

Berichte
des
Deutschen Wetterdienstes

Nr. 21
(Band 3)

DK 551.582 : 656.7

**Die flugklimatologischen Verhältnisse deutscher
Verkehrsflughäfen**

von

Hans Guss und Herbert Regula

(mit 24 Abbildungen und 19 Tabellen im Anhang)

Bad Kissingen 1956

Inhalt

	Seite		Seite
1. Zweck der Darstellung	3	6.1.2. Regionale Unterschiede der Wind- verhältnisse	7
2. Beobachtungsmaterial	3	6.1.3. Windverhältnisse der einzelnen Flug- plätze	7
2.1. Grenzen der Repräsentation der 6jährigen Beobachtungsreihen	3	6.2. Windkomponenten in Startbahnrichtung ..	8
3. Luftdruck	4	6.2.1. Ermittlung der Windkomponenten	8
3.1. Langjährige Luftdruckextreme	4	6.2.2. Beispiele für Windkomponenten in Startbahnrichtung	8
3.2. Luftdruckschwankungen	4	7. Schlechtwetterverhältnisse	8
3.2.1. Räumliche Luftdruckunterschiede	4	7.1. Schwellenwerte für Sichtweite und Höhe der Wolkenuntergrenze	9
3.2.2. Zeitliche Luftdruckschwankungen	4	7.2. Aufteilung der Schlechtwetterbedingungen nach Sichtweite und Wolkenuntergrenze ..	9
4. Temperatur	4	7.3. Jährlicher Gang der Schlechtwetterverhält- nisse	9
4.1. Einfluß von Luftdruck und Temperatur auf die Luftdichte	4	7.4. Lokale Einflüsse auf das Flugplatzwetter	9
4.1.1. Flughafen-Bezugstemperatur	5	7.5. Schwankungen der Schlechtwetterverhält- nisse in einzelnen Jahren	9
4.2. Mittelwerte der Temperatur	5	7.6. Zur Frage der Ausweichhöfen	10
4.2.1. Isoplethen der Temperatur, Definition..	5	7.7. Täglicher Gang der Schlechtwetterverhält- nisse	10
4.2.2. Täglicher und jährlicher Gang der Temperatur	6	7.7.1. Darstellung des täglichen Ganges	10
4.2.3. Regionale Unterschiede der Temperatur	6	7.7.2. Erläuterung und Bedeutung des täg- lichen Ganges	10
4.3. Mittlere quadratische Abweichung der Temperatur	6	7.8. Stündliche Andauer der Schlechtwetter- bedingungen	10
4.4. Jahreszeitliche und regionale Unterschiede der mittleren quadratischen Abweichung der Temperatur	6	7.8.1. Darstellung der Andauerzeiten	11
4.5. Mittlere und absolute Monatsextreme der Temperatur	6	7.8.2. Andauerzeiten der Minimumbedingung	11
5. Feuchte	6	7.8.3. Andauerzeiten der Schlechtwetterlagen	11
5.1. Täglicher und jährlicher Gang der relati- ven Feuchte	7	7.9. Tageszeitlicher Beginn der Schlechtwetter- lagen	11
5.1.1. Jährlicher Gang der relativen Feuchte..	7	7.9.1. Darstellung des tageszeitlichen Beginns	11
5.1.2. Täglicher Gang der relativen Feuchte ..	7	7.9.2. Beginn von Wetterverschlechterung in Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeit	11
5.2. Mittlere quadratische Abweichung der re- lativen Feuchte	7	8. Schlußbemerkung	12
5.3. Minima der relativen Feuchte	7	Literatur	12
6. Bodenwind	7	Anhang (Verzeichnis der Tabellen und Abbildun- gen siehe Titelblatt des Anhanges)	
6.1. Windrosen	7		
6.1.1. Bedeutung der Windrosen	7		

Anschriften der Verfasser:

H. Guss, Bad Kissingen, Kurhausstraße 9

Dr. H. Regula, Bad Soden (Taunus), Feldbergstr. 14

1. Zweck der Darstellung

Vorbereitungen für den Luftverkehr, angefangen von der Anlage der Startbahnen und Schlechtwetteranflugschneisen bis zur Planung von Fluglinien, Festsetzung der Beladungsgrenzen der Flugzeuge, Einrichtung von Ausweichhäfen usw. erfordern in vielerlei Hinsicht eine Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse an den in Frage kommenden Flughäfen. Die technische Entwicklung im letzten Jahrzehnt, die durch die Einführung des Düsenantriebes gekennzeichnet ist, hat für einen auf Wirtschaftlichkeit bedachten Flugbetrieb teilweise eine noch stärkere Berücksichtigung der meteorologischen Faktoren zur Folge gehabt als es früher der Fall war.

Aus diesen Gründen hat der Deutsche Wetterdienst bereits seit Jahren in enger Anlehnung an die entsprechenden Empfehlungen der ICAO (1) die Schaffung flugklimatologischer Unterlagen in Angriff genommen. Das meteorologische Beobachtungsmaterial von den Verkehrsflughäfen und einer größeren Anzahl anderer Stationen wurde systematisch auf Lochkarten übertragen. Für den Beobachtungszeitraum 1949—53 wurde bereits eine Reihe von Auswertungen vorgenommen (2). Nunmehr ist durch die Wiederzulassung Deutschlands zum Weltluftverkehr in erster Linie eine umfassende flugklimatologische Bearbeitung der deutschen Verkehrsflughäfen dringlich geworden. So wurde die vorliegende meteorologische Statistik im Auftrage des Herrn Bundesministers für Verkehr bearbeitet, um insbesondere der neu gegründeten Deutschen Lufthansa die notwendigen Unterlagen für ihre Planungen zur Verfügung zu stellen.

In diesem Sinne sollen die nachfolgenden Tabellen und Darstellungen einen Überblick über die flugklimatologischen Bedingungen der Verkehrsflughäfen von Westdeutschland und Berlin vermitteln. Daß diese Bearbeitung nur die wichtigsten Daten liefert, denen spezielle Untersuchungen folgen sollen, braucht nicht besonders betont zu werden. Die meisten Fragen der Flugplanung werden sich jedoch bereits aus dieser Statistik beantworten lassen.

2. Beobachtungsmaterial

Als Material für die Statistiken konnten nunmehr die stündlichen synoptischen Beobachtungen an den Flughäfen Berlin, Hamburg, Bremen, Hannover, Düsseldorf*), Köln, Frankfurt, Stuttgart, Nürnberg **) und München aus den Jahren 1949—54 verwendet werden.

Der zur Verfügung stehende Zeitraum eines einheitlichen meteorologischen Beobachtungsmaterials von 6 Jahren ist für klimatologische Betrachtungen allerdings verhältnismäßig klein. Ein statistischer Vergleich der Beobachtungen vor dem 1. 1. 1949 mit denen nach diesem Zeitpunkt ist aber wegen der Änderung der Beobachtungsmethodik gerade bei den wichtigsten Elementen Sichtweite und Bewölkung nicht möglich, weil sich

*) Düsseldorf: Mai 1949 bis Dezember 1954.

**) Dieser Flughafen wurde Anfang 1955 von Nürnberg-Fürth nach Nürnberg-Kraftshof verlegt. Die hier gegebenen Daten für Nürnberg können daher nicht mehr als unbedingt repräsentativ für die jetzigen Verhältnisse gelten. Jedoch werden sie für die meisten Fragen noch brauchbare Unterlagen darstellen. Da die Lage des ehemaligen Flugplatzes in Nürnberg-Marienbergr derjenigen des neuen Platzes am ähnlichsten ist, wurden die entsprechenden Mittelwerte der Temperatur sowie die Häufigkeitsverteilungen des Windes von diesem Platz aus den zur Verfügung stehenden Beobachtungen 1935—42 tabellarisch beigelegt.

die früheren groben Beobachtungsstufen nicht in die jetzt vorgeschriebenen Intervalle überführen lassen. Störend wirken in dieser Hinsicht auch die Änderungen der meteorologischen Bedingungen, die durch Veränderung der Vegetationsverhältnisse an einzelnen Flugplätzen hervorgerufen wurden, z. B. durch Abholzung (Rhein-Main) oder durch zunehmende Bebauung sowie die Verlegung der Beobachtungsstationen. Für die derzeit in Betracht kommenden Flugplätze stehen im übrigen auch keine vollständigen synoptischen Beobachtungen eines einheitlichen Zeitraumes vor und nach 1949 zur Verfügung, so daß immer nur einige Stationen miteinander verglichen werden können. Aus diesen Gründen ist es angezeigt, nur die Beobachtungen nach 1949 zu benutzen und eine kurze homogene Reihe einer längeren mit Störungen, die nicht beseitigt werden können, vorzuziehen.

2. 1. Grenzen der Repräsentation der 6jährigen Beobachtungsreihen

Unter diesen Umständen erscheint es günstig, daß gerade bei den flugklimatologisch so wichtigen Elementen Sicht und Wolkenhöhe bereits relativ kurze Beobachtungsreihen durchaus brauchbare Ergebnisse liefern. Nach Untersuchungen von W. C. Jacobs und H. E. Landsberg (3) gilt dies in außertropischen Gebieten für Häufigkeitsverteilungen im Gegensatz zu Mittelwerten, wenn homogene Beobachtungsreihen von folgenden Mindestzeiträumen zugrunde liegen:

Ungefähre Anzahl der Jahre, die bei Häufigkeitsverteilungen für reelle Ergebnisse erforderlich sind

Element	Inseln	Küsten	Ebenen	Gebirge
Temperatur	10	15	15	25
Feuchte	3	6	5	10
Bewölkung	4	4	8	12
Sichtweite	5	5	5	8
Niederschlagsmenge	25	30	40	50

In dem hier bearbeiteten Material stündlicher Beobachtungen von Sichtweite und Bewölkung über 6 Jahre werden diese Zeiten im wesentlichen erreicht. Insgesamt sind je Station 52 560 stündliche Beobachtungen von 8 meteorologischen Elementen mittels Lochkarten bearbeitet worden — etwa 4 Millionen Einzelwerte — und diese meist mehrmals nach verschiedenen Gesichtspunkten.

Auch für die Darstellung der mittleren Temperaturverhältnisse erweist sich der Zeitraum von 6 Jahren praktisch als ausreichend; die errechneten Mittelwerte reihen sich stetig aneinander. Dagegen erhält man für die Temperaturextreme auf Grund 6jähriger Beobachtungsreihen noch keinen repräsentativen Wert. Hierfür sind langjährige Reihen erforderlich. Da solche von den Flughäfen nicht vorhanden sind, müssen als Ersatz die langjährigen Reihen herangezogen werden, die von den Beobachtungsstellen der benachbarten Städte vorliegen. Die auf dem Flugplatz und in der Stadt gemessenen Temperaturen stimmen zwar nicht vollständig miteinander überein, aber der Extremwert aus der langjährigen Reihe in der Stadt wird doch in den meisten Fällen die Verhältnisse besser darstellen als derjenige einer 6jährigen Beobachtungsreihe unmittelbar am Flughafen.

3. Luftdruck

Für das Flugwesen ist der Luftdruck in zweifacher Hinsicht bedeutungsvoll. Einmal muß er bei der Bestimmung der Flughöhe berücksichtigt werden, zum anderen beeinflusst der Luftdruck die Luftdichte und damit z. B. die Beladefähigkeit eines Flugzeuges. Wenn die Flughöhe, deren genaue Kenntnis für die Flugsicherheit unerlässlich ist, auf jedem Abschnitt der Strecke feststellbar sein soll, müssen die zeitlichen Änderungen und örtlichen Unterschiede des Luftdruckes bekannt sein.

3. 1. Langjährige Luftdruckextreme (Tab. 1—2)

Um ein Bild zu geben, in welchen Grenzen sich der Luftdruck in Mitteleuropa bewegt, sind in den Tab. 1 und 2 die monatlichen Extremwerte des Luftdruckes innerhalb des 6jährigen Zeitraumes aufgeführt, und zwar sowohl die Werte in Flugplatzhöhe (QFE) als auch die auf Meereshöhe reduzierten (QFF). Demnach beträgt der Unterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Luftdruck innerhalb dieses 6jährigen Zeitraumes in einem Wintermonat bis zu 70 mb, in einem Sommermonat bis zu 45 mb. In Süddeutschland, das der nordatlantischen Tiefdrucktätigkeit etwas ferner liegt als Norddeutschland, sind diese Unterschiede geringer.

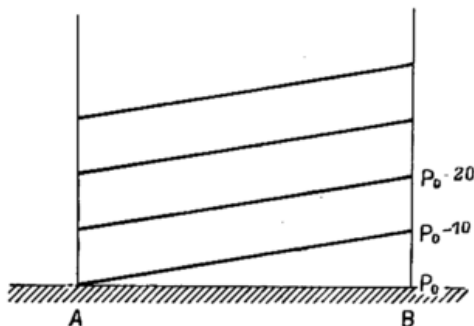
Ein Vergleich der Luftdruckextreme einiger deutscher Stationen aus einem 45jährigen Zeitraum mit denjenigen aus dem Zeitraum 1949—54 zeigt für den Sommer etwa dasselbe Bild, während sich die absolute Schwankungsbreite über viele Jahre im Winter ein wenig erhöht. Der größte monatliche Druckunterschied ergibt sich für Berlin im Januar mit 82 mb.

3. 2. Luftdruckschwankungen

Für die Sicherheit des Luftverkehrs spielen allerdings weniger die langperiodischen Druckschwankungen eine Rolle, als die gelegentlichen intensiven kurzfristigen Änderungen bzw. das Vorhandensein beträchtlicher Druckunterschiede auf relativ kurzen Entfernungen.

3. 2. 1. Räumliche Luftdruckunterschiede

Ein starkes horizontales Druckgefälle hat rasch eine beträchtliche Fehlanzeige des Höhenmessers zur Folge, wenn das Flugzeug in Richtung der stärksten Änderung fliegt und der Höhenmesser nicht nachgestellt wird. Auf Einzelheiten der Höhenbestimmung während des Fluges kann im Rahmen dieser Betrachtung nicht eingegangen werden. Eine umfassende Darstellung der hierbei auftretenden Probleme hat H. Sebastian gegeben (4), (5).



Ist der Bodendruck in A um 10 mb niedriger als in B, so bedeutet dies, daß ein Flugzeug, welches beim Start in B ($= p_0$) seinen Höhenmesser nach dem dort herrschenden Druck eingestellt hat und über B auf $p_0 - 20 \text{ mb} = 160 \text{ m}$ Höhe geht, über A nur noch 80 m hoch ist (barometrische Höhenstufe $\frac{\Delta p}{\Delta h} = \frac{-1 \text{ mb}}{8 \text{ m}}$), während der Höhenmesser noch 160 m anzeigt.

In diesem Zusammenhang ergibt sich die Frage, wie stark das Druckgefälle in Mitteleuropa werden kann. An Hand des verwendeten Materials wurde festgestellt, daß in nordsüdlicher Richtung 20 mb auf 500 km und in Ausnahmefällen auch Werte von annähernd 30 mb erreicht werden können. Zwischen Hannover und München (495 km) betrug der größte Bodendruckunterschied innerhalb von 4 Jahren 26.8 mb und zwischen Hannover und Hamburg (100 km) 8.1 mb.

3. 2. 2. Zeitliche Luftdruckschwankungen

Die stärksten Druckgradienten treten im Bereich von Sturmtiefs auf; ihr Durchzug ist daher zumeist mit raschen örtlichen Änderungen des Luftdruckes gekoppelt. Solche Schwankungen können in 3 Stunden maximal 12 mb und in 6 Stunden über 20 mb betragen wie nachstehende Aufstellung zeigt:

Tab. 3
Maximale zeitliche Änderungen des Luftdruckes in Meereshöhe (QFF)
Zeitraum 1949 — 1952

Stunden	Hamburg				München			
	Druckanstieg Sommer	Druckanstieg Winter	Druckfall Sommer	Druckfall Winter	Druckanstieg Sommer	Druckanstieg Winter	Druckfall Sommer	Druckfall Winter
1	2.7	7.0	4.2	4.4	—	—	—	—
2	5.0	10.8	5.2	8.0	—	—	—	—
3	6.9	12.1	7.2	11.6	9.4	12.6	9.6	7.8
4	8.3	13.6	9.3	14.8	—	—	—	—
6	11.3	18.1	12.4	21.3	—	22.5	—	15.0

Im allgemeinen vollziehen sich die Schwankungen allerdings wesentlich langsamer. In Hamburg betrugen die dreistündigen Luftdruckänderungen am Boden in 85% aller Fälle höchstens 1.5 mb im Sommer und 2.1 mb im Winter und in 95% aller Fälle höchstens 2.2 mb im Sommer und 3.2 mb im Winter.

Nur die restlichen 5% enthalten also die Werte, die das Drei- bis Vierfache betragen. Diese selteneren Fälle dürfen aber bei der Festsetzung der Flughöhen nicht außer acht gelassen werden, wenn man die Gefahr von Zusammenstoßen und Bodenberührung von vornherein ausschließen will.

4. Temperatur

(Abb. 1)

Die Steigerung der Flächenbelastung, die bei den Flugzeugmustern der Nachkriegszeit festzustellen ist, hat u. a. ein vermehrtes Interesse der Luftfahrt an den Temperaturverhältnissen der Flughäfen zur Folge, denn die Temperatur beeinflusst die Luftdichte und von dieser hängt wiederum die Tragfähigkeit der Flugzeuge, die Länge der Startbahnen und bei Düsenflugzeugen die Leistung der Triebwerke ab. Der Einfluß der Temperatur auf die Luftdichte ist etwa viermal so groß wie derjenige des Luftdruckes, in dem Sinne, daß einer Abnahme der Temperatur eine Zunahme der Luftdichte entspricht.

4. 1. Einfluß von Luftdruck und Temperatur auf die Luftdichte

Aus Tab. 4 geht hervor, in welchen Grenzen sich die Luftdichte bei den am Erdboden auftretenden Werten der Temperatur und des Luftdruckes ändert. Um den Einfluß beider Elemente getrennt zu zeigen, werden einige Beispiele von Extremwerten für die Temperatur einerseits und den Druck andererseits wiedergegeben. In der dritten Zeile der Tabelle wird für die Luftdichte die übliche Maßeinheit kg/m^3 verwendet. Bei $+15^\circ \text{C}$ und 1013 mb hat die Luftdichte den Wert 1.225 kg/m^3 .

