *Nos Oiseaux* 26: 78—104.
- DENNIS, J. V. (1954): Meteorological analysis of occurrence of grounded migrants at Smith Point, Texas, April 17—May 17, 1951. *Wilson Bull.* 66: 102—111.
- DORKA, V. (1966): Das jahres- und tageszeitliche Zugmuster von Kurz- und Langstreckenziehern nach Beobachtungen auf den Alpenpässen Cou/Bretolet (Wallis). *Orn. Beob.* 63: 165—223.
- DROST, R. (1960): Über den nächtlichen Vogelzug auf Helgoland. *Proc. XIIth Int. Orn. Congr., Helsinki* 1958: 730—736.
- DRURY, W. H. and KEITH, J. A. (1962): Radar studies of songbird migration in coastal New England. *Ibis* 104: 449—489.
- EASTWOOD, E. and RIDER, G. C. (1965): Some radar measurements of the altitude of bird flight. *Brit. Birds* 58: 393—426.
- EATON, E. H. (1904): Spring bird migration of 1903. *Auk* 21: 341—345.
- EICHENBERGER, W. (1966): Flugwetterkunde. 3. Aufl. Zürich 1966.
- GEHRING, W. (1963): Radar- und Feldbeobachtungen über den Verlauf des Vogelzuges im Schweizerischen Mittelland: Der Tagzug im Herbst (1957—1961). *Orn. Beob.* 60: 35—68.
- GÉROUDET, P. (1959): Une migration massive d'hirondelles au Col de Bretolet. *Nos Oiseaux* 25: 78—87.
- GRIMMER, R. (1953): Zur Sichtbarkeitsgrenze fliegender Vögel. *Orn. Mitt.* 5: 150.
- GRUYS-CASIMIR, ELISABETH M. (1965): On the influence of environmental factors on the autumn migration of Chaffinch and Starling: A field study. *Arch. Néerlandaises Zool.* 16: 175—279.
- HAARTMAN, L. v. and BERGMAN, G. (1943): Der Herbstzug an zwei Orten in Südfinnland und seine Abhängigkeit von äusseren Faktoren. *Acta Zool. Fenn.* 39: 1—33.
- HASSLER, SYLVIA S., GRABER, R. R., BELLROSE, F. C. (1963): Fall migration and weather, a radar study. *Wilson Bull.* 75: 56—77.
- KRAMER, G. (1931): Zug in grosser Höhe. *Vogelzug* 2: 69—71.
- LACK, D. (1960a): The height of bird migration. *Brit. Birds* 53: 5—10.
- (1960b): The influence of weather on passerine migration. A review. *Auk* 77: 171—209.
- (1962): Migration across the southern North Sea studied by radar. Part 3. Movements in June and July. *Ibis* 104: 74—85.
- (1963): Weather factors initiating migration. *Proc. XIIIth Int. Orn. Congr., Ithaca* 1962: 454—467.
- LEIVO, O. (1938): Über einen intensiven Massenzug im Frühling und seine Ursachen. *Orn. Fenn.* 15: 93—104.
- LIBBERT, W. (1957): Massenzug des Kranichs (*Grus grus*) im Herbst 1955 und seine Ursachen. *Vogelwarte* 19: 119—132.
- LOWERY, G. H. & NEWMAN, R. J. (1966): A continentwide view of bird migration on four nights in October. *Auk* 83: 547—586.
- MASCHER, J. W. (1955): The effect of weather conditions on the spring migration in Mälardalen 1953. *Vår Fågelvärld* 14: 96—112.
- MERKEL, F. W. (1960): Zur Physiologie der Zugunruhe nächtlich ziehender Kleinvögel: Eine Arbeitshypothese. *Proc. XIIth Int. Orn. Congr., Helsinki* 1958: 507—512.
- MÖRIKOFER, W. (1959): Unsere heutigen Anschauungen zum Problem der Wetterfühligkeit. *Ann. Schweiz. Ges. Balneol. u. Bioklimatol.* Heft 46/48, 1957—1959: 129—139.
- NISBET, I. C. T. (1955): Atmospheric turbulence and bird flight. *Brit. Birds* 48: 557—559.
- PALMGREN, P. (1937a): Über einen auffälligen Massenzug, nebst Erörterungen über die zugstimulierenden Witterungsfaktoren und den Richtungssinn der Vögel. *Orn. Fenn.* 14: 4—17.
- (1937b): Auslösung der Frühlingzugunruhe durch Wärme bei gekäfigten Rotkehlchen, *Erithacus rubecula* (L.). *Orn. Fenn.* 14: 71—73.