Tab. 4
Höchste und tiefste Werte der Luftdichte in Berlin
1939 — 1944

	Winter 8 Uhr		Sommer 14 Uhr		
	1046	1048	988	997	1008
Luftdruck in mb:					
Temperatur in °C:	—20	—19	18	31	36
Luftdichte in kg/m³:	1.440	1.436	1.183	1.142	1.136
Höhe über/unter NN in der Normalatmosphäre, in welcher die Luftdichte ebenso groß ist wie bei diesen Luftdruck- und Temperaturwerten in Flugplatzhöhe	in m: —1720	—1690	360	725	780
	in ft: —5643	—5545	1181	2379	2559

Um einen anschaulichen Eindruck von der Größe des Einflusses von Luftdruck und Temperatur auf die Dichte und damit auf die Tragfähigkeit der Luft zu vermitteln, sind in den letzten beiden Zeilen der Tab. 4 die Höhen angegeben, in welchen in der Normalatmosphäre (standard-atmosphäre) die gleiche Dichte vorhanden sein würde wie bei den angegebenen extremen Bedingungen am Boden. Bei einem Luftdruck von 1008 mb und einer Temperatur von 36° C würde die zugehörige Dichte von 1.136 kg/m³ in der Normalatmosphäre erst in etwa 800 m Höhe erreicht werden, während man umgekehrt bei —20° und 1046 mb Druck in eine Tiefe von 1720 m gehen müßte, um in der Normalatmosphäre gleiche Dichte anzutreffen.

4. 1. 1. Flughafen-Bezugstemperatur

Zur Kennzeichnung des Temperatureinflusses auf die Luftdichte in Flugplatzhöhe wurde auf Grund internationaler Vereinbarung als Maßzahl eine sogenannte Flughafen-Bezugstemperatur T_F wie folgt definiert:

$$T_F = T_{m(w)} + \frac{T_{x(w)} - T_{m(w)}}{3}$$

Hierbei ist $T_{m(w)}$ die monatliche Mitteltemperatur des im Mittel wärmsten Monats (höchste Tagesmitteltemperatur) und $T_{x(w)}$ der monatliche Mittelwert der täglichen Temperaturmaxima des im Mittel wärmsten Monats.

Danach ergeben sich aus Tab. 6 folgende Werte für T_F :

Tab. 5
Flughafen-Bezugstemperatur (° C)
für Zeitraum 1949—54

Berlin-Tempelhof	20.6	Frankfurt-Rhein-Main	20.9
Hamburg-Fuhlsbüttel	18.8	Stuttgart-Echterdingen	20.1
Bremen-Neulanderfeld	18.9	Nürnberg-Fürth	20.5
Hannover-Langenhagen	19.2	Nürnberg-Marienberg	19.7
Düsseldorf-Lohausen	19.7	München-Riem	19.9
Köln-Wahn	19.4		

4. 2. Mittelwerte der Temperatur (Tab. 6)

Wegen der erheblichen Bedeutung der Flugplatz-Temperaturen für den Luftverkehr sind in Tab. 6 die

mittleren Temperaturen nach Monaten und Tageszeiten (8 Termine) für jeden der 10 Plätze angegeben. Zusätzlich sind in dieser Tabelle enthalten: die mittlere tägliche Temperatur des betreffenden Monats T_m = Mittelwert aus den 8 Terminmittelwerten des Monats, das mittlere tägliche Maximum T_x = Mittelwert aus den Maximumwerten der einzelnen Tage des betreffenden Monats und das mittlere tägliche Minimum T_n = Mittelwert aus den Minimumwerten der einzelnen Tage des betreffenden Monats.

Aus der Tabelle für Berlin ergibt sich zum Beispiel für Januar der monatliche Mittelwert aus den 8 täglichen Terminwerten der Temperatur zu 0.0° C. Diese Temperatur T_m liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem Mittelwert der Tageshöchsttemperaturen T_x = 1.8 und demjenigen der Tagestiefsttemperaturen T_n = —1.6° C.

Die Temperaturmessungen, aus denen die in Tab. 6 enthaltenen Mittelwerte berechnet sind, wurden in den Wetterhütten, also in 2 m Höhe und häufig in beträchtlicher Entfernung von der Startbahn vorgenommen. Sie stellen also nicht unmittelbar die Temperatur über der Startbahn dar. Bei Strahlungswetter treten Abweichungen auf, und zwar sind in der kalten Jahreszeit auf dem Rollfeld in der Nacht und morgens etwas tiefere, in der warmen Jahreszeit dagegen tagsüber höhere Temperaturen zu erwarten als in der Hütte. Nach Vergleichsmessungen auf dem Flughafen Rhein-Main in einer Höhe von 1.20 m über dem Rollfeld ergab sich, daß diese Temperaturen über dem Rollfeld bei Hüttentemperaturen über 29° C um etwa 0.5° C im Durchschnitt höher waren als letztere. Die maximale Differenz betrug 2.4° C.

Auf den Flughäfen Köln-Wahn und Düsseldorf-Lohausen wurden die Temperaturmessungen bis zum 31. 5. 1951 durchweg in 1.20 m Höhe über dem Boden in einer Thermometerhütte englischer Art vorgenommen, jedoch nicht über dem Rollfeld, so daß die Tageschwankung nur in geringem Maße verschärft wird. Die Abweichungen der ausgleichend wirkenden Mittelwerte gegenüber den Messungen in 2 m Höhe werden hier daher vermutlich nicht wesentlich sein.

4. 2. 1. Isoplethen der Temperatur, Definition

In Abb. 1 sind nun diese Mittelwerte von jedem Termin als sogenanntes Isoplethen-Diagramm wiedergegeben. Diese Isoplethen, die sich aus den 6jährigen Mittelwerten in der dargestellten Form zwanglos zeichnen ließen, sind Linien, die gleiche Temperatur-Mittelwerte der Tagesstunden in den Monaten miteinander verbinden. Sie stellen daher sowohl den tageszeitlichen als auch den jahreszeitlichen Gang der Temperatur kombiniert dar und vermitteln dadurch bei jedem Flugplatz

einen umfassenden Einblick in den doppelt-periodischen Wechsel der Wärmeverhältnisse und deren örtlicher Eigenart.

4.2.2. Täglicher und jährlicher Gang der Temperatur

(Abb. 1)

Der tägliche und jährliche Gang der Temperatur kommt in den Isoplethen sehr anschaulich zur Geltung; die periodischen Änderungen erweisen sich als recht ausgeglichen. Der vorherrschende Verlauf der Isoplethen parallel zur Tagesstundenachse bedeutet, daß die Temperaturänderungen im Laufe des Jahres im Mittel allgemein größer sind als diejenigen zwischen Tag und Nacht. Außer der Mitteltemperatur für jeden Zeitpunkt des Tages und Jahres kann aus den Isoplethen ferner entnommen werden, in welchen Tages- und Jahreszeiten eine Mitteltemperatur über oder unter einem gewissen Schwellenwert oder innerhalb eines bestimmten Intervalles vorherrscht. So beträgt z. B. die Temperatur bei fast allen Stationen von Mai bis September tagsüber im Mittel meist über 15° C, in Berlin von Juni bis August auch in der Nacht. Die flachen Ellipsen schließen die höchsten Tagestemperaturen im Sommer ein; ihre Lage zum Achsenkreuz des Diagrammes ist für das Klima der betreffenden Station charakteristisch.

4.2.3. Regionale Unterschiede der Temperatur (Abb. 1)

Regional betrachtet kommt naturgemäß die süd- und ostwärts zunehmende Kontinentalität zum Ausdruck, indem die Unterschiede zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter, allmählich größer werden. In Süddeutschland wirkt sich die wachsende Höhe temperaturerniedrigend aus: strenge Winter mit häufigerer und längerer Schneedecke und kühlere Sommer als es der südlichen Lage entspricht. Der wärmste Monat ist in Süddeutschland der Juli, während in Bremen und Hamburg der Einfluß der See mit ihrer langsamen Wärmeaufnahme im Juli und August annähernd gleiche Temperaturen bedingt. Im täglichen Gang treten die höchsten Temperaturen allgemein zwischen 14 und 15 Uhr auf, die tiefsten etwa um den Sonnenaufgang.

4.3. Mittlere quadratische Abweichung der Temperatur

(Tab. 6)

Da die Temperaturen im einzelnen um diese Mittelwerte mehr oder weniger stark streuen, ist es für die Beurteilung der wirklichen Temperaturverhältnisse unerlässlich, ein Maß für die Größe ihrer Streuung anzugeben. Das hierfür genaueste und übliche Maß ist die mittlere quadratische Abweichung (standard deviation), auch kurz „Streuung“ genannt. Sie wurde nach der üblichen Formel für große Kollektive ($\frac{1}{n}$ anstatt $\frac{1}{n-1}$) berechnet:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i (x_i - M)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i x_i^2 - M^2$$

Dabei bedeutet n = Anzahl der Fälle, x_i = Temperaturwerte und M = Mittelwert dieser Temperaturen. Je mehr die Einzelwerte von ihrem Mittelwert abweichen, um so größer wird σ . Verteilen sich die Einzelwerte symmetrisch um ihren Mittelwert, wie es bei monatlichen Terminwerten der Temperatur weitgehend der Fall ist, dann sind in dem Intervall $M \pm \sigma$ rund zwei Drittel aller Fälle enthalten. Beträgt z. B. $M = 10^\circ \text{C}$ und $\sigma = 3,0$, dann liegen zwischen 7 und 13° C also etwa zwei Drittel aller vorkommenden Werte. In das Intervall $M \pm 2\sigma$ fallen rund 95% aller Werte, und außerhalb der Grenzen $M \pm 3\sigma$ liegen weniger als 1% aller Fälle.

4.4. Jahreszeitliche und regionale Unterschiede der mittleren quadratischen Abweichung der Temperatur

(Tab. 6)

Aus den Werten für die mittlere quadratische Abweichung in Tab. 6 ergibt sich nun allgemein, daß die Temperaturen im Winter am Tage und in der Nacht ungefähr gleich große Schwankungen aufweisen, in der warmen Jahreszeit aber am Tage zur Zeit der größten Erwärmung erheblich mehr streuen als in der Nacht, weil der Unterschied der Erwärmung zwischen bewölkttem und heiterem Wetter im Sommer infolge der starken Sonnenstrahlung beträchtlich ist. Wie die Temperaturschwankungen allgemein, so wächst auch die Streuung mit zunehmender Kontinentalität, so daß in Hamburg im Juli um 3 Uhr mit $\sigma = 1,2$ der absolut kleinste Wert vorkommt, wogegen in München, Nürnberg und Stuttgart im April am Nachmittag σ -Werte bis 5,9 vorkommen, hervorgerufen einerseits durch die starke Erwärmung an heiteren Tagen und andererseits durch die häufigen Kälterückfälle im Frühjahr. So kann man bei eingehender Analyse von M und σ den Grundcharakter des Klimas schon recht gut erschließen.

4.5. Mittlere und absolute Monatsextreme der Temperatur (Tab. 7—10)

Für zahlreiche praktische Fälle werden die durchschnittlich (im Mittel vieler Jahre) und die absolut höchsten und tiefsten Temperaturen in den einzelnen Monaten benötigt. In Tab. 7 sind daher die mittleren monatlichen Extremtemperaturen wiedergegeben, die sich aus den jeweils 6 höchsten bzw. tiefsten Werten der entsprechenden Monate des 6jährigen Zeitraumes ergeben. Tab. 8 enthält die absoluten Extremwerte dieses 6jährigen Zeitraumes jeweils für die einzelnen Monate. Da 6 Jahre für die Feststellung eines absoluten Maximums bzw. Minimums eine etwas kurze Zeitspanne sind, werden zum Vergleich in Tab. 9 die mittleren und in Tab. 10 die absoluten Extremwerte einer rund 50jährigen Reihe beigelegt. Dabei muß jedoch in Kauf genommen werden, daß die Beobachtungen nicht vom Flughafen, sondern von der nahegelegenen Stadt stammen.

Ein Vergleich der entsprechenden Werte der kurzen und langen Beobachtungsreihe zeigt, daß die Abweichungen zum Teil nicht unerheblich sind. Dies gilt insbesondere für die tiefsten Minima, die in dem langjährigen Zeitraum — vorwiegend 1881—1930 — meist 4 bis 8° tiefer sind als in dem Zeitraum 1949—1954. In den Sommermonaten liegen dagegen die höchsten Maxima des Zeitraumes 1949—1954 häufig etwas über denen aus den 50jährigen Reihen! Es erscheint somit zweckmäßig, die beiden Tabellen 8 und 10 kombiniert zu verwenden.

5. Feuchte

(Abb. 2)

Die Betrachtung der Temperaturverhältnisse muß durch eine Darstellung der Luftfeuchtigkeit ergänzt werden, da diese bei den meisten wärmetechnischen Fragen ebenfalls in Rechnung zu stellen ist. Von den verschiedenen Maßzahlen: Dampfdruck, Taupunkt und relative Feuchte, wurde die letzte gewählt, weil das Sättigungsverhältnis für praktische Belange am besten geeignet erscheint und auch am anschaulichsten ist. So bedeutet z. B. eine relative Feuchte von 90%, daß die Luft zu 90% mit Wasserdampf gesättigt ist, also bis zum Eintritt von Kondensation in Form von Wolken oder Nebel nur noch 10% fehlen. Dies kann durch Zufuhr von Wasserdampf infolge Verdunstung oder durch Abkühlung der Luft erreicht werden.

5.1. Täglicher und jährlicher Gang der relativen Feuchte (Tab. 11, Abb. 2)

Ebenso wie bei der Temperatur wurden auch bei der relativen Feuchte Terminmittelwerte gebildet und diese ebenfalls entsprechend der Temperatur (vergl. 4.2.1.) in Form von Isoplethen dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß der tägliche und jährliche Gang der Feuchte in großen Zügen entgegengesetzt zu demjenigen der Temperatur verläuft: höchste Werte im Winter und in der Nacht, niedrigste im Sommer am Nachmittag.

5.1.1. Jährlicher Gang der relativen Feuchte

Auffällig ist jedoch die bei den meisten Stationen — außer in München und zum Teil in Nürnberg — deutlich zum Ausdruck kommende Verschiebung des Feuchteminimums in den Frühsommer bzw. in das Frühjahr hinein gegenüber dem Temperaturmaximum, das meist im Juli/August auftritt. Die Ursache beruht in folgendem: Die Luftfeuchtigkeit ist — ebenso wie die Temperatur — ein wesentliches Merkmal der Luftmassen. Maritimluft hat allgemein einen höheren Feuchtegehalt, Kontinentalluft ist dagegen ziemlich trocken (daher auch die durchschnittlich größere Bewölkungsmenge sowie die größere Häufigkeit und Menge der Niederschläge bei maritimer und polar-maritimer Luftzufuhr). Das frühlommerliche Feuchteminimum ist somit durch die stärkere Beteiligung kontinentaler Luftmassen in dieser Zeit hervorgerufen, bis dann im Juni die monsunartigen Lagen einsetzen und das Wettergeschehen bestimmen.

5.1.2. Täglicher Gang der relativen Feuchte

Der tägliche Gang ist an den Flugplätzen, die in einem feuchten Klimabereich gelegen sind, besonders stark ausgeprägt. Dies ist in Hamburg und Bremen durch den Einfluß der Nordsee der Fall. In ähnlicher Weise wirkt sich naturgemäß eine orographisch oder hydrographisch bedingte feuchte Lage eines Platzes aus. Täler und Becken sind erheblich feuchter als die höher und trockener gelegenen Ebenen abseits der großen Flußtäler.

5.2. Mittlere quadratische Abweichung der relativen Feuchte (Tab. 12)

Die großen örtlichen und zeitlichen Schwankungen der relativen Feuchte haben natürlich ungleich höhere Werte der mittleren quadratischen Abweichung zur Folge als es bei den Temperaturen der Fall ist. Grob gesehen ist die Streuung der relativen Feuchte am größten, wenn die Temperaturschwankungen am größten sind und umgekehrt. Dementsprechend erreicht σ seine höchsten Werte im März-April zwischen 18 und 20 Uhr und sein Minimum im Dezember zwischen 7 und 8 Uhr. Im Gegensatz zur Temperatur ist die Häufigkeitsverteilung der relativen Feuchte wegen der festen oberen Grenze von 100% nicht symmetrisch; die Mittel- und Streuungswerte sind daher auch nicht so repräsentativ wie bei der Temperatur. Regionale Unterschiede lassen sich aus den σ -Tabellen kaum entnehmen. Aus diesem Grunde wurden nur die Werte für Berlin und Stuttgart beigelegt.

5.3. Minima der relativen Feuchte (Tab. 13)

Die niedrigsten Werte treten gewöhnlich in den Mittagsstunden auf. Die tiefsten Minima wurden mit 14 bis 15% im April um 15 Uhr gemessen. Letztere kommen einmal durch den geringen Feuchtegehalt der im Frühjahr nach Mitteleuropa vordringenden Polarluft zustande, zum andern durch die beträchtliche Erwärmung, die diese in den Mittagsstunden infolge der bereits intensiven Sonneneinstrahlung erfährt.

6. Bodenwind (Abb. 3—13)

6.1. Windrosen (Abb. 3—7)

6.1.1. Bedeutung der Windrosen

Bei der Darstellung der Windrosen wurden die Windgeschwindigkeiten von 1 bis 6 Knoten (Beaufort 1—2), 7 bis 21 Knoten (Beaufort 3—5) und ≥ 22 Knoten ($\geq$ Beaufort 6) zusammengefaßt. Winde zwischen 1 und 6 Knoten begünstigen die Nebelbildung, wenn die übrigen Voraussetzungen dafür gegeben sind, während Windgeschwindigkeiten ab 7 Knoten im allgemeinen die gegenteilige Wirkung haben. Bei der Durchsicht der Windrosen fällt ferner auf, daß Winde mit östlichen Komponenten bei Geschwindigkeiten über 20 Knoten in Deutschland nur vereinzelt auftreten.

6.1.2. Regionale Unterschiede der Windverhältnisse

Die Deutung der Windrosen ist nur möglich bei genauer Kenntnis der orographischen Verhältnisse der näheren und weiteren Umgebung bis etwa 50 km. Es zeigt sich verschiedentlich, daß Höhenzüge bzw. Talformen, die unbedeutend erscheinen, trotzdem einen bestimmenden Einfluß auf die Luftströmung haben. Um diesem Gesichtspunkt Rechnung zu tragen, wurden die Ausführungen über die orographischen Auswirkungen in der Hauptsache von den betreffenden Flugwetterwarten beigelegt.

Bei den Flughäfen im norddeutschen Flachland (Hamburg, Bremen, Hannover und Berlin) ist keine nennenswerte Beeinflussung der Bodenwinde durch lokale Einflüsse anzunehmen. In der Tat stimmen die Windrosen dieser Plätze weitgehend überein. Sie sind also offenbar ein Spiegelbild der Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen im norddeutschen Flachland.

Die beträchtlichen Abweichungen, die bei Köln und Düsseldorf gegenüber den vorgenannten Flughäfen auftreten, sind daher auf die orographischen Besonderheiten in der Umgebung dieser Plätze zurückzuführen. Dagegen sind die Unterschiede zwischen Hamburg und München nicht allein orographisch bedingt, sondern wenigstens teilweise auf eine etwas andere Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen in Süddeutschland zurückzuführen.

6.1.3. Windverhältnisse der einzelnen Flugplätze

Hamburg, Bremen, Hannover und Berlin

Im einzelnen zeigen die Windrosen von den vier „ungestörten“ Flughäfen folgende Züge: Im Juli dominieren eindeutig die westlichen Winde (240°, 270° und 300°), alle östlichen Komponenten treten weitgehend zurück. Bis zum Oktober hat sich das Bild merklich verschoben: In Hamburg und Bremen sind westliche Winde (240°, 270° und 300°) gleich häufig wie die östlichen (60°, 90° und 120°). In Hannover und Berlin überwiegen zwar noch die westlichen Winde, aber der Unterschied gegenüber den östlichen ist gering. Im Januar dominieren wieder die westlichen Winde und die Richtung 240° tritt klar bei allen vier Plätzen als Hauptrichtung hervor. Außerdem ist in diesem Monat der Anteil starker Winde am größten (von den vier betrachteten Monaten). Die Winde aus nördlichen Richtungen (330°, 360° und 30°) treten ziemlich zurück. Bis zum April haben sich die Unterschiede zwischen den Hauptwindrichtungen wieder etwas ausgeglichen. Die westlichen Richtungen behalten jedoch ein deutliches Übergewicht.

Düsseldorf, Köln

Untereinander ziemlich ähnlich, aber von den vier oben genannten Stationen teilweise beträchtlich abweichend sind die Windrosen von Düsseldorf und Köln. Ganz auffallend ist die Häufigkeit der Richtung 150° und zum Teil deren Gegenrichtung 330°. Dies beruht auf der Leitwirkung des Rheintales, das alle Winde

aus dem Sektor zwischen Südwest und Ost beeinflusst, und zwar am stärksten im Oktober, wenn die verhältnismäßig stabilen Schichtungen ein Durchgreifen anders gerichteter Oberströmungen auf die bodennahen Schichten erschweren.

Frankfurt

Die Frankfurter Windrose weist in dreierlei Hinsicht orographische Einflüsse auf. Die Richtung 240° ist stark betont, weil hier der zwischen Frankfurt und Wiesbaden in nahezu gleicher Richtung sich erstreckende Taunus als Leitlinie wirkt. Die ebenfalls starke Betonung der Richtung 210° entspricht annähernd dem Verlauf des Rheintals bzw. der begleitenden Höhenzüge zwischen Mannheim und Frankfurt. Die Winde aus 30°, die zeitweise das Häufigkeitsmaximum auf dem Rhein-Main-Flughafen darstellen, kommen aus der Wetterau. Hier addieren sich die Leitwirkung von den Ausläufern des Vogelsberges bzw. des bei Frankfurt nach Nordosten umbiegenden Taunus mit einer Neigung zu absteigender Luftbewegung, die in strahlungsklaren Nächten in der zur Mainebene sich senkenden Wetterau auftreten kann. Nicht selten werden auf dem Kleinen Feldberg (825 m) in Übereinstimmung mit dem geostrophischen Wind südliche Winde gemessen, während auf dem Rhein-Main-Flughafen (110 m) der Wind aus Nordosten weht. Die höheren Windgeschwindigkeiten sind an dieser Strömung aber fast gar nicht beteiligt. Demgegenüber fällt die geringe Häufigkeit südöstlicher Winde (Odenwald) bzw. nordwestlicher Winde (quer zum Taunus) auf und zwar besonders im Oktober, d. h. bei stabilen Lagen.

Stuttgart

In Stuttgart dominiert die Windrichtung 240° als Folge der Leitwirkung der Schwäbischen Alb. Diese verläuft ca. 20 km südlich vom Platz in annähernd gleicher Richtung. Die Alb hat eine Kammhöhe von ca. 800 m mit steilem Abfall nach Norden. Während sie für die westlichen Winde als Leitschiene wirkt, hemmt sie andererseits die Entwicklung von Strömungen quer zu ihrem Verlauf, d. h. aus dem Sektor 120 bis 180°. Verhältnismäßig häufig sind in Stuttgart Winde aus den Richtungen 330 bis 30°. Dies ist vermutlich eine Auswirkung des Neckartales, das von Stuttgart aus in nördlicher Richtung verläuft. Außerdem wirkt der westlich des Platzes gelegene Schönbuch modifizierend auf die Strömung.

Nürnberg

Abgesehen von diesen Leitwirkungen liegt Stuttgart ähnlich wie der alte Flughafen von Nürnberg in Fürth verhältnismäßig windgeschützt, was aus dem relativ hohen Prozentsatz von Windstillen: in Stuttgart 18,5%, in Nürnberg 17,2%, in Bremen dagegen 3,6% im Mittel über die vier Monate hervorgeht. Da der Nürnberger Flughafen jedoch ab 1955 nach Kraftshof verlegt ist und dieser Platz eine etwas andere orographische Lage aufweist, sind die Windrosen des bisherigen Platzes von Fürth zumindest für die schwachen Winde bis etwa 5 Knoten nicht mehr repräsentativ. Für die stärkeren Winde, auf die es hauptsächlich ankommt, wird die Verteilung aber nur unwesentlich abweichen, so daß die Windrosen von Nürnberg-Fürth trotzdem wiedergegeben werden*).

München

Der Münchener Raum gehört, wenn auch im abgeschwächtem Maße, noch zum Einflußbereich der Alpenkette, die infolge ihrer Größe sich trotz der Entfernung von 50 bis 80 km noch bemerkbar macht. Insbesondere bei den starken westlichen Winden (Januar) ist ihre

Leitwirkung nicht zu verkennen. Auch bei den Richtungen von 30 bis 90° scheint sich eine solche Wirkung bemerkbar zu machen, wenn auch bei diesen Lagen noch schwache örtliche Zirkulationen (Nähe des Erdinger Mooses) eine Rolle zu spielen scheinen.

6. 2. Windkomponenten in Startbahnrichtung (Abb. 8-13)

Start und Landung spielen sich im modernen Luftverkehr ausschließlich auf festen Bahnen ab. Der Beitrag, den der Wind beim Start zum Auftrieb leistet, ergibt sich daher aus seiner Gegenkomponente in Richtung der Startbahn. Daraus erwächst für den Flugplaner das Bedürfnis, zur Abschätzung der Zuladungsmöglichkeiten Unterlagen über die Häufigkeitsverteilung der Windkomponenten in Startbahnrichtung zu bekommen.

6. 2. 1. Ermittlung der Windkomponenten

Die Ermittlung dieser Häufigkeitsverteilung geschieht mit Hilfe der Windrose. Das Rechenverfahren, welches dabei zur Anwendung kommt, ist zwar elementar, jedoch zu umständlich, um an dieser Stelle im einzelnen beschrieben zu werden.

Bei der Berechnung wurden die Komponenten in Startbahnrichtung zu Geschwindigkeitsintervallen von je 5 kt zusammengefaßt. In den Abbildungen 8-13 entspricht jedem solchen 5kt-Intervall eine Säule, deren Höhe die Häufigkeit in % ausdrückt, mit der dieses Geschwindigkeitsintervall in den einzelnen Monaten aufgetreten ist. Die Einteilung der Intervalle geht im einzelnen aus der am Fuß angebrachten Legende hervor. Die Festlegung: „Gegenwind — Rückenwind“ geschah in der Weise, daß bei den annähernd in West-Ostrichtung verlaufenden Startbahnen die westlichen Winde als Gegenwinde bezeichnet wurden.

6. 2. 2. Beispiele für Komponenten in Startbahnrichtung

Die Benutzung der Abbildungen 8-13 zur Ermittlung von Komponenten in Startbahnrichtung soll an zwei Beispielen erläutert werden:

- 1.) In Berlin verläuft die Startbahn in Richtung 90° bis 270°. Dort treten im April Komponenten in dem Intervall A (2,5 kt Gegenwind — 2,5 kt Rückenwind) mit einer Häufigkeit von 36% (aller Stundenbeobachtungen) auf. Gegenwindkomponenten zwischen 7,5 und 12,5 kt (Intervall C) hatten eine Häufigkeit von 12,5%, während Rückenwindkomponenten — also östliche Winde — zwischen 12,5 und 17,5 kt (Intervall D') gerade 1% Häufigkeit erreichen.
- 2.) In Köln sind in der Startrichtung 245° im September in 57% der Fälle Komponenten um 0 (d. h. zwischen 2,5 kt Gegen- und 2,5 kt Rückenkomponenten = Intervall A) zu erwarten. Gegenkomponenten (bezogen auf eine Startrichtung von 245°) zwischen 2,5 und 7,5 kt (Intervall B) treten mit 19,7%, Rückenkomponenten zwischen 7,5 und 12,5 kt (Intervall C') mit 1,5% relativer Häufigkeit auf.

Aus der Häufigkeitsverteilung der Windkomponenten in Startbahnrichtung können allerdings keine wesentlichen meteorologischen Rückschlüsse gezogen werden. Dies ist nur aus den oben beschriebenen Windrosen möglich.

7. Schlechtwetterverhältnisse

(Abb. 14-24)

Während die Sicht- und Bewölkungsverhältnisse dank der Blindflugtechnik bei entsprechend ausgerüsteten Flugzeugen im freien Luftraum kein Flughindernis bedeuten, sind sie bei Start und Landung immer noch ausschlaggebend. Auch heute noch gilt der Satz: „Fliegen heißt Landen.“ Jedes Instrumentenanflugverfahren ist zeitraubend und kann bei stark frequentierten Plätzen die planmäßige Abwicklung des Luftverkehrs verzögern.

* In Tab. 14 sind entsprechend Fußnote **) S. 3 außerdem die entsprechenden Häufigkeitsverteilungen des Windes von Nürnberg-Marienberg wiedergegeben.

Schlechte Sicht bzw. niedrige Wolken treten in bestimmten Jahreszeiten und zu bestimmten Tageszeiten häufiger als in anderen auf. Außerdem ergeben sich durch die geographische Lage und die Bodengestaltung in der näheren Umgebung wesentliche regionale Unterschiede, die bei einer klimatologischen Betrachtung deutlich zum Ausdruck kommen. Die Berücksichtigung der Schlechtwetterverhältnisse an den Flughäfen ist daher für eine Fluggesellschaft zur Aufstellung der Flugpläne und zur Vorbereitung von Ausweichmöglichkeiten von unmittelbar wirtschaftlicher Bedeutung.

7.1. Schwellenwerte für Sichtweite und Höhe der Wolkenuntergrenze

Die Schwellenwerte für Sichtweite und Wolkenuntergrenze, die bei dieser Untersuchung verwendet wurden, sind in Anlehnung an entsprechende ausländische Bearbeitungen gewählt worden. Auf diese Weise bestehen Vergleichsmöglichkeiten zwischen deutschen und ausländischen Statistiken. Es wurden unterschieden:

1. „Schlechtwetterbedingung“, bei der eine Landung nur mit Hilfe besonderer technischer Einrichtungen erfolgen kann, mit den Schwellenwerten: Sichtweite < 1 ml (1600 m) und/oder Hauptwolkenuntergrenze* < 500 ft (150 m), und
2. „Minimumbedingung“, bei der eine Landung unterbleiben soll, mit den Schwellenwerten: Sichtweite $< 1/2$ ml (800 m) und/oder Hauptwolkenuntergrenze < 200 ft (60 m).

Wie in der Definition durch die Worte „und/oder“ zum Ausdruck kommt, genügt es, wenn eines der beiden Elemente: Sicht oder Wolkenuntergrenze unter den betreffenden Schwellenwert abgesunken war.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß die Praxis des Luftverkehrs keine einheitliche Minimumbedingung kennt. Vielmehr bestimmt jede Fluggesellschaft für jeden anzufliegenden Platz gesondert die für ihre Besatzungen verbindlichen Grenzwerte des zulässigen Landewetters, die für Tag und Nacht verschieden sind und außerdem noch für die einzelnen Flugzeugtypen Unterschiede haben können. Trotzdem werden aber die obigen Schwellenwerte für die Schlechtwetter- und Minimumbedingungen bei klimatologischen Untersuchungen wegen der regionalen Vergleichbarkeit in verschiedenen Ländern zugrunde gelegt.

7.2. Aufteilung der Schlechtwetterbedingungen nach Sichtweite und Wolkenuntergrenze (Tab. 15—16)

Eine genaue meteorologische Deutung der Abbildungen ist im übrigen nicht ohne weiteres möglich, weil zwei verschiedenartige Witterungselemente miteinander kombiniert dargestellt sind. Der jeweilige Anteil der geringen Sichtweite oder der niedrigen Wolken an den gemeinsamen Häufigkeiten kann recht unterschiedlich sein. Um hierüber einen Anhaltspunkt zu erhalten, sind in den Tab. 15—16 die relativen Häufigkeiten der niedrigen Werte von Sichtweite und Wolkenuntergrenze getrennt mitgeteilt (vgl. (2), Tab. Ia). Daraus ergibt sich, daß der Anteil schlechter Sichtverhältnisse im allgemeinen dominiert, insbesondere natürlich im Herbst und Winter, in der Nacht und in den Morgenstunden, also in den Zeiten bevorzugter Nebelbereitschaft durch Ausstrahlung.

7.3. Jährlicher Gang der Schlechtwetterverhältnisse (Tab. 17, Abb. 14—15)

In den Zeilen „Mittel“ dieser Abbildungen ist dargestellt, in wieviel Stunden durchschnittlich in einem bestimmten Monat Schlechtwetterbedingungen entspre-

chend den oben gegebenen Definitionen (7.1.) aufgetreten sind. Hierbei ergibt sich übereinstimmend für alle Flughäfen, daß die Monate April bis August einschl. flugmeteorologisch am günstigsten sind und daß innerhalb dieser Zeitspanne — von den übrigen Monaten deutlich abgesetzt — nur recht geringfügige Unterschiede von Monat zu Monat auftreten. Bei den meisten Plätzen kann man auch noch den September in die Jahreszeit günstiger Bedingungen einbeziehen.

Demgegenüber erweist sich der Dezember fast bei allen Plätzen als der ungünstigste Monat des Jahres. November und Januar, an einigen Flughäfen auch der Februar, stehen ihm aber meistens wenig nach. Die Antwort auf die Frage, ob der Übergangsmonat März mehr zur günstigen oder zur ungünstigen Jahreszeit tendiert, hängt vom Küstenabstand des betreffenden Platzes ab: Bei den 5 nordwestdeutschen Flughäfen liegt der März mehr in der schlechten, bei den übrigen dagegen mehr in der günstigen Jahreszeit.

Bildet man in Tab. 17 unter „Schlechtwetter“ jeweils das Verhältnis der Stundenzahlen März/Dezember für die Flughäfen Hamburg, Bremen, Hannover, Düsseldorf und Köln, so erhält man als Durchschnittswert 0.8. Für die übrigen 5 Plätze dagegen ergibt sich ein Durchschnittswert von 0.3! Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Minimumbedingung.

7.4. Lokale Einflüsse auf das Flugplatzwetter

Vergleicht man die Dezemberwerte der Minimumbedingung miteinander, so fällt auf, daß München und Frankfurt als Binnenlandstationen und nicht etwa Hamburg und Bremen als küstennahe Stationen die größten Häufigkeiten erreichen. Hierbei zeigt sich deutlich, daß nicht nur der Küstenabstand als großräumiger geographischer Faktor für die Schlechtwetterhäufigkeit ausschlaggebend ist, sondern nicht selten auch örtliche Einflüsse eine dominierende Rolle spielen.

H. Regula hat in einer noch nicht veröffentlichten Untersuchung festgestellt, daß im Falle Frankfurt eine bestimmte synoptische Lage in Verbindung mit den geographischen Verhältnissen der weiteren Umgebung für diesen Spitzenwert verantwortlich ist: Im Dezember tritt häufig der Fall ein, daß über den Alpen ein Hochdruckrücken in westöstlicher Richtung verläuft oder daß sich ein Hochdruckkern im Alpenvorland befindet. Bei solchen Lagen ist zwischen Mannheim und Frankfurt eine schwache südliche Strömung vorhanden, die den Strahlungsnebel aus dem Rheintal vor den als Stauriegel wirkenden Taunus schiebt, wo die Auflösung sich relativ lange hinauszögert. Auf diese Weise wird durch die Eigentümlichkeiten des Geländes die Auswirkung einer speziellen synoptischen Lage sozusagen „überbetont“.

Im Falle München ist die große Nebelhäufigkeit im Dezember nach H. K. Müller ebenfalls auf Besonderheiten der Umgebung zurückzuführen. Wenn sich bei Hochdruckeinfluß im Alpenvorland in München Nebel bildet, so löst sich dieser gewöhnlich mittags auf. Nicht selten erfolgt dann aber bald vom Erdinger Moos her ein Nebeleinbruch, wodurch die Gesamtdauer des Nebels in München beträchtlich vergrößert wird.

Die vorstehenden Beispiele erweisen zur Genüge, daß auch die Häufigkeiten des Auftretens bestimmter synoptischer Lagen in Verbindung mit den örtlichen geographischen Faktoren (orographische, Boden- und Vegetationsverhältnisse in der Umgebung der Plätze) einen wesentlichen Einfluß auf das Vorkommen von Schlechtwetter haben.

7.5. Schwankungen der Schlechtwetterverhältnisse in einzelnen Jahren (Tab. 18, Abb. 14—15)

Außer den Durchschnittswerten für die Schlechtwetter- bzw. Minimumbedingung dürfen auch die relativ

* Die Hauptwolkenuntergrenze ist gleichbedeutend mit dem Begriff „ceiling“ und ist die Höhe derjenigen Wolkenschicht über Grund, die als unterste einen Bedeckungsgrad von mehr als $4/8$ aufweist.

großen Schwankungen, die in einzelnen Jahren auftreten, nicht außer acht gelassen werden. Die Abweichungen betragen nicht selten das Mehrfache des Mittelwertes, wie sich aus den Abb. 14 und 15 ergibt. In der Zeile „Max.“ ist die Höchstzahl und in der Zeile „Min.“ die geringste Anzahl von Stunden der gleichen Bedingungen dargestellt, die in einem Monat innerhalb dieser 6 Jahre aufgetreten sind.

Beispiel: Berlin hatte im Juli durchschnittlich 6 Stunden Schlechtwetter. Der ungünstigste Juli dieser 6 Jahre hatte jedoch 17 Stunden, der günstigste Juli dagegen überhaupt kein Schlechtwetter in diesem Sinne. Im Dezember hatte Berlin durchschnittlich 140 Stunden Schlechtwetter, im ungünstigsten Jahr waren es 232, im günstigsten 60 Stunden.

Abb. 15 enthält die entsprechende Darstellung für die Minimumbedingung.

Beispiel: Hannover hatte im März durchschnittlich 32 Stunden unter Minimum. Maximal waren es 90 Stunden, im günstigsten Falle dagegen 0.