- (1938): Studien über den zeitlichen Ablauf der Zugerregung bei gekäfigten Klein-
vögeln I. Orn. Fenn. 15: 1—16.
- (1939): Beobachtungen über die Zugverhältnisse bei einem Wetterfrontdurchgang
in Südfinnland. Vogelzug 10: 154—169.
- PUTZIG, P. (1938): Beobachtungen über Zuginruhe beim Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*).
Vogelzug 9: 10—14.
- RITCHIE, J. (1940): An analysis of the influence of weather upon a migratory movement
of birds. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 40: 299—321.
- RUDEBECK, G. (1950): Studies on bird migration based on field studies in southern
Sweden. Vår Fågelvärld Suppl. 1.
- RYCHNER, A. und IMBODEN, CHR. (1965): Herbstzugbeobachtungen auf dem Hahnen-
moospass. Orn. Beob. 62: 77—112.
- SCHÜEPP, W. (1954): Zur statistischen Prüfung des Meteorotropismus in einem Gebirgstal.
Wetter u. Leben 6: 104—109.
- SIIVONEN, L. (1936): Die Stärkevariation des nächtlichen Zuges bei *Turdus ph. philomelos*
Brehm und *T. musicus* L., auf Grund der Zuglaute geschätzt und mit der Zug-
unruhe einer gekäfigten Singdrossel verglichen. Orn. Fenn. 13: 59—63.
- SIIVONEN, L. & Palmgren, P. (1936): Über die Einwirkung der Temperatursenkung auf
die Zugstimmung bei einer gekäfigten Singdrossel (*Turdus ph. philomelos* Brehm).
Orn. Fenn. 13: 64—67.
- SUTTER, E. (1945): Vogelzugbeobachtungen in den Freibergen im Herbst 1944. Orn.
Beob. 54: 70—96.
- (1954): Vogelzugbeobachtungen auf Maloja und Splügenpass. Orn. Beob. 37:
133—141.
- (1955): Vogelzug in den Schweizer Alpen. Acta XI Congr. Int. Orn., Basel 1954:
172—175.
- (1957): Radar als Hilfsmittel der Vogelzugforschung. Orn. Beob. 54: 70—96.
- SVÄRDSON, G. (1953): Visible migration within Fenno-Scandia. Ibis 95: 181—211.
- TINBERGEN, L. (1950): Der geheime Finkenzug. Orn. Beob. 47: 164—170.
- ULFSTRAND, S. (1960): Some aspects on the directing and releasing influence of wind
conditions on visible bird migration. Proc. XIIth Int. Orn. Congr., Helsinki 1958:
730—736.
- WAGNER, H. O. (1937): Der Einfluss von Aussenfaktoren auf den Tagesrhythmus wäh-
rend der Zugphase. Vogelzug 8: 47—54.
- (1958): Vogelzug, Umweltreize und Hormone. Verh. Deutsch. Zool. Ges. Graz
1957: 289—298 (Zool. Anz. 21, Supplementband).

B. Bruderer, Zoologischen Anstalt der Universität, Rheinsprung 9, 4051 Basel

KURZE MITTEILUNGEN

Mehlschwalben finden Nestbaustoffe an einer Nagelfluhwand. — Am Nach-
mittag des 26. Mai 1967 fiel mir an der Falkenfluh bei Oberdiessbach auf, wie
in gewissen Zeitabständen eine Gruppe von etwa 25 Mehlschwalben *Delichon*
urbica die Wand anflug und sich darin niederliess. Im nördlichen Teil des Nagel-
fluhfelsens rinnt Wasser herab, wodurch ein gut 10 Meter breiter, deutlich dunkler
gefärbter Streifen entstanden ist. Ein schmales, kaum bewachsenes Felsband trennt
die feuchte Fläche in zwei Stücke. Das Bändchen und Stellen wenig unterhalb
davon bildeten nun den Anziehungspunkt der Mehlschwalben. Die Vögel klam-
mertem sich dort an und pickten etwas auf. Nach einigen Standortwechseln und
kleineren Zänkereien erhoben sie sich und flogen in südlicher Richtung davon.
Später trafen die Schwalben erneut ein, suchten die gleichen Plätze auf und ent-
fernten sich wieder. Vor meinem Weggehen beobachtete ich das Schauspiel noch
ein weiteres Mal. Jeder Aufenthalt am Felsen dauerte um zwei Minuten, und bis
zur nächsten Rückkehr verstrichen stets etwa 20 Minuten.

Zweifellos sammelten dort die Schwalben Baustoffe für ihre Nester. Beim
Band scheidet sich jedenfalls Kalk aus, der mit herangeführter feiner Erde und