Danach kann es also durchaus vorkommen, daß in einem Wintermonat 200 bis 300 Stunden Schlechtwetter auftreten, entweder infolge von anhaltenden zyklonalen Lagen oder durch hartnäckigen Nebel bei beständigem Hochdruckwetter. Man kann jedoch aus dem 6jährigen Material nicht ohne weiteres schließen, daß Düsseldorf, Frankfurt und München unbedingt die größte Bereitschaft dafür haben, weil sie die 300-Stundengrenze erreichen; denn es gibt auch bei diesen Plätzen Jahre, in denen die Gesamtzeit der Beeinträchtigung nur einen Bruchteil der sonst üblichen Stundenzahl ausmacht. Um die Unterschiede, die in den einzelnen Jahren vorkommen, richtig einschätzen zu können, sind in Tab. 18 die Schwankungen der monatlichen Häufigkeiten von Schlechtwetter- und Minimumbedingung für jedes einzelne Jahr wiedergegeben.

7.6. Zur Frage der Ausweichhäfen

In diesem Zusammenhang ist ferner folgende Frage bedeutungsvoll: Wenn auf einem Platz die Wetterbedingungen unter die Minimumgrenze absinken, ist es erforderlich, einen geeigneten Ausweichhafen zu finden. Im allgemeinen werden an zwei Plätzen um so seltener gleichzeitig ungünstige Wetterverhältnisse eintreten, je weiter die Plätze voneinander entfernt sind. H. Guss (6) hat für 6 deutsche Flugplätze die Frage der Eignung als gegenseitige Ausweichhäfen statistisch untersucht. Dabei ergab sich u. a., daß Stuttgart und Nürnberg mit Abstand die besten Ausweichhäfen für die west- und norddeutschen Plätze sind. Umgekehrt gilt dies zumeist nicht: Wenn der süddeutsche Raum von zyklonalem Wetter erfaßt wird, hat Norddeutschland vielfach noch schlechtere Bedingungen aufzuweisen. In solchen Fällen zeigte sich Nürnberg auch als Ausweichhafen für München und Stuttgart am besten geeignet.

7.7. Täglicher Gang der Schlechtwetterverhältnisse

Da das schlechte Wetter, insbesondere der Nebel, im allgemeinen einem ausgeprägten täglichen Gang unterliegt, ist dessen Darstellung sowohl für die Planung der Luftverkehrsgesellschaften wie für den beratenden Meteorologen von erheblicher Bedeutung. Es ergibt sich daraus einerseits, welche Stunden des Tages am häufigsten Schwierigkeiten in der pünktlichen Abwicklung des Verkehrs erwarten lassen, andererseits zu welcher Tageszeit im allgemeinen keine Verzögerungen eintreten werden und wie sich diese Verhältnisse von Monat zu Monat verschieben.

7.7.1. Darstellung des täglichen Ganges (Abb. 16—20)

Wenn man die Mittelwerte der Schlechtwetterstunden, die in den Abb. 14 und 15 bzw. in Tab. 17 für die verschiedenen Monate angegeben sind, in die Anteile

zerlegt, die auf jede der 24 Stunden des Tages entfallen, erhält man den in den Abb. 16 bis 20 dargestellten täglichen Gang der Schlechtwetter- bzw. Minimumbedingung. Auf der Ordinate ist aufgetragen, wie oft in dem betreffenden Monat zu der auf der Abszisse angegebenen Stunde (Greenwich-Zeit!) im Durchschnitt mit Schlechtwetter- bzw. mit Minimumbedingungen zu rechnen ist.

Beispiel: In Bremen tritt im November um 8 Uhr durchschnittlich 9mal Schlechtwetter auf, um 18 Uhr dagegen nur 3mal. Mit anderen Worten: In Bremen hat durchschnittlich fast jeder dritte Tag im November um 8 Uhr Schlechtwetter, um 18 Uhr dagegen jeder zehnte Tag. Im September treten in Bremen Verhältnisse „unter Minimum“ um 4 Uhr durchschnittlich 2mal auf, um 18 Uhr braucht man dagegen in diesem Monat nicht mit solchen Lagen zu rechnen.

7.7.2. Erläuterung und Bedeutung des täglichen Ganges

Aus den Abb. 16 bis 20 geht hervor, daß ähnlich wie beim jährlichen Gang die nächtliche Ausstrahlung als Schlechtwetter erzeugender und die Sonneneinstrahlung als auflösender Faktor eine dominierende Rolle spielen. Bei den meisten Stationen nimmt die Häufigkeit schlechten Wetters im Laufe der Nacht allmählich zu. Das Maximum der Häufigkeit wird aber im allgemeinen erst 1 bis 2 Stunden nach Sonnenaufgang erreicht. Besonders auffällig ist diese Verschiebung in den Wintermonaten bei den „Schlechtwetter“-Fällen, da es sich bei diesen, wie bereits erwähnt, zum überwiegenden Teil um Nebellagen handelt. Erst im Laufe des Vormittags tritt dann unter Einwirkung der Sonnenstrahlung eine Besserung der Sicht bzw. ein Anheben der Wolkenuntergrenze ein.

In den Monaten April bis September einschließlich ist diese Wirkung so stark, daß 4 bis 5 Stunden nach Sonnenaufgang praktisch die Minimumgrenze nicht mehr unterschritten wird und erst in der zweiten Nachthälfte wieder — meist flache — Bodennebelbildung einsetzt. Auch Schlechtwetterbedingungen kommen in der warmen Jahreszeit tagsüber nur vereinzelt vor.

Im Dezember gibt es demgegenüber bei manchen Plätzen überhaupt keine bevorzugte Tageszeit mehr; die Wirkung der Sonnenstrahlung ist in diesem Monat zumeist nicht ausreichend, um eine durchgreifende Besserung herbeizuführen. Im Januar bzw. November sind die Verhältnisse zwar ähnlich, aber doch nicht so ausgeprägt wie im Dezember.

Mit den Augen des Flugplaners gesehen besagen die Abbildungen, daß vornehmlich in der kalten Jahreszeit etwa 2 Stunden vor bis 4 Stunden nach Sonnenaufgang die ungünstigsten Wetterverhältnisse vorherrschen. Landungen werden in diesen Stunden am ehesten Verzögerungen unterliegen bzw. ein Ausweichen erforderlich machen. Im Dezember würde allerdings eine Verlagerung von Start- und Landezeiten auf andere Tagesstunden oftmals nicht den gewünschten Erfolg zeitigen.

7.8. Stündliche Andauer der Schlechtwetterbedingungen (Tab. 19, Abb. 21—22)

In den Darstellungen des täglichen Ganges ist die Häufigkeit schlechten Flugwetters zu den einzelnen Stunden des Tages ohne Beziehung auf die jeweils vorangegangene und nachfolgende stündliche Beobachtung angegeben. Daraus ist somit nicht ersichtlich, ob bzw. wieviele Schlechtwetterstunden zeitlich zusammenhängend aufgetreten sind, ob also die in den Wintermonaten zu jeder Stunde mehr oder weniger häufigen Schlechtwetterbedingungen durch häufige, aber kurzfristige Schlechtwetterlagen oder durch nicht so häufige, dafür aber lang anhaltende Verschlechterungen entstanden sind.

Im allgemeinen wird schlechtes Wetter natürlich in denjenigen Tageszeiten, in denen es am häufigsten auftritt, auch am längsten andauern. Die Zugrundelegung dieser Annahme ist jedoch für den vorliegenden Zweck nicht ausreichend. Wegen der beträchtlichen praktischen Bedeutung dieser Frage für die Flugplanung wurden daher die verschiedenen Andauerzeiten schlechten Wetters hinsichtlich Häufigkeit und tageszeitlichem Eintritt genauer untersucht.

7.8.1. Darstellung der Andauerzeiten

Den Darstellungen der stündlichen Andauer liegt nun die — wohl fast immer erfüllte — Annahme zugrunde, daß ein Wetterzustand ununterbrochen andauert hat, wenn die in stündlichem Abstand angestellten Beobachtungen in bestimmten Grenzen gleich gewesen sind. Diese zusammenhängenden Stunden stellen also die stündliche Andauer der Schlechtwetter- bzw. Minimumbedingung dar. Ihre monatlichen Häufigkeitsverteilungen sind in den Abb. 21 und 22 wiedergegeben.

Methodisch ist dabei zu erwähnen, daß die Intervalleinteilung der Andauerstunden aus theoretisch begründeten Erwägungen in geometrisch wachsenden Größenklassen vorgenommen wurde, soweit es die ganzzahligen Zeiteinheiten der Beobachtungen von einer Stunde zulassen. Diese Einteilung wurde gewählt, weil die Häufigkeiten der Andauer in logarithmischer Skala am natürlichsten erfaßt werden und nur so die wesentlichen Unterschiede markant zum Ausdruck kommen (7).

Zum leichteren Verständnis dieser Darstellungen folgendes Beispiel: In München kommt es im Dezember durchschnittlich dreimal vor, daß eine Lage unter Minimum nach weniger als einer Stunde beendet ist, und ebenso zahlreich sind die Fälle, in denen sie eine Stunde anhält (Stufe A bzw. B). Eine Andauer zwischen 12 und 22 Stunden (Stufe F) kann man zweimal erwarten.

Für die Flugplanung ist vor allem die Anzahl derjenigen Fälle von Bedeutung, bei denen ein Ausweichen erforderlich wird, d. h. die Andauerstufen ≥ 2 Stunden. Diese Zahl erhält man durch Summieren der Stufen C bis I.

7.8.2. Andauerzeiten der Minimumbedingung

Aus Abb. 22 kann für die Flugplanung entnommen werden, wie oft ein solcher Fall im Durchschnitt eintritt. Eine ununterbrochene Andauer eines Zustandes mit Sichtweite < 0.5 ml und/oder Wolkenuntergrenze < 200 ft von rund 2 Tagen und mehr (Stufe H) kommt in Deutschland nur äußerst selten vor. Eine solche Situation ist in diesem 6jährigen Zeitraum nur in Frankfurt im Januar und in Düsseldorf im Januar und Dezember je einmal aufgetreten. Auch die Andauerstufe G = 1 bis 2 Tage kommt noch relativ selten vor. Die Stufen D bis F = 3 bis 22 Stunden (Tab. 19) treten jedoch an allen Plätzen in den Wintermonaten mehrmals auf: an den meisten Plätzen 2- bis 3mal im Dezember, im Januar schon etwas weniger häufig (1- bis 2mal), weil die Kontinentalluftmassen gegenüber dem maritimen Einfluß jetzt anteilmäßig stärker hervortreten und Mischluftnebel seltener vorkommen.

Am häufigsten sind natürlich die kurzdauernden Verschlechterungen bis zu 2 Stunden, so daß in der Mehrzahl der Fälle der Flugbetrieb nur relativ wenig beeinträchtigt wird. In den Monaten April bis September kommt eine längere Andauer als 11 Stunden nur ganz ausnahmsweise vor. Bei den ohnehin relativ seltenen Fällen unter Minimum im Sommer tritt die Besserung meist schon nach 1 bis 2 Stunden ein.

7.8.3. Andauerzeiten der Schlechtwetterbedingung

Die Schlechtwetterlagen (Abb. 21), die entsprechend ihren etwas weiter gesteckten Grenzbedingungen für

die Sichtweite (< 1 ml und Wolkenuntergrenze (< 500 ft) wesentlich häufiger auftreten und die Lagen unter „Minimum-Bedingung“ einschließen, halten im Durchschnitt auch länger an. Die Andauerstufe I (über 90 Stunden) ist allerdings nur sehr selten, meist im Dezember, an wenigen Plätzen vorgekommen und braucht nicht berücksichtigt zu werden. Mit einer 2 bis 3 Tage ohne Unterbrechung anhaltenden Schlechtwetterlage muß in den Wintermonaten durchschnittlich alle 2 bis 3 Jahre einmal gerechnet werden, mit 1 bis 2 Tagen (Stufe G) etwa doppelt so oft. Die Stufen D bis F = 3 — 22 Stunden (Tab. 19) treten im Winter merklich in Erscheinung und sind beträchtlich häufiger als bei der Minimumbedingung: im Dezember meist 8 bis 10 Fälle durchschnittlich. Nur Köln und Nürnberg bilden mit 5 Fällen eine Ausnahme. Im November und Januar ergaben sich auch für Frankfurt und Stuttgart relativ geringe Werte: rund 5 Fälle je Monat. In groben Zügen kann festgestellt werden, daß sich die Verhältnisse südwärts zunehmend günstiger gestalten, mit Ausnahme von München, wo einerseits durch den Alpenstauereffekt bei zyklonalen Lagen und andererseits bei winterlichen, im Alpenvorland oftmals beständigen Hochdrucklagen unsichtiges Wetter besonders lange anhält.

In den Sommermonaten sind die bis zu einem Tage (Stufe F) andauernden Fälle äußerst selten; meist gehen die „Schlechtwetter“-Lagen nach wenigen Stunden vorüber. Beachtlich ist auch hier die Bevorzugung der süddeutschen Plätze und Berlins gegenüber Nordwestdeutschland; am günstigsten ist Nürnberg, dann folgen Berlin und Stuttgart.

7.9. Tageszeitlicher Beginn der Schlechtwetterlagen (Abb. 23—24)

Da die Häufigkeit schlechten Wetters — wie unter 7.7. ausgeführt wurde — einen ausgeprägten täglichen Gang aufweist, ist auch der tageszeitliche Beginn der Schlechtwetterlagen untersucht und dargestellt worden.

7.9.1. Darstellung des tageszeitlichen Beginns

Hierfür wurden die Fälle schlechten Wetters nach der Tageszeit ihres Beginns geordnet und gleichzeitig zu Andauerstufen zusammengefaßt.

Dabei mußten allerdings die Monate zu Jahreszeiten und die Tagesstunden zu 8 Intervallen zusammengelegt werden, weil die Anzahl der Fälle, die der Statistik zugrunde liegt, sonst zu gering und die Darstellung auch zu unübersichtlich geworden wäre. Aus demselben Grunde wurden hierbei außerdem nur die ersten 6 Andauerstufen verwendet und diese noch zu 3 Hauptstufen zusammengefaßt. Die Tatsache, daß in den Abb. 23 und 24 die lang andauernden Fälle mit schlechtem Wetter nicht zur Darstellung gekommen sind, kann insofern das Bild nicht verschieben, als derartige Lagen selten und zudem nicht tageszeitlich gebunden sind.

Der Inhalt der Abb. 23 und 24 sei durch folgendes Beispiel erläutert: Im Winter treten in Berlin durchschnittlich $6 + 3 + 2 = 11$ Fälle auf, bei denen zwischen 8 und 10 Uhr GMT Schlechtwetter beginnt. In 6 von diesen Fällen hält es eine Stunde oder weniger an, in 3 Fällen 2 bis 5 Stunden und in 2 Fällen 6 bis 22 Stunden. Zwischen 11 und 13 Uhr beginnen im Winter in Berlin $3 + 1 + 0.5 = 4.5$ Schlechtwetterlagen durchschnittlich. Drei davon halten 1 Stunde oder weniger an, eine dauert zwischen 2 und 5 Stunden und nur in jedem 2. Winter kommt es im Durchschnitt einmal vor, daß eine Schlechtwetterlage, die zwischen 11 und 13 Uhr beginnt, zwischen 6 und 22 Stunden lang anhält.

7.9.2. Beginn der Wetterverschlechterung in Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeit

Aus den Abb. 23 und 24 ergibt sich erwartungsgemäß, daß der tägliche Gang am markantesten bei Schlecht-

wetter-Lagen mit kurzer Andauer in Erscheinung tritt. Im Frühjahr und Herbst fällt der Beginn der Wetterverschlechterung bei Stufe A ≤ 1 Stunde am häufigsten in die Zeit von 5 bis 7 Uhr GMT (Intervall „6“ GMT). Zum Sommer verschiebt er sich mehr oder weniger auf 2 bis 4 Uhr GMT (Intervall „3“ GMT) und zum Winter auf 8 bis 10 Uhr GMT (Intervall „9“ GMT). In diesen Fällen handelt es sich also offensichtlich überwiegend um Strahlungsnebel oder starken Dunst, der um die Zeit des Sonnenaufganges entsteht und dann rasch wieder abnimmt. Vergleicht man damit die Fälle B = 2 bis 5 Stunden Andauer, so zeigt sich, daß hier das Maximum zumeist um ein Intervall nach links, also nach einem im Mittel um 3 Stunden früheren Zeitpunkt verschoben ist, d. h. es sind die Fälle von jenem stärkeren Strahlungsnebel, der sich bereits in der zweiten Nachthälfte bildet, aber ebenso wie die kurzdauernden Verschlechterungen (Stufe A) am Vormittag durch die Einstrahlung beendet wird.

Solche bei antizyklonalen Lagen auftretenden Verschlechterungen hängen also wesentlich von der Tageszeit ab. Demgegenüber sind die zyklonal bedingten Verschlechterungen — tiefe Wolkenfelder beim Durchzug von Fronten — ziemlich unabhängig von der Tageszeit, wenngleich die Tendenz besteht, daß sie in der Nacht länger anhalten und die Wolken tiefer absinken als am Tage. Für ein weiteres Eindringen in die Ursachen ist die synoptische Untersuchung von Einzelfällen der entsprechenden Wittertypen erforderlich.

8. Schlußbemerkung

Wie bereits eingangs betont wurde, sind die hier dargelegten Ergebnisse nur als ein Teil der flugklimatologischen Bearbeitung der Flugplätze zu betrachten. Sie bilden das statistische Grundmaterial, das sowohl für klimatologische Untersuchungen und Gutachten, als auch für die Belange des beratenden Meteorologen noch in mancher Hinsicht ausgeschöpft werden und zu Einzeluntersuchungen anregen kann. Selbstverständlich finden Häufigkeits- und Mittelwerte keine unmittelbare Verwendung im Einzelfall einer meteorologischen Flugberatung. In vielen Fällen dürfte es aber auch hierbei durchaus von Nutzen sein, die mittleren und wahrscheinlichsten meteorologischen Bedingungen sowie ihre Grenzwerte und ihre durchschnittliche Andauer zu kennen. Dies gilt besonders, wenn es sich darum handelt, für kommende Wochen oder Monate die Wahrscheinlichkeit anzugeben, mit der bestimmte Flugwetterbedingungen zu erwarten sind.

Zwar verfügt jeder Meteorologe, der an einem Flugplatz eingearbeitet ist, über einen gewissen Erfahrungsschatz. Dieser kann jedoch durch eine systematische Darstellung der durchschnittlichen Verhältnisse gestützt und erweitert werden. Nicht selten ergibt die Statistik auch andere Werte und neue Gesichtspunkte, als man „erfahrungsgemäß“ vermutet. Zudem ist die Möglichkeit, langjährig erworbene Erfahrungen weiterzugeben, sehr begrenzt. Infolgedessen muß jeder neu hinzukommende Meteorologe seine Erfahrungen über die besonderen flugmeteorologischen Auswirkungen des Wetters an diesem Platz selbst sammeln, und zwar bei der Vielfalt der Wetterlagen und Abstufungen der Einflüsse ebenso mühevoll wie sein Vorgänger wieder von Anfang an. Dies liegt natürlich nicht im Interesse des Luftverkehrs.

Um die Statistik der Vorhersage nutzbar zu machen, müßte einer der nächsten Schritte darin bestehen, bestimmte Schlechtwetterlagen synoptisch-klimatologisch zu bearbeiten, um einen tieferen Einblick in die ursächlichen Zusammenhänge zwischen dem Wetter und den mannigfachen Einflüssen des Geländes sowie der hydrographischen und Vegetationsverhältnisse der Umgebung zu gewinnen.

Einige Untersuchungen haben aber bereits gezeigt, daß nicht alle Änderungen des Flugwetters in erkennbarer Weise mit der synoptischen Entwicklung und mit dem Tagesgang der Strahlung gekoppelt sind. Bisweilen spielen offenbar rein örtliche oder auch zufällige Vorgänge die entscheidende Rolle bzw. solche, die mit den im normalen Beobachtungsdienst verwendeten makrophysikalischen Messungen nicht erfassbar sind. Hier wären besondere Untersuchungen erforderlich, die bei bestimmten Wetterlagen in der Umgebung der Flugplätze je nach deren orographischer Lage bis in etwa 20 km Entfernung vorzunehmen wären, um deutlich zu machen, welchen Anteil die Advektionsvorgänge und die Geländeeinflüsse an der Wettergestaltung haben. Dabei wären möglichst genaue Messungen von Temperatur, Feuchte und Wind innerhalb der Grundsicht, d. h. bis zu einer Höhe von etwa 800 Meter die Hauptaufgabe. Erst die zusammenfassende Bearbeitung solcher zusätzlicher Beobachtungen im Rahmen synoptisch-klimatologischer Untersuchungen dürfte ein tieferes Verständnis der Vorgänge in Aussicht stellen und dazu führen, das Eintreten und Ausmaß von Wetteränderungen in merklich höherem Grade vorhersagen zu können, als es derzeit möglich ist.

Literatur

- (1) Aeronautical Climatological Information. ICAO-Doc 7144 — MET 521, Second Edition (1951) Ziff. 2, 11 und Meteorological Summaries. Ebenda, Appendix 9.
- (2) Guss, H.: Flugklimatologische Tabellen deutscher Flugplätze. Dt. Wetterd. US-Zone, Bad Kissingen 1952.
- (3) Landsberg, H. E. u. Jacobs, W. C.: Applied Climatology. In: Compendium of Meteorology. Boston 1951, 976.
- (4) Sebastian, H.: Meteorologische Probleme der Flughöhenbestimmung. Weltluftfahrt 6, 30 u. 52 (1954)
- (5) Sebastian, H.: Fehlanzeigen der Flugzeughöhenmesser durch Abweichungen von der Normalatmosphäre. Meteor. Rdsch. 8, 24 (1955)
- (6) Guss, H.: Ein statistisches Kriterium zur Kennzeichnung von Flugplätzen als meteorologische Ausweichhäfen, dargestellt für sechs deutsche Flugplätze. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone Nr. 38, 311 (1952)
- (7) Guss, H.: Über die Bildung typischer Mittel- und Schwankungswerte in der Klimatologie. Ann. Meteor. 7 (1955/56)

Weitere Literaturhinweise bis 1951 siehe: Guss, H.: Die Klimatologie im Dienste der Luftfahrt. Ber. Dt. Wetterd. Nr. 42, 299 (1952)

Hamburg - Fuhlsbüttel

Tab. 6
Forts. 1

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	0.5	0.3	0.2	0.5	1.8	1.9	1.2	0.8	0.9	2.7	- 0.9
F	0.2	- 0.1	- 0.2	0.5	2.4	2.9	1.8	1.0	1.1	4.0	- 1.3
M	2.0	1.4	1.0	3.2	6.0	7.0	4.9	3.2	3.6	7.7	0.2
A	5.9	5.0	5.1	9.0	11.6	12.2	10.4	7.5	8.3	13.2	3.9
M	9.5	8.4	9.8	13.6	16.2	16.4	14.5	11.2	12.4	17.7	7.6
J	12.8	11.9	13.6	17.0	19.0	19.3	18.0	14.7	15.8	20.7	11.2
J	14.2	13.5	14.7	17.9	19.8	20.0	18.7	15.7	16.8	21.6	12.8
A	14.6	13.8	14.4	18.0	20.3	20.9	19.1	16.0	17.2	22.1	12.8
S	12.1	11.3	11.0	14.7	17.2	17.3	15.1	13.0	14.0	18.5	10.2
O	8.3	7.7	7.2	9.6	12.3	12.6	10.3	9.0	9.6	13.3	6.5
N	4.5	4.2	4.1	4.8	6.3	6.4	5.5	5.0	5.1	7.1	3.2
D	2.5	2.3	2.3	2.5	3.6	3.4	2.8	2.6	2.8	4.2	1.2

Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) o

J	3.9	4.0	4.0	3.9	3.4	3.4	3.6	3.9	3.8	3.5	4.0
F	4.8	5.0	4.9	4.8	4.5	4.4	4.4	4.4	4.8	4.3	5.0
M	3.7	3.7	3.6	3.8	4.6	4.8	4.2	3.7	4.5	4.8	3.7
A	3.5	3.4	3.4	3.7	4.7	4.9	4.3	3.7	4.8	5.2	3.5
M	3.2	3.1	2.8	3.4	4.2	4.2	4.0	3.2	4.6	4.5	3.3
J	3.2	3.1	2.8	3.8	4.2	4.3	4.0	3.2	4.5	4.3	3.4
J	2.4	1.2	2.2	2.9	3.7	3.8	3.3	2.4	3.8	3.7	2.9
A	2.8	2.6	2.2	2.6	3.5	3.9	3.2	2.7	4.0	3.7	3.3
S	3.3	3.4	3.3	3.2	4.0	4.3	3.8	3.4	4.3	4.3	3.5
O	3.9	4.0	4.3	4.7	3.6	3.7	3.6	3.7	4.2	3.9	4.2
N	3.5	3.6	3.5	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.5	3.3	3.5
D	3.4	3.6	3.7	3.7	3.5	3.4	3.3	3.4	3.5	3.5	3.7

Tm = Tagesmittel ; Tx = mittleres tägliches Maximum ; Tn = mittleres tägliches Minimum

Tab. 6
Forts. 2

Bremen - Neulanderfeld

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	1.0	0.8	0.6	0.9	2.4	2.7	1.7	1.2	1.4	3.4	- 0.4
F	0.6	0.3	0.0	0.8	3.2	3.9	2.4	1.4	1.6	4.5	- 1.0
M	2.4	1.7	1.3	3.5	6.4	7.5	5.4	3.6	4.0	8.3	0.6
A	5.9	5.0	5.0	9.2	12.0	12.7	10.8	7.8	8.5	13.8	4.0
M	9.7	8.4	9.7	13.7	16.2	16.8	15.2	11.8	12.7	18.0	7.8
J	12.7	11.6	13.4	17.0	19.2	19.7	18.3	15.0	15.9	21.2	11.0
J	13.9	13.1	14.3	17.7	20.0	20.4	19.1	15.8	16.8	21.8	12.4
A	14.4	13.4	13.8	18.1	20.6	21.1	19.3	16.1	17.1	22.4	12.5
S	11.7	11.1	10.9	14.7	17.3	17.6	15.3	13.1	14.0	18.7	10.0
O	8.2	7.7	7.4	9.7	12.6	12.9	10.4	8.9	9.7	13.7	6.6
N	4.3	4.1	4.1	4.8	6.9	6.9	5.5	4.9	5.2	7.8	2.9
D	2.5	2.3	2.3	2.6	3.9	3.8	3.0	2.5	2.9	4.7	1.1
Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ											
J	4.2	4.3	4.3	4.3	3.8	3.5	3.8	4.0	4.1	3.6	4.3
F	4.5	4.7	4.9	4.8	4.6	4.5	4.2	4.3	4.7	4.5	4.8
M	3.6	3.6	3.6	3.8	4.6	4.8	4.1	3.6	4.5	4.7	3.3
A	3.4	3.4	3.3	3.9	4.7	4.7	4.4	3.5	4.9	4.7	3.3
M	3.2	3.2	2.9	3.5	4.3	4.6	4.3	3.4	4.8	4.3	3.1
J	3.2	3.2	2.9	3.5	4.0	4.4	4.1	3.5	4.7	4.0	3.2
J	2.6	2.7	2.3	3.0	3.6	3.9	3.7	2.8	4.1	3.7	2.7
A	2.5	2.6	2.5	2.8	3.7	4.4	3.4	2.6	4.2	3.8	2.6
S	3.4	3.3	3.4	3.2	4.1	4.4	3.9	3.4	4.4	4.1	3.4
O	3.9	4.0	4.0	3.7	3.7	3.8	3.6	3.6	4.3	3.8	3.9
N	3.7	3.9	3.8	3.6	3.5	3.3	3.2	3.5	3.7	3.5	3.7
D	3.7	3.7	3.8	3.9	3.6	3.8	3.6	3.6	3.7	3.6	3.7

Tm = Tagesmittel; Tx = mittleres tägliches Maximum; Tn = mittleres tägliches Minimum

Hannover - Langenhagen

Tab. 6
Forts. 3

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	0.5	0.3	0.3	0.5	2.0	2.1	1.2	0.7	1.0	1.9	- 0.8
F	0.4	0.1	- 0.0	0.8	3.0	3.6	2.1	1.2	1.4	4.2	- 1.1
M	2.2	1.5	1.1	3.4	6.3	7.4	5.4	3.3	3.8	8.2	0.3
A	6.0	4.9	5.1	9.5	12.2	13.0	11.1	8.0	8.7	14.2	3.8
M	9.6	8.3	9.5	13.8	16.5	17.3	15.6	11.9	12.8	18.4	7.5
J	12.8	11.7	13.3	16.8	19.2	19.9	18.8	15.1	16.0	21.1	11.0
J	14.2	13.2	14.4	17.9	20.1	20.8	19.4	15.9	17.0	22.1	12.4
A	14.6	13.6	14.1	18.5	21.1	21.6	19.8	16.2	17.4	22.8	12.8
S	11.9	11.2	11.0	14.9	17.3	17.7	15.2	12.9	14.0	18.8	10.0
O	8.1	7.4	7.1	9.8	12.8	12.9	10.0	8.6	9.6	13.8	6.1
N	4.2	4.1	4.0	5.0	6.8	6.6	5.2	4.7	5.1	7.6	2.7
D	2.4	2.1	2.2	2.6	3.8	3.5	2.7	2.4	2.7	4.5	1.4
Mittlere quadratische Abweichung (standart deviation) σ											
J	4.5	4.6	4.7	4.6	4.0	3.8	4.0	4.3	4.4	4.6	4.6
F	4.8	4.8	5.1	5.0	4.7	4.7	4.4	4.5	4.9	4.7	5.1
M	3.8	3.8	3.9	4.2	4.8	5.1	4.4	3.9	4.8	5.1	3.8
A	3.4	3.4	3.4	4.1	5.0	5.2	4.6	3.8	5.2	4.9	3.4
M	3.1	3.6	3.3	3.8	4.7	4.7	4.5	3.6	5.4	4.8	4.0
J	3.0	3.2	3.0	3.8	4.3	4.5	4.2	3.2	4.7	4.6	3.4
J	2.7	2.7	2.5	3.2	3.9	4.2	3.8	2.9	4.3	4.2	3.5
A	2.7	2.8	2.6	3.0	3.9	4.3	3.7	2.8	4.5	4.2	3.6
S	3.4	3.5	3.4	3.6	4.3	4.6	4.0	3.4	4.6	4.6	3.4
O	4.2	4.6	4.7	4.1	3.9	4.0	3.8	3.9	4.7	4.1	4.6
N	3.8	4.0	4.0	3.6	3.6	3.4	3.3	3.7	3.8	3.7	3.8
D	3.8	4.1	4.0	4.0	3.8	3.8	3.9	3.8	3.9	3.9	3.9

Tm = Tagesmittel; Tx = mittleres tägliches Maximum; Tn = mittleres tägliches Minimum

Tab. 6
Forts. 4

Düsseldorf-Lohausen
Zeitraum: Mai 1949-Dez. 54

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	1.3	1.1	1.2	1.5	2.8	3.1	2.3	2.0	1.9	3.8	- 0.2
F	3.7	2.1	1.8	2.4	4.5	5.1	4.0	3.1	3.3	5.8	- 1.1
M	4.6	3.9	3.5	5.4	8.0	9.4	7.7	5.8	6.0	10.1	2.8
A	7.3	6.1	5.8	9.6	12.4	13.3	11.8	8.9	9.4	14.4	4.9
M	11.2	9.9	10.6	14.5	17.0	17.8	16.6	13.1	13.8	19.4	9.0
J	13.8	12.7	13.8	17.0	19.4	20.5	19.5	16.0	16.6	21.7	12.0
J	15.3	14.3	15.2	18.3	20.7	21.7	20.6	17.2	17.9	23.0	13.6
A	15.2	14.7	14.8	18.4	21.0	22.0	20.4	16.9	18.0	23.1	13.8
S	13.4	12.6	12.3	15.4	17.9	18.5	16.5	14.3	15.1	19.5	11.6
O	9.4	8.9	8.5	10.6	13.6	14.1	11.7	10.0	10.8	14.9	7.7
N	5.9	5.8	5.5	6.2	8.1	8.2	6.9	6.2	6.6	9.0	4.7
D	3.3	3.1	3.0	3.2	4.6	4.7	3.8	3.4	3.6	5.5	2.0
Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ											
J	4.3	4.5	4.5	4.4	3.9	3.7	3.9	4.0	4.2	3.9	4.4
F	3.2	4.3	4.3	4.3	4.2	4.1	3.8	3.9	4.2	4.2	4.2
M	3.4	3.6	3.5	3.5	4.0	4.5	4.0	3.5	4.3	4.4	3.6
A	3.5	3.5	3.4	4.0	4.6	5.0	4.7	3.8	4.9	4.9	3.6
M	3.5	3.4	3.4	4.2	4.8	4.9	4.6	3.8	5.1	4.9	3.5
J	3.2	3.2	3.0	3.7	4.3	4.3	4.2	3.3	4.6	4.5	3.6
J	2.8	2.9	2.7	3.2	3.9	4.1	3.8	2.9	4.3	4.8	3.3
A	2.5	2.6	2.5	4.3	3.8	4.2	3.7	2.6	4.2	4.8	3.1
S	3.5	3.4	3.3	3.5	4.3	4.6	4.1	3.6	4.4	4.4	3.4
O	4.1	4.3	4.3	3.9	3.8	3.9	3.7	3.9	4.5	4.0	4.5
N	3.3	3.6	3.4	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.4	3.3	3.3
D	4.2	4.2	4.2	4.3	4.0	4.2	4.1	4.1	4.2	4.3	4.3

Tm = Tagesmittel; Tx = mittleres tägliches Maximum; Tn = mittleres tägliches Minimum

Köln-Wahn

Tab. 6
Forts. 5

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	0.9	0.8	0.5	1.2	3.2	3.4	1.9	1.2	1.6	4.3	- 0.9
F	1.6	1.2	0.9	2.2	4.7	5.6	3.5	2.2	2.7	6.3	- 0.3
M	3.1	2.3	2.0	5.2	8.2	9.4	7.1	4.3	5.2	10.3	0.9
A	6.4	5.3	5.4	10.2	13.0	13.9	12.0	7.9	9.3	15.2	3.8
M	10.0	8.6	10.0	14.6	17.2	17.9	16.5	12.2	13.4	19.2	7.4
J	12.8	11.6	13.4	17.1	19.4	20.2	19.4	15.2	16.2	21.6	10.8
J	14.5	13.3	14.8	18.5	20.9	21.7	20.5	16.6	17.6	23.0	12.5
A	14.4	13.4	14.1	18.4	21.2	21.8	20.0	15.8	17.4	23.2	12.4
S	12.4	11.5	11.3	15.2	17.9	18.6	16.0	13.3	14.5	19.8	10.1
O	8.1	7.7	7.4	10.5	13.6	14.1	10.6	8.9	10.1	15.0	6.2
N	5.2	4.9	4.6	5.8	8.0	8.1	6.0	5.4	6.0	9.0	3.3
D	2.4	2.3	2.1	2.7	4.4	4.4	2.8	2.4	3.0	5.4	0.8

Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ

J	4.7	4.8	4.9	4.5	3.7	3.5	4.1	4.6	4.5	3.7	4.9
F	4.6	4.8	4.9	4.4	4.3	4.1	4.0	4.1	4.9	4.1	4.8
M	3.9	4.0	4.1	3.9	4.6	4.8	4.3	3.9	4.9	4.8	4.0
A	3.9	4.0	3.7	4.1	5.1	5.4	5.0	4.6	5.6	5.1	3.9
M	3.5	3.7	3.5	4.3	4.3	4.3	4.5	3.6	5.5	4.9	2.9
J	3.0	3.3	2.8	3.7	4.1	4.7	4.1	3.0	4.8	4.0	3.4
J	3.2	3.2	2.8	3.3	3.9	4.3	4.0	2.9	4.6	4.0	3.2
A	2.7	2.8	2.7	3.0	4.0	4.2	3.3	2.7	4.5	4.0	2.9
S	3.6	3.7	3.6	4.0	4.5	4.5	4.1	3.6	4.8	4.6	3.7
O	4.5	4.6	4.7	3.8	3.8	4.0	4.0	4.2	4.9	3.9	3.8
N	3.7	3.9	3.9	3.3	3.2	4.1	3.4	3.5	4.7	3.3	3.7
D	4.5	4.5	4.5	4.4	4.2	4.1	4.4	4.5	4.5	4.2	4.7

Tm = Tagesmittel; Tx = mittleres tägliches Maximum; Tn = mittleres tägliches Minimum

Tab. 6
Forts. 6

Frankfurt-Rhein-Main

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	T _m	T _x	T _n
Mittelwert M											
J	-0.0	-0.2	-0.4	0.1	1.8	2.4	1.1	0.4	0.6	3.0	-1.6
F	0.6	0.0	-0.3	0.8	3.3	4.5	2.8	1.3	1.6	5.0	-1.3
M	3.0	2.0	1.4	4.8	8.4	10.0	7.9	4.7	5.3	10.8	0.4
A	7.2	6.0	6.0	10.2	13.3	14.4	13.0	9.2	9.9	15.5	4.7
M	10.6	9.4	10.5	15.1	17.8	18.7	17.5	13.2	14.1	19.9	8.2
J	13.5	12.2	13.8	18.0	20.6	21.4	20.3	16.1	17.0	22.7	11.4
J	15.7	14.2	15.3	19.7	22.4	23.4	22.5	18.3	18.9	24.8	13.0
A	15.0	13.7	14.1	18.9	22.0	23.2	21.7	17.1	18.2	24.3	12.5
S	12.4	11.4	11.2	14.8	18.1	19.0	16.8	13.5	14.6	20.0	10.2
O	7.8	7.0	6.6	9.4	12.7	13.9	10.6	8.7	9.6	14.5	5.6
N	3.9	3.7	3.4	4.5	6.6	6.9	5.2	4.3	4.8	7.7	2.3
D	1.7	1.4	1.3	1.6	3.0	3.2	2.3	1.9	2.0	4.1	0.2
Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ											
J	4.3	4.4	4.6	4.3	3.8	3.6	3.8	4.2	4.2	3.7	4.6
F	4.4	4.4	4.6	4.4	4.1	4.1	4.0	4.2	4.6	4.1	3.9
M	4.0	4.2	4.1	4.0	4.6	5.3	4.7	4.1	5.3	5.2	4.0
A	4.0	3.8	3.7	4.1	5.0	5.6	5.2	4.1	5.5	5.4	3.8
M	3.6	3.6	3.4	3.9	4.8	5.0	4.6	4.0	5.4	4.8	3.8
J	3.0	3.2	2.8	3.4	4.1	4.2	4.2	3.0	4.9	4.0	3.2
J	3.8	3.0	2.8	3.5	4.2	4.7	4.5	3.5	5.1	4.4	3.0
A	2.8	3.2	2.8	3.1	4.0	4.5	4.2	2.9	5.0	4.2	3.0
S	3.8	3.7	3.8	3.6	4.5	5.1	4.6	3.7	5.0	3.9	3.7
O	4.0	4.1	4.3	3.7	3.7	4.0	3.7	4.0	4.7	4.0	4.2
N	3.6	3.6	3.7	3.4	3.2	3.3	3.3	3.5	3.7	3.3	3.6
D	4.0	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.7	3.8	3.9	3.9	3.9

T_m = Tagesmittel; T_x = mittleres tägliches Maximum; T_n = mittleres tägliches Minimum

Stuttgart-Echterdingen

Tab. 6
Forts. 7

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	- 1.0	- 1.4	- 1.4	- 1.1	1.3	1.2	0.1	- 0.4	- 0.2	1.9	- 2.3
F	0.1	- 0.6	- 1.0	- 0.0	2.8	3.6	1.8	0.7	0.9	4.1	- 1.7
M	3.0	2.0	1.0	3.9	7.7	8.8	6.7	4.6	4.7	9.4	0.6
A	6.9	5.9	5.4	9.4	12.0	12.8	11.3	8.6	9.0	13.9	4.6
M	10.4	9.2	9.7	13.8	16.2	16.9	15.2	12.3	13.0	18.0	8.1
J	13.5	12.2	13.2	17.2	19.4	20.0	18.8	15.5	16.2	21.2	11.5
J	15.6	14.2	14.7	19.4	21.8	22.4	21.0	17.5	18.3	23.6	13.1
A	15.2	14.0	13.8	18.6	21.3	22.0	20.2	16.9	17.8	23.2	12.9
S	12.4	11.3	10.8	14.7	17.7	18.2	15.8	13.5	14.3	19.2	10.1
O	8.0	6.9	6.2	9.1	12.8	13.4	10.6	8.9	9.5	14.1	5.6
N	3.4	3.0	2.8	3.7	6.3	6.6	4.8	4.0	4.3	7.2	1.8
D	0.6	0.1	- 0.1	0.4	2.3	2.5	1.3	0.8	1.0	3.5	- 1.0
Mittlere quadratische Abweichung (standard diviation) σ											
J	4.1	4.3	4.4	4.3	4.0	3.8	3.8	3.9	4.2	4.1	4.3
F	4.2	4.3	4.5	4.5	4.6	4.8	4.3	4.2	4.7	5.0	4.4
M	4.2	4.0	4.1	4.4	5.2	5.5	5.3	4.5	5.4	5.6	4.0
A	4.0	3.8	3.6	4.8	5.8	5.9	5.4	4.4	5.5	5.8	3.6
M	3.7	3.4	3.4	4.4	5.2	5.2	4.8	4.0	5.2	5.1	3.2
J	2.9	2.8	2.8	3.7	4.2	4.3	4.0	3.4	4.5	4.1	2.7
J	3.2	3.0	3.0	3.8	4.6	4.3	4.3	3.6	4.9	4.5	3.4
A	2.9	2.8	2.8	3.7	4.5	4.6	4.1	3.1	4.7	4.3	2.8
S	3.6	3.5	3.5	4.0	4.8	5.1	4.7	3.8	4.9	4.9	3.5
O	3.9	4.1	4.2	4.0	4.4	4.6	3.9	3.8	4.8	4.6	4.1
N	3.7	3.9	3.9	3.6	3.8	3.9	3.4	3.3	4.0	4.2	3.8
D	4.0	4.2	4.2	4.1	4.0	4.2	3.9	3.8	4.2	4.3	4.0

Tm = Tagesmittel; Tx = mittleres tägliches Maximum; Tn = mittleres tägliches Minimum

Tab. 6
Forts. 8

Nürnberg-Fürth
Zeitraum 1949-54

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	-1.5	-1.9	-2.0	-1.4	0.6	0.8	-0.6	-1.1	-0.9	1.6	-3.0
F	-1.2	-1.6	-2.0	-0.8	2.2	3.0	0.9	-0.5	0.0	3.6	-2.7
M	1.5	0.4	-0.2	3.9	7.6	8.8	5.9	3.2	3.9	9.5	-0.8
A	5.9	4.6	4.8	9.9	12.8	13.5	11.3	7.6	8.8	14.7	3.7
M	9.6	8.2	9.8	14.7	17.2	17.8	15.9	11.9	13.1	19.1	7.6
J	12.9	11.4	13.4	17.9	20.3	21.0	19.5	15.2	16.4	22.5	10.9
J	14.7	13.4	15.0	20.0	22.5	23.3	21.3	17.0	18.4	24.6	12.7
A	14.4	13.1	13.7	19.5	22.6	23.3	21.0	16.6	18.0	24.6	12.2
S	11.5	10.4	10.3	14.9	18.3	18.8	15.8	12.7	14.1	20.0	9.4
O	6.6	5.5	5.0	9.1	13.0	13.5	9.8	7.7	8.8	14.4	4.4
N	2.5	2.2	2.2	3.4	5.8	5.8	4.0	3.0	3.6	6.9	1.2
D	0.3	-0.0	0.0	0.4	2.0	2.0	0.9	0.3	0.7	2.9	-1.0

Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ

J	4.4	4.7	4.8	4.5	3.6	3.4	4.0	4.2	4.3	3.6	4.9
F	4.7	4.8	4.9	4.6	4.4	4.5	4.3	4.4	4.9	4.5	5.0
M	4.2	4.2	4.2	4.5	5.3	5.6	4.8	4.2	5.6	5.5	4.1
A	3.7	3.8	3.6	4.4	5.7	5.8	5.3	3.9	5.7	5.6	3.7
M	3.4	3.5	3.5	4.6	5.3	5.7	5.0	3.8	5.6	5.4	3.6
J	3.1	3.2	2.9	3.9	4.6	4.5	4.1	3.2	5.1	4.3	3.3
J	2.9	3.0	3.0	4.3	5.0	5.2	4.6	3.3	5.3	5.1	3.0
A	3.0	3.0	2.9	3.8	4.8	4.8	4.2	3.2	5.4	4.7	3.1
S	3.5	3.6	3.8	4.1	5.0	5.6	4.8	3.8	5.4	4.5	3.5
O	4.0	4.3	4.5	3.7	4.4	4.6	3.8	3.8	5.1	3.8	4.4
N	3.3	3.4	3.6	3.2	3.4	3.3	3.0	3.2	3.6	3.5	3.4
D	4.0	4.1	4.1	4.0	3.8	3.8	3.8	3.9	4.0	3.7	4.2

Nürnberg-Marienbergl+)

Zeitraum 1935-42

MEZ ++)	02	05	08	11	14	17	19	23	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	-3.5	-3.9	-4.1	-2.8	-1.0	-1.3	-2.1	-3.1	-2.7	0.1	-5.3
F	-2.0	-2.5	-2.4	-0.1	2.2	2.1	0.8	-1.0	-0.3	3.3	-3.4
M	1.9	1.1	1.2	4.9	7.4	7.7	5.9	3.0	4.2	8.7	-0.2
A	5.5	4.7	5.4	9.4	11.0	11.3	10.0	6.6	8.0	12.7	3.3
M	8.4	7.5	10.2	14.4	16.0	16.2	15.0	10.2	12.4	17.5	6.4
J	12.9	11.6	14.9	19.1	21.0	21.0	20.1	15.3	17.1	22.6	10.8
J	14.4	13.3	15.7	19.4	21.3	21.8	20.7	16.3	18.0	23.0	12.5
A	13.8	12.3	14.6	18.8	21.3	21.5	20.1	15.1	17.4	22.7	11.8
S	11.1	10.4	10.8	15.6	18.1	18.2	16.3	12.4	14.3	19.4	9.1
O	7.0	6.5	6.5	9.2	11.3	11.0	9.5	7.6	8.6	12.2	5.1
N	3.2	2.6	2.6	4.5	6.2	5.4	4.5	3.4	4.1	6.8	1.3
D	-1.5	-1.7	-1.8	-0.7	0.7	0.4	-0.4	-1.2	-0.8	1.5	-2.8

Tm = Tagesmittel; Tx = mittleres tägliches Maximum; Tn = mittleres tägliches Minimum

+) Vgl. Fußnote ++) von Text - S.3 ++) 1. 4. 1940 - 2. 11. 1942 : DSZ

++) 1. 4. 1940 - 2. 11. 1942 : DSZ

München-Riem

Tab. 6
Forts. 9

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	T _m	T _x	T _n
Mittelwert M											
J	-2.4	-2.7	-2.8	-2.2	-0.1	0.1	-1.4	-2.1	-1.7	1.0	-4.3
F	-1.7	-2.1	-2.5	-1.1	1.4	2.1	0.6	-1.1	-0.6	3.1	-3.5
M	1.7	0.8	0.1	3.5	6.7	7.6	5.3	3.0	3.6	8.7	-0.8
A	5.8	5.0	4.8	9.3	11.7	12.6	10.4	7.5	8.4	13.7	3.5
M	9.4	8.1	9.1	13.4	15.7	16.4	14.7	11.5	12.3	17.5	7.0
J	12.9	11.8	13.1	17.0	19.2	19.6	18.3	15.0	15.9	21.0	10.7
J	15.0	13.8	14.9	19.1	21.4	22.4	20.8	17.0	18.1	23.4	12.8
A	14.6	13.4	13.7	18.4	20.9	21.7	19.8	16.3	17.4	22.7	12.2
S	11.7	10.8	10.6	14.6	17.3	17.9	15.2	12.8	13.9	18.9	9.6
O	6.6	6.0	5.6	8.8	12.0	12.6	9.5	7.6	8.6	13.5	4.6
N	2.1	1.8	1.6	2.9	5.4	5.4	3.4	2.7	3.2	6.6	0.4
D	-0.4	-0.7	-0.9	-0.3	1.7	1.5	0.2	-0.5	0.1	2.6	-2.1
Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ											
J	4.6	4.7	5.0	4.6	4.3	4.1	4.2	4.4	4.6	4.3	4.8
F	5.0	5.2	5.0	4.9	5.2	5.1	4.7	4.8	5.2	5.3	5.2
M	4.2	4.4	4.5	4.8	5.2	5.8	4.9	4.2	5.5	5.7	4.4
A	3.7	3.8	3.8	4.9	5.6	5.8	5.2	4.3	5.5	5.6	3.7
M	3.7	3.4	3.5	4.8	5.3	5.5	4.8	3.9	5.4	5.3	3.4
J	2.9	2.9	2.9	4.1	4.5	4.6	4.3	3.3	4.7	4.4	3.0
J	2.8	2.8	2.8	4.2	4.9	5.0	4.7	3.4	5.0	4.9	2.7
A	3.0	2.8	2.6	4.0	4.9	5.2	4.5	3.3	5.0	5.3	2.7
S	3.5	3.5	3.6	4.0	4.7	5.0	4.3	3.5	4.8	4.9	3.5
O	4.0	4.3	4.4	4.2	4.6	4.7	3.8	3.9	4.9	4.6	4.2
N	3.7	3.8	3.9	3.9	4.3	4.1	3.6	3.7	4.1	4.4	3.5
D	4.0	4.0	4.1	4.2	4.4	4.2	3.8	3.7	4.2	4.6	4.0

T_m = Tagesmittel; T_x = mittleres tägliches Maximum; T_n = mittleres tägliches Minimum

Tab. 7

Mittlere Monatsextreme der Temperatur in °C (Flugplätze)

Zeitraum 1949-54

	Mittleres Maximum											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Berlin-Tempelhof	09	12	17	23	28	30	30	33	29	20	12	10
Hamburg-Fuhlsbüttel	09	12	17	23	25	29	29	30	27	19	12	10
Bremen-Neulanderfeld	10	12	18	23	26	29	29	31	27	20	13	11
Hannover-Langenhagen	10	12	17	24	27	29	30	32	28	20	13	11
Düsseldorf-Lohausen +)	11	13	18	23	28	30	31	32	28	21	14	13
Köln-Wahn	11	14	19	24	28	30	30	32	28	21	14	13
Frankfurt-Rhein-Main	10	12	19	25	28	31	32	33	29	20	13	11
Stuttgart-Echterdingen	09	12	18	23	28	30	31	32	28	21	15	12
Nürnberg-Fürth	08	11	18	24	29	31	33	34	28	21	14	11
München-Riem	10	10	18	23	27	29	31	32	27	21	15	12

	Mittleres Minimum											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Berlin-Tempelhof	-10	-11	-07	-00	04	08	11	11	06	01	-04	-06
Hamburg-Fuhlsbüttel	-08	-11	-06	-02	02	06	08	08	04	-01	-03	-06
Bremen-Neulanderfeld	-08	-10	-06	-02	02	05	07	08	04	-02	-04	-05
Hannover-Langenhagen	-09	-11	-07	-02	01	05	08	08	04	-02	-05	-07
Düsseldorf-Lohausen +)	-07	-07	-03	-01	02	06	09	09	06	00	-01	-05
Köln-Wahn	-09	-11	-06	-02	-01	05	06	07	04	-02	-05	-08
Frankfurt-Rhein-Main	-10	-11	-07	-02	-01	06	07	06	03	-03	-05	-07
Stuttgart-Echterdingen	-11	-11	-07	-02	01	07	08	07	03	-03	-06	-08
Nürnberg-Fürth	-13	-14	-09	-03	01	05	07	06	02	-03	-06	-10
München-Riem	-14	-13	-09	-03	0	05	08	07	02	-03	-06	-10

+) Zeitraum: Mai 1949-Dez. 54

Höchste und tiefste Monatswerte der Temperatur in °C (Flugplätze)

Tab. 8

Zeitraum 1949-54

Höchstes Maximum

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Berlin- Tempelhof	10	15	19	27	34	34	34	36	31	23	14	14
Hamburg- Fuhlsbüttel	11	15	19	28	28	32	34	32	32	23	13	13
Bremen- Neulanderfeld	12	15	20	27	29	31	34	32	32	23	16	15
Hannover- Langenhagen	12	16	19	28	30	32	34	32	32	24	16	13
Düsseldorf- Lohausen +)	13	18	20	27	31	33	35	33	33	24	17	17
Köln-Wahn	12	18	23	29	32	32	36	35	34	23	16	18
Frankfurt- Rhein-Main	11	15	23	31	32	34	37	34	33	24	15	16
Stuttgart- Echterdingen	11	15	22	26	30	34	36	34	33	24	18	17
Nürnberg-Fürth	09	16	21	28	32	34	38	36	33	24	15	14
München-Riem	13	15	22	25	30	34	35	35	29	23	19	15

Tiefstes Minimum

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Berlin- Tempelhof	-18	-19	-11	-02	01	07	10	09	04	-01	-07	-13
Hamburg- Fuhlsbüttel	-13	-17	-11	-04	00	03	05	03	02	-04	-06	-11
Bremen- Neulanderfeld	-13	-19	-10	-06	00	04	05	06	02	-04	-07	-11
Hannover- Langenhagen	-16	-21	-13	-04	-02	04	06	04	02	-06	-11	-13
Düsseldorf- Lohausen +)	-12	-14	-06	-03	00	04	04	06	03	-05	-03	-13
Köln-Wahn	-14	-18	-09	-04	-05	02	04	06	02	-07	-08	-12
Frankfurt- Rhein-Main	-16	-16	-09	-04	-03	03	06	05	-00	-06	-07	-12
Stuttgart- Echterdingen	-14	-17	-14	-04	-02	03	07	04	02	-06	-11	-12
Nürnberg-Fürth	-16	-18	-16	-04	-01	02	05	05	-01	-05	-08	-17
München-Riem	-17	-21	-13	-07	-01	00	07	06	01	-04	-10	-18

+) Zeitraum: Mai 1949-Dez. 54

Mittlere Monatsextreme der Temperatur in °C
von langjährigen Klimareihen benachbarter Stationen der Flugplätze

Station	See- höhe (m)	Zeitraum	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Mittleres Maximum															
Berlin-Dahlem	57	1908-1930	8.9	10.7	17.5	22.1	27.6	29.7	31.4	29.4	26.5	20.2	13.1	10.2	32.6
Hamburg	29	1881-1930	8.4	9.2	14.2	19.5	25.7	26.7	28.5	27.0	23.8	18.2	12.3	9.5	30.0
Bremen	9	1881-1930	9.1	10.2	15.0	20.0	26.3	27.5	29.1	27.3	24.1	18.7	13.0	10.2	30.6
Hannover	57	1886-1930	9.4	10.5	16.0	20.8	26.8	27.9	29.7	28.5	25.5	20.0	13.4	10.4	31.1
Köln	56	1881-1930	10.6	12.0	17.0	21.8	27.9	29.0	30.6	29.3	25.8	20.3	14.6	11.7	31.9
Frankfurt/Main	103	1881-1930	9.7	11.6	18.2	22.9	28.7	30.2	32.0	30.6	26.7	20.7	13.5	11.2	33.0
Stuttgart	267	1881-1930	10.8	12.6	18.6	22.8	28.2	29.9	32.2	30.7	27.3	21.6	14.9	11.6	33.0
Nürnberg	320	1881-1930	8.7	11.0	17.2	21.8	28.0	29.7	31.7	30.2	26.4	20.2	13.4	10.1	32.6
München, Zentral- station	538	1881-1927	10.0	11.7	17.6	21.4	26.6	28.3	30.7	29.4	26.2	20.7	14.6	11.0	31.6
Mittleres Minimum															
Berlin-Dahlem	57	1908-1930	-10.4	-11.0	-6.4	-2.4	0.6	4.8	8.1	7.8	2.9	-2.2	-6.1	-10.2	-14.7
Hamburg	29	1881-1930	-9.4	-7.8	-4.8	-1.0	2.5	6.9	9.5	9.2	5.7	0.3	-4.4	-7.1	-11.5
Bremen	9	1881-1930	-10.1	-8.2	-5.2	-1.8	1.3	5.4	8.2	8.0	4.1	-0.8	-4.9	-7.5	-12.6
Hannover	57	1886-1930	-10.8	-9.8	-5.9	-2.0	1.1	5.1	7.8	7.9	3.8	-0.9	-5.3	-8.2	-13.9
Köln	56	1881-1930	-7.2	-6.0	-3.0	0.1	3.3	7.5	9.7	9.6	5.8	1.5	-2.5	-6.0	-9.9
Frankfurt/Main	103	1881-1930	-9.6	-7.7	-4.1	-0.7	2.7	6.8	9.4	8.6	4.8	-0.1	-4.2	-8.6	-12.8
Stuttgart	267	1881-1930	-10.2	-8.4	-4.5	-0.5	3.2	7.8	9.8	9.0	5.0	0.2	-4.0	-8.6	-13.5
Nürnberg	320	1881-1930	-13.6	-11.7	-6.9	-3.0	0.9	5.4	7.7	6.6	2.2	-2.2	-6.8	-11.2	-17.2
München, Zentral- station	538	1881-1927	-13.4	-11.2	-6.8	-2.6	1.5	6.0	8.2	7.6	3.4	-1.9	-6.7	-10.9	-16.0

Höchste und tiefste Monatswerte der Temperatur in °C
von langjährigen Klimareihen benachbarter Stationen der Flugplätze

Station	See- höhe (m)	Zeitraum	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	E	Jahr
Höchstes Maximum															
Berlin-Dahlem	57	1908-1930	12.8	16.7	22.6	28.1	33.2	34.0	35.5	34.2	34.2	25.0	17.7	14.2	35.5
Hamburg	29	1881-1930	14.4	15.1	20.1	27.6	31.7	33.1	33.5	32.1	31.9	22.6	17.3	12.6	33.5
Bremen	9	1881-1930	12.6	16.7	22.0	27.2	34.4	32.4	34.0	33.0	31.3	24.2	18.5	14.0	34.4
Hannover	57	1886-1930	14.2	18.6	22.5	28.2	34.7	34.7	36.4	35.0	35.6	27.2	20.1	15.4	36.4
Köln	56	1881-1930	14.5	18.9	22.1	27.5	34.0	33.1	35.5	34.4	31.3	26.4	20.4	15.6	35.5
Frankfurt/Main	103	1881-1930	13.7	19.0	23.9	28.9	34.7	33.8	37.8	36.7	34.9	26.6	20.0	16.5	37.8
Stuttgart	267	1881-1930	17.0	20.4	23.8	29.0	34.4	33.0	38.7	36.5	32.5	29.0	21.6	18.6	38.7
Nürnberg	320	1881-1930	14.6	17.6	22.9	27.0	33.2	33.1	36.1	37.2	34.1	27.7	20.9	17.8	37.2
München, Zentral- station	538	1881-1927	16.2	20.7	24.0	26.2	31.6	31.9	36.2	35.3	29.6	25.8	22.0	19.4	36.2
Tiefstes Minimum															
Berlin-Dahlem	57	1908-1930	-17.3	-26.0	-13.9	-6.7	-2.3	1.5	6.1	6.0	0.5	-9.6	-13.5	-19.4	-26.0
Hamburg	29	1881-1930	-18.4	-21.1	-12.1	-5.6	-0.2	4.3	7.5	5.7	1.6	-4.0	-13.5	-15.1	-21.1
Bremen	9	1881-1930	-21.8	-21.8	-17.8	-6.4	-2.2	1.6	5.9	3.6	0.5	-5.4	-11.7	-16.0	-21.8
Hannover	57	1886-1930	-21.7	-25.0	-16.0	-8.1	-2.0	0.9	5.0	4.8	0.4	-6.7	-15.7	-19.5	-25.0
Köln	56	1881-1930	-19.6	-17.9	-10.3	-3.2	-0.4	4.4	7.7	7.4	2.4	-2.8	-12.3	-14.0	-19.6
Frankfurt/Main	103	1881-1930	-20.0	-21.5	-10.8	-4.5	-1.3	4.5	6.2	6.5	1.9	-6.2	-12.7	-17.6	-21.5
Stuttgart	267	1881-1930	-25.0	-23.5	-11.6	-4.9	-0.1	4.5	7.6	6.0	1.0	-5.8	-12.2	-17.8	-25.0
Nürnberg	320	1881-1930	-27.8	-26.0	-16.9	-10.8	-2.3	2.2	4.3	4.4	-3.0	-7.8	-15.6	-27.4	-27.8
München, Zentral- station	538	1881-1927	-25.5	-19.3	-17.1	-8.7	-1.4	3.2	6.2	3.5	-1.9	-8.2	-13.2	-19.1	-25.5

Tab. 11

Mittelwerte der relativen Feuchte (%)

Zeitraum 1949-54

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21
Berlin - Tempelhof								
Jan.	85	86	86	86	80	80	83	84
April	72	77	78	63	51	48	54	64
Juli	76	80	78	66	58	55	59	68
Okt.	82	85	87	79	66	64	72	78
Hamburg - Fuhlsbüttel								
Jan.	90	89	90	88	85	84	88	89
April	83	87	85	65	56	50	62	75
Juli	88	90	86	71	63	64	70	83
Okt.	90	92	93	84	73	72	84	89
Bremen - Neulanderfeld								
Jan.	87	88	88	88	83	81	85	86
April	84	87	86	70	58	55	63	75
Juli	88	91	88	73	63	62	67	80
Okt.	89	91	92	85	73	71	82	86
Hannover - Langenhagen								
Jan.	89	89	89	89	84	83	86	88
April	83	87	86	69	56	54	63	76
Juli	88	91	88	73	63	62	68	82
Okt.	91	92	92	84	71	71	83	88
Düsseldorf - Lohausen +)								
Jan.	87	88	88	87	81	81	83	86
April	80	85	85	69	55	53	60	73
Juli	87	89	76	72	62	59	65	80
Okt.	88	89	90	82	69	68	80	86
Köln - Wahn								
Jan.	88	89	89	88	80	80	85	87
April	83	85	86	67	55	51	61	77
Juli	88	91	87	70	59	57	63	82
Okt.	91	91	92	82	69	68	84	89
Frankfurt - Rhein - Main ++)								
Jan.	88	88	89	88	82	79	84	87
April	81	85	84	67	54	50	56	73
Juli	84	88	85	65	55	52	57	76
Okt.	92	93	93	85	71	66	81	88
Stuttgart - Echterdingen								
Jan.	86	87	86	86	79	78	83	85
April	76	81	83	69	57	54	60	71
Juli	79	84	83	65	56	55	61	73
Okt.	88	90	91	83	69	67	79	85
Nürnberg - Fürth								
Jan.	88	96	96	94	87	85	91	94
April	84	88	87	66	54	52	61	76
Juli	90	94	89	66	55	52	60	80
Okt.	97	99	100	87	69	67	85	93
München - Riem								
Jan.	87	87	87	85	80	80	85	86
April	83	85	85	68	58	55	66	76
Juli	82	86	83	65	56	52	60	75
Okt.	90	91	92	83	70	68	82	88

+) Zeitraum: Mai 1949-Dez. 54 ++) Zeitraum: März 1950-Dez. 54

Mittlere quadratische Abweichung der relativen Feuchte

Tab. 12

Zeitraum 1949-54

GTM	00	03	06	09	12	15	18	21	Tages- Mittel
Berlin-Tempelhof									
J	8.4	8.2	7.5	8.2	10.7	11.4	9.7	9.3	9.6
F	7.6	7.2	8.8	8.6	11.5	12.1	10.0	8.9	10.3
M	11.4	9.7	9.5	13.4	17.7	19.9	17.0	13.8	16.6
A	13.8	12.1	11.5	15.7	17.5	18.5	18.1	16.1	18.5
M	13.2	10.8	10.6	13.9	15.4	17.1	17.1	15.1	17.5
J	12.6	10.2	10.8	15.0	16.3	16.0	17.7	14.8	17.5
J	10.1	8.5	9.1	13.4	14.5	16.1	16.1	13.4	15.9
A	10.5	9.1	8.6	11.6	13.3	14.9	14.8	12.1	16.1
S	9.6	7.7	6.7	10.2	13.5	14.5	13.3	9.3	15.0
O	9.0	8.2	7.4	9.6	12.9	13.6	11.8	10.4	13.2
N	7.3	7.3	6.6	7.5	10.7	10.4	8.4	7.5	8.3
D	7.4	7.8	7.5	7.3	9.0	9.1	8.0	7.6	8.3
Stuttgart-Echterdingen									
J	9.2	8.6	8.1	7.8	10.8	11.8	10.3	9.2	10.1
F	8.7	7.8	7.9	8.6	12.0	13.9	11.5	9.4	11.5
M	13.3	11.1	9.0	11.7	16.7	18.7	17.0	15.0	17.6
A	13.8	11.7	0.4	15.3	19.4	20.4	19.0	15.7	19.0
M	12.1	9.2	8.3	12.0	14.3	15.2	16.1	14.0	17.8
J	10.0	7.2	8.0	13.5	16.1	17.0	16.0	13.3	16.9
J	10.9	8.8	7.9	12.1	15.3	16.0	15.3	12.6	16.7
A	10.4	8.8	8.1	13.0	15.5	16.7	15.7	13.2	17.5
S	8.7	7.3	6.9	11.0	14.4	15.4	12.4	9.6	14.8
O	7.3	6.1	6.6	9.9	13.9	15.2	10.1	8.2	13.4
N	7.9	8.2	6.7	7.4	11.1	11.6	9.0	7.7	9.9
D	7.6	7.1	7.3	7.0	9.8	10.0	8.0	7.9	8.7

Tiefste Monats- und Jahreswerte der relativen Feuchte (%)

Tab. 13

Zeitraum 1949-54

GMT	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Berlin - Tempelhof													
00	57	66	48	37	46	43	53	43	55	47	51	67	13
03	59	66	53	32	50	50	59	37	57	51	59	56	32
06	63	22	51	33	47	49	55	35	64	57	66	58	22
09	62	63	39	27	30	34	32	40	42	47	66	60	27
12	47	43	26	17	20	28	28	23	28	41	43	40	17
15	40	35	23	15	23	22	29	25	28	37	49	54	15
18	43	28	25	19	26	22	31	30	34	43	54	58	19
21	47	57	36	28	33	35	35	43	44	41	46	60	28
Stuttgart-Echterdingen													
00	55	61	36	41	38	51	44	49	52	56	62	38	36
03	56	59	39	44	51	62	52	56	61	56	62	59	39
06	62	61	53	45	54	64	60	59	67	59	64	59	45
09	61	50	50	21	40	26	41	29	45	47	63	61	21
12	42	47	21	18	27	25	28	23	28	38	44	51	18
15	36	38	20	14	25	22	27	21	23	31	44	49	14
18	28	48	24	21	29	32	28	26	36	53	52	46	21
21	52	49	24	32	37	36	39	30	52	56	53	36	24

Tab. 14

Windrichtung und Windstärke

in

Nürnberg-Marienberg +)

Häufigkeiten in 0/00 zur Gesamtzahl der Fälle
Zeitraum 1935-42, 8 synoptische Termine

Windrichtung	0	1	2	3	4	5	6	≥ 7	Summe 0/00	Anzahl der Fälle
Januar										
00	140								140	274
02		6	12	4	1				23	46
04		16	10	3	2		1		32	62
06		19	13	8	3	1			44	87
08 E		35	38	24	4	2			103	201
10		19	26	11	3				59	115
12		42	41	20	2	1			106	207
14		18	28	14	9	1			70	136
16 S		24	26	19	3	2	1		75	147
18		12	10	12	2	2			38	75
20		29	26	12	8	3	1	1	80	156
22		15	22	18	7	3		1	66	128
24 W		18	23	5	8	2	1		57	111
26		12	10	4	2	3	1		32	62
28		18	8	4	2	1			33	64
30		9	3	1				1	14	26
32 N		15	7	3	2	1			23	54
										1951
April										
00	111								111	207
02		6	9	13	8	1			37	69
04		16	9	8	2	1		1	37	69
06		9	10	13	8	4	1		45	84
08 E		27	21	20	10	5	1	1	85	159
10		21	14	7	2	1			45	84
12		24	8	9	3	1			45	83
14		11	9	8	5				33	61
16 S		19	12	8	6				45	83
18		6	16	13	4				39	72
20		14	37	31	10	3	2	1	98	183
22		13	20	28	15	5	1		82	153
24 W		18	24	25	20	7	2	1	97	180
26		10	17	9	13	4	1	1	55	102
28		22	23	13	6	2	1	1	68	127
30		13	12	8	4	2			39	73
32 N		13	13	8	4	1			39	73
										1862

+) Vgl. Fußnote ++) von Text - S. 3

Tab. 14
Forts.

Windrichtung	Windstärke (Beaufort)							Summe 0/00	Anzahl der Fälle	
	0	1	2	3	4	5	6			≥ 7
Juli										
00	125								125	238
02		5	4	1	1			1	12	22
04		6	2	1					9	17
06		9	6	2	1				18	34
08 E		33	11	8	1	1			54	103
10		36	14	4	2				56	107
12		37	19	8	1	1		1	67	128
14		13	14	7	3	1			38	72
16 S		21	11	11	4	2	1		50	96
18		12	17	9	4	1		1	44	83
20		25	20	17	4	2	1		78	149
22		20	24	17	10	4	1		76	146
24 W		41	43	43	26	5	1	1	160	304
26		17	26	26	18	4			91	174
28		21	24	10	11	3		1	70	134
30		13	9	6					28	53
32 N		11	7	4	2				24	46
									1906	

						Oktober					
00		139								139	269
02			5	6	6	2	1			20	38
04			22	17	8	2				49	96
06			17	12	10	6	2			47	92
08	E		35	29	9	7	1		1	82	- 160
10			25	17	6	3	1			52	100
12			35	14	10	1	1			61	118
14			15	14	8	2				39	75
16	S		24	18	16	2	1			61	118
18			13	14	14	5	3			49	95
20			21	19	19	10	3	4	1	77	150
22			15	22	21	11	3	2		74	143
24	W		29	24	18	16	7	2		96	187
26			13	13	8	9	2	1		46	90
28			24	12	5	5	1			47	92
30			9	7	7	2	1	1	1	28	55
32	N		13	11	7	1	1			33	64
											1942

Tab. 15

Sichtweite < 1600 m = 1 ml
Häufigkeiten in $\frac{0}{00}$ zur Anzahl der Fälle für jeden Termin
Zeitraum 1949-54

Jahreszeit	Termin (GMT)									
	00	06	09	12	18	00	06	09	12	18
Bremen-Neulanderfeld						Berlin-Tempelhof				
Frühjahr	5	11	5	2	2	2	5	3	1	1
Sommer	2	3	1	—	—	—	1	—	—	0
Herbst	11	16	9	2	4	6	9	11	3	3
Winter	11	12	18	9	9	6	10	21	11	7
Düsseldorf-Lohausen +)						Hamburg-Fuhlsbüttel				
Frühjahr	5	12	8	4	4	6	11	7	1	3
Sommer	2	6	2	1	1	1	3	1	0	1
Herbst	8	15	10	5	6	10	19	15	4	6
Winter	12	14	20	15	15	11	14	23	15	12
Köln-Wahn						Hannover-Langenhagen				
Frühjahr	5	10	5	4	3	4	11	6	3	1
Sommer	2	8	2	1	1	1	5	0	—	0
Herbst	8	12	7	2	6	11	20	12	3	4
Winter	9	11	13	9	11	11	11	12	9	9
Frankfurt Rhein-Main						Nürnberg-Fürth				
Frühjahr	1	5	3	1	1	2	6	2	1	0
Sommer	0	2	0	—	0	0	3	—	—	0
Herbst	9	20	12	4	4	5	12	8	1	2
Winter	12	12	21	15	10	8	8	14	7	8
Stuttgart-Echterdingen						München-Riem				
Frühjahr	0	5	2	1	0	2	6	2	1	1
Sommer	1	2	0	—	—	0	1	—	—	—
Herbst	6	15	8	2	2	9	13	6	2	5
Winter	10	11	16	8	8	15	14	16	10	14

+) Zeitraum: Mai 1949-Dez. 54

Wolkenhöhe < 150 m = 500 ft bei Bedeckungsgrad > 4/8
Häufigkeiten in ⁰/00 zur Anzahl der Fälle für jeden Termin

Tab. 16

Zeitraum 1949-54

Jahreszeit	Termin (GMT)									
	00	06	09	12	18	00	06	09	12	18
Bremen - Neulanderfeld						Berlin - Tempelhof				
Frühjahr	5	11	8	3	2	2	5	2	1	1
Sommer	1	4	1	1	0	1	2	1	—	0
Herbst	5	12	12	6	3	6	11	7	2	3
Winter	9	14	19	15	9	11	12	12	7	9
Düsseldorf - Lohausen +)						Hamburg - Fuhlsbüttel				
Frühjahr	2	6	5	2	2	5	7	9	2	2
Sommer	1	5	2	1	1	3	5	3	1	1
Herbst	2	5	4	2	2	7	11	9	7	4
Winter	7	10	10	8	6	9	14	16	15	10
Köln - Wahn						Hannover - Langenhagen				
Frühjahr	2	4	4	1	1	2	5	4	2	1
Sommer	1	3	1	1	0	1	3	1	1	1
Herbst	4	4	4	1	2	2	5	4	2	1
Winter	5	7	8	4	4	4	4	6	5	4
Frankfurt Rhein-Main						Nürnberg - Fürth				
Frühjahr	1	3	2	1	0	1	3	2	1	1
Sommer	0	2	1	—	0	0	1	1	0	0
Herbst	6	10	9	4	3	2	5	5	2	2
Winter	9	13	13	11	8	7	7	9	6	5
Stuttgart - Echterdingen						München - Riem				
Frühjahr	1	3	2	1	1	2	5	3	2	2
Sommer	0	1	0	—	0	1	2	1	—	1
Herbst	4	6	5	2	2	7	11	7	4	4
Winter	5	8	6	5	4	16	16	14	10	11

+) Zeitraum: Mai 1949-Dez. 54

Tab. 17

Mittlere Anzahl der Schlechtwetter-Stunden je Monat
Zeitraum 1949-54

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Schlechtwetter-Bedingung													
Berlin- Tempelhof	79	74	53	10	4	5	7	6	13	55	112	149	565
Hamburg- Fuhlsbüttel	138	142	112	32	31	22	32	26	41	107	162	170	1014
Bremen- Neulanderfeld	113	95	97	24	30	13	26	22	36	95	108	150	808
Hannover- Langenhagen	85	72	90	15	29	16	16	20	38	78	105	112	677
Düsseldorf- Lohausen	134	86	106	17	23	29	21	21	39	78	77	145	775
Köln-Wahn	90	61	80	10	15	28	14	24	35	73	52	79	563
Frankfurt- Rhein-Main	92	88	34	8	7	8	4	10	35	98	88	152	622
Stuttgart- Echterdingen	69	57	23	18	7	3	3	10	22	64	59	123	456
Nürnberg-Fürth	53	59	39	5	8	8	2	7	18	48	57	107	408
München-Riem	106	85	38	34	19	5	6	12	22	75	102	181	685
Minimum-Bedingung													
Berlin Tempelhof	15	23	13	1	1	0	0	1	4	19	37	49	163
Hamburg- Fuhlsbüttel	48	57	46	12	10	4	7	10	16	43	54	56	370
Bremen- Neulanderfel	40	34	45	11	10	4	6	10	16	40	38	46	298
Hannover- Langenhagen	26	23	35	5	11	3	5	7	14	37	27	44	235
Düsseldorf- Lohausen	50	21	44	2	6	7	4	5	14	33	19	71	277
Köln-Wahn	36	26	33	2	5	6	4	8	16	34	15	43	226
Frankfurt- Rhein-Main	35	31	13	2	3	3	1	3	15	52	27	74	256
Stuttgart- Echterdingen	27	19	8	5	3	1	1	4	16	32	29	57	201
Nürnberg-Fürth	18	26	19	2	5	4	1	4	13	23	20	49	183
München-Riem	40	44	14	7	4	1	0	3	9	31	51	107	313

Schwankung der monatlichen Häufigkeit der Schlechtwetter-Bedingungen in einzelnen Jahren

Anzahl der Fälle

	Schlechtwetter-Bedingung				Minimum-Bedingung			
	Jan.	Apr.	Juli	Okt.	Jan.	Apr.	Juli	Okt.
Berlin - Tempelhof								
1949	94	10	17	45	21	0	0	21
1950	77	15	0	40	19	2	0	12
1951	74	1	0	58	36	0	0	23
1952	29	8	5	57	0	1	0	22
1953	152	0	1	79	13	0	0	18
1954	47	28	18	50	2	2	1	19
Mitte	78.8	10.3	6.8	54.8	15.2	0.8	0.2	19.2
Hamburg - Fuhlsbüttel								
1949	147	44	54	81	56	15	17	43
1950	155	16	20	111	66	6	4	43
1951	142	4	9	84	51	0	7	48
1952	101	47	23	64	26	24	4	27
1953	215	18	6	213	72	7	2	74
1954	62	63	77	88	18	22	9	25
Mittel	137.0	32.0	31.5	106.8	48.2	12.3	7.2	43.3
Frankfurt - Rhein - Main								
1949	136	3	0	149	72	0	0	88
1950	91	8	4	111	59	2	2	62
1951	45	13	1	54	9	7	0	15
1952	84	9	0	64	44	1	0	37
1953	155	5	8	88	20	0	1	30
1954	39	7	9	122	6	0	1	80
Mitte	91.7	7.5	3.7	98.0	35.0	1.7	0.7	52.0
München - Riem								
1949	163	9	0	88	89	2	0	46
1950	36	13	2	124	0	0	0	46
1951	167	7	22	97	75	3	0	40
1952	100	100	0	26	27	31	0	10
1953	120	17	4	90	37	0	2	32
1954	49	58	10	23	14	7	0	14
Mittel	105.8	34.0	6.3	74.7	40.3	7.2	0.3	31.3

Tab. 19

Mittlere Häufigkeit der Andauer von 3 bis 22 Stunden
(Stufen D bis F der Abbildungen 21 u. 22)

Zeitraum 1949-54

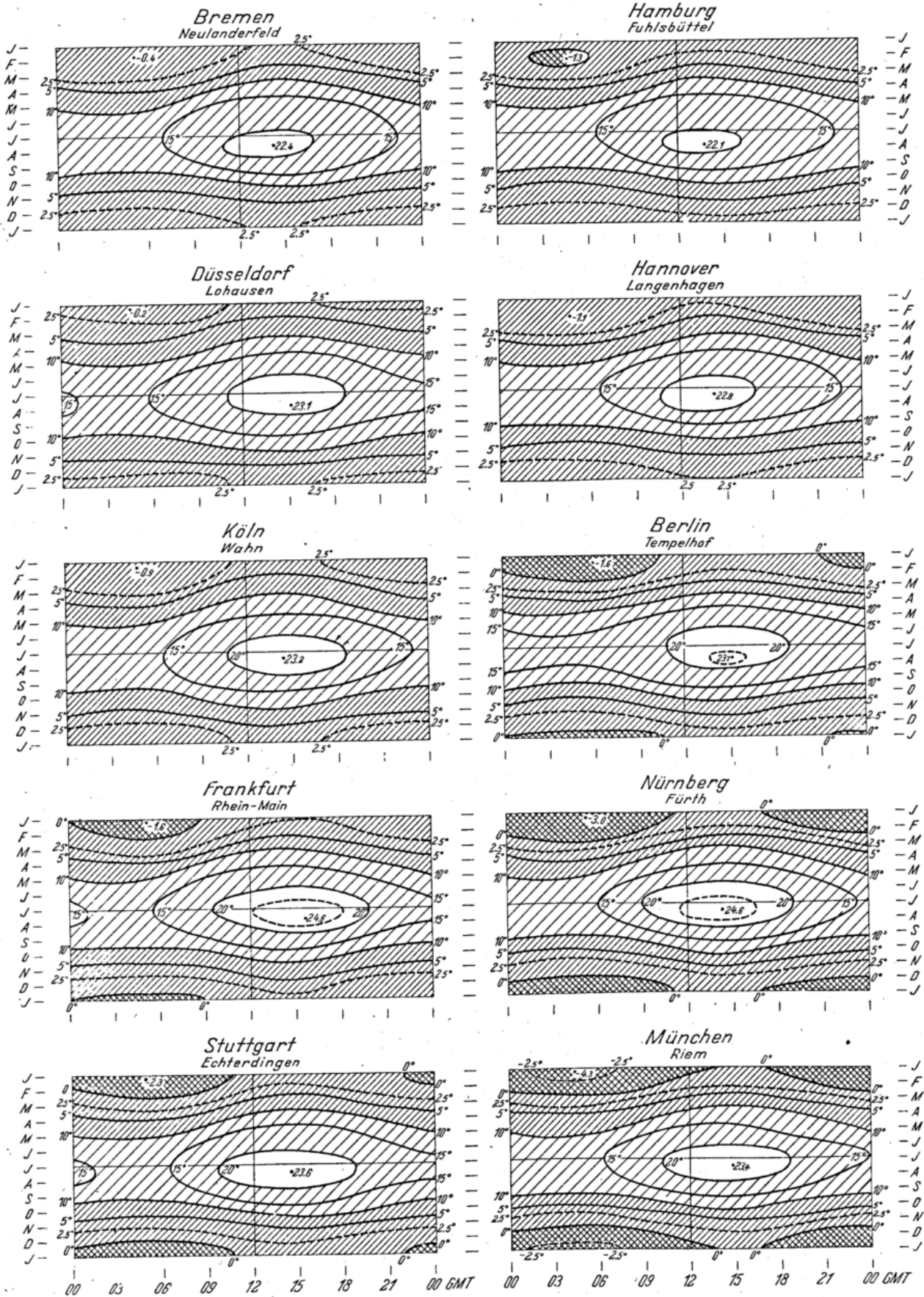
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Schlechtwetter												
Berlin - Tempelhof	6.2	4.5	5.2	1.0	0.3	0.7	0.8	0.7	1.2	4.7	9.3	10.8
Hamburg - Fuhlsbüttel	8.0	8.5	9.2	3.2	2.8	1.5	2.5	2.0	4.0	8.5	14.2	9.0
Bremen - Neulanderfeld	8.0	7.3	7.7	2.7	3.3	1.0	2.7	2.2	4.3	8.3	8.5	10.3
Hannover - Langenhagen	6.2	6.0	6.5	1.3	3.0	1.2	1.5	1.8	3.5	7.3	8.7	7.2
Düsseldorf - Lohausen+)	8.2	3.6	6.8	1.2	2.7	2.8	1.5	1.3	3.3	5.5	7.0	8.5
Köln - Wahn	6.2	3.8	5.3	1.5	1.8	2.2	1.8	2.5	3.3	5.5	5.3	4.5
Frankfurt Rhein - Main	4.3	5.7	3.8	0.7	1.0	0.7	0.2	0.5	3.3	8.8	4.8	7.2
Stuttgart - Echterdingen	6.2	4.8	1.8	2.0	0.7	0.2	0.2	0.7	1.8	6.5	4.2	9.0
Nürnberg - Fürth	4.0	4.7	3.7	0.7	0.8	0.8	0.2	1.2	1.7	5.3	4.0	5.2
München - Riem	7.3	5.2	4.0	2.5	1.8	0.2	0.3	1.5	2.0	7.0	6.7	11.0
Minimum - Bedingung												
Berlin - Tempelhof	0.8	1.3	1.2	-	0.2	-	-	-	0.3	1.8	3.5	4.2
Hamburg - Fuhlsbüttel	3.5	5.0	4.0	1.3	1.3	0.3	1.2	1.3	1.2	4.5	5.0	3.7
Bremen - Neulanderfeld	3.3	4.0	3.8	0.8	0.7	0.3	0.5	0.8	1.2	4.5	3.2	4.5
Hannover - Langenhagen	1.8	1.8	2.8	0.5	1.0	-	-	0.5	1.2	3.2	2.7	3.0
Düsseldorf - Lohausen+)	2.6	2.0	4.0	-	0.5	0.8	0.3	0.8	1.5	3.0	1.8	5.0
Köln - Wahn	2.5	2.5	2.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.8	1.5	3.8	1.8	4.0
Frankfurt Rhein - Main	1.3	3.2	1.3	0.2	0.2	0.2	-	0.3	1.3	5.2	3.3	5.2
Stuttgart - Echterdingen	2.0	1.8	1.0	0.5	0.2	-	-	0.3	1.2	3.5	2.0	5.0
Nürnberg - Fürth	2.2	2.3	2.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.7	1.5	2.7	1.5	3.7
München - Riem	3.8	3.7	1.2	0.3	0.2	0.2	-	0.2	1.2	3.5	3.7	6.8

+) Zeitraum: Mai 1949 - Dez. 54

Abb. 1

Isoplethen der Temperatur in °C

1949-1954



Isoplethen der relativen Feuchte (%)

1949-1954

Abb. 2

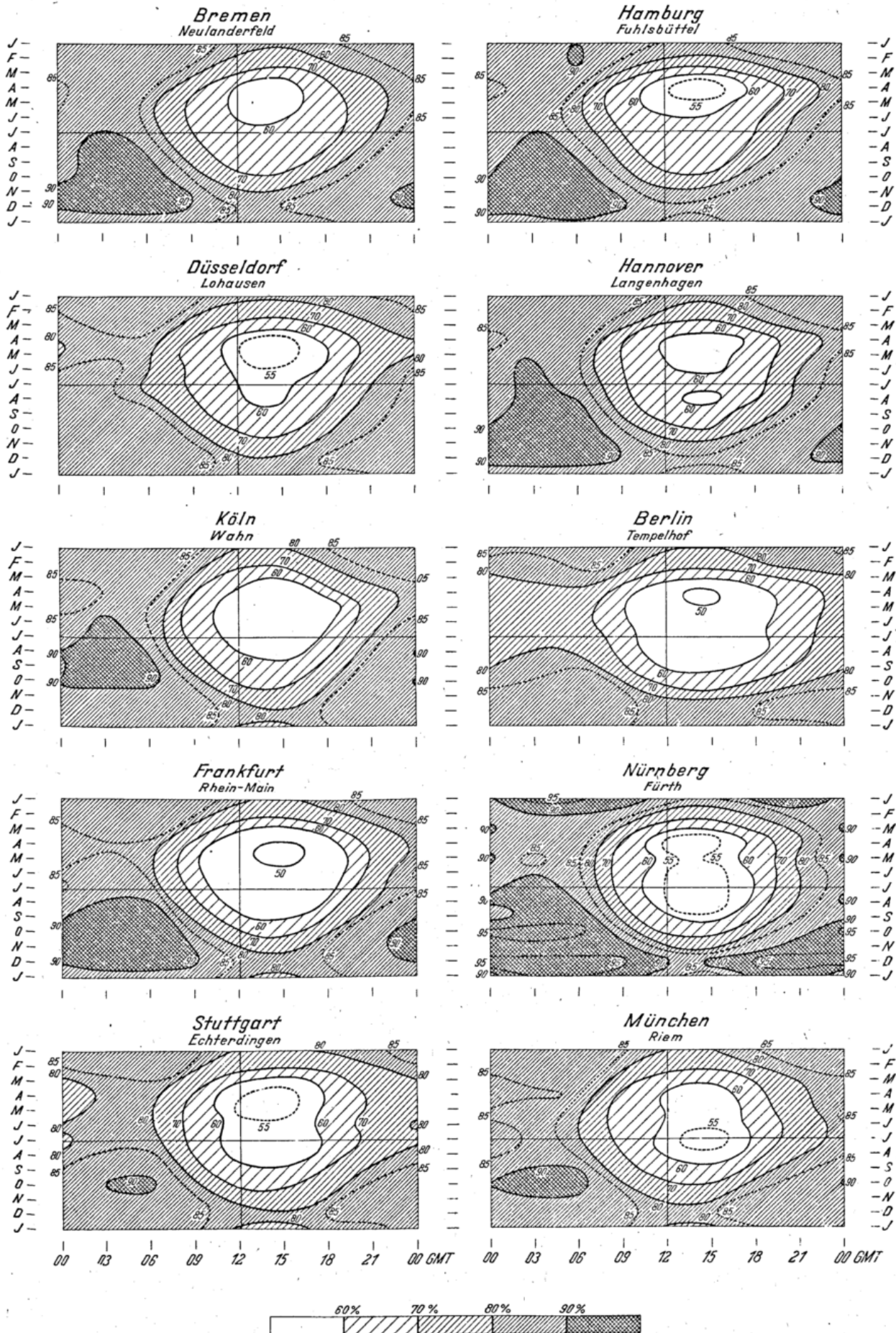


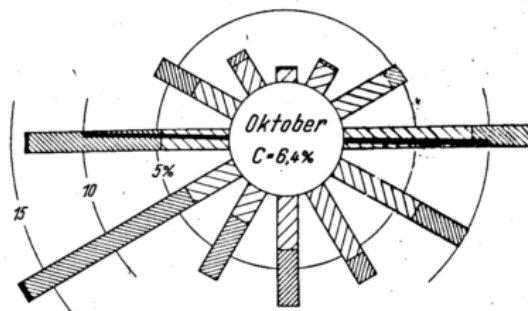
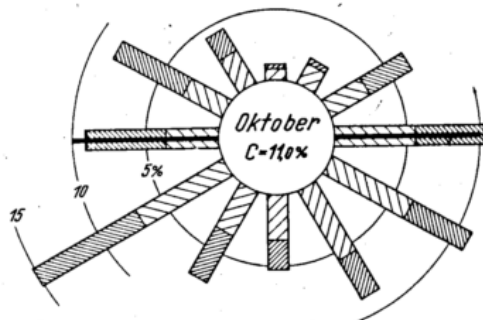
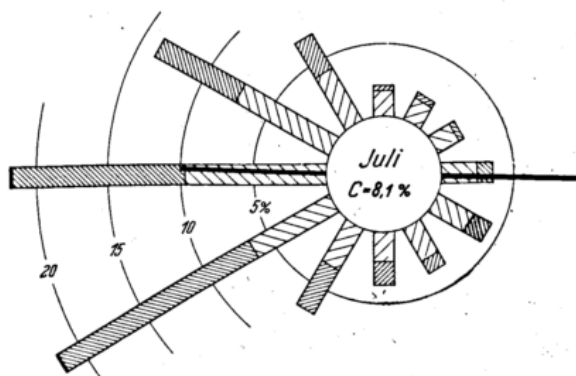
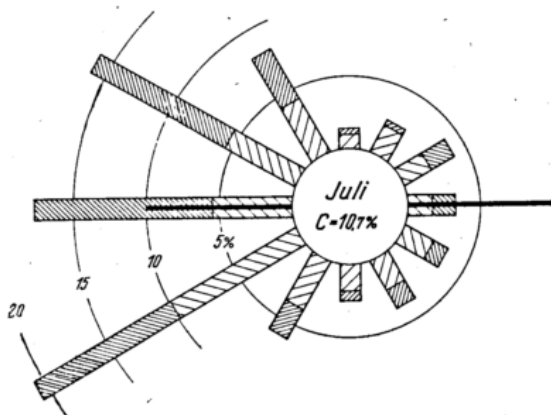
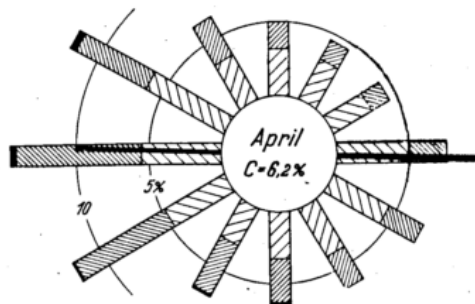
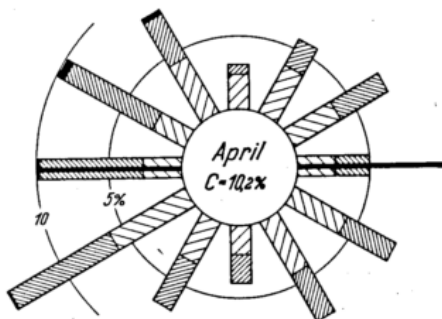
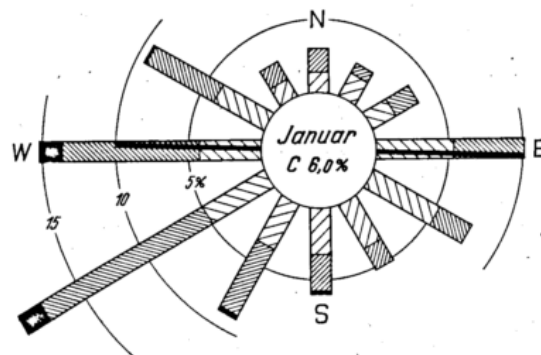
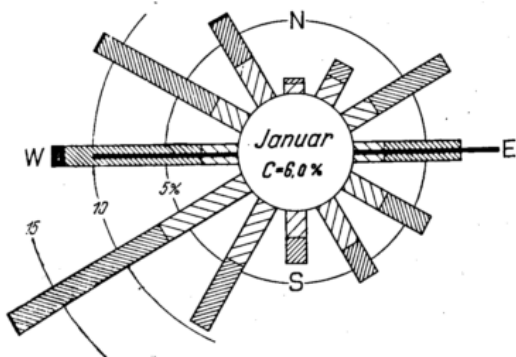
Abb. 3

Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Mittlere Häufigkeiten in % zur Anzahl der stündlichen Beobachtungen je Monat
1949-1954

Berlin
Tempelhof

Hannover
Langenhagen



— Startbahn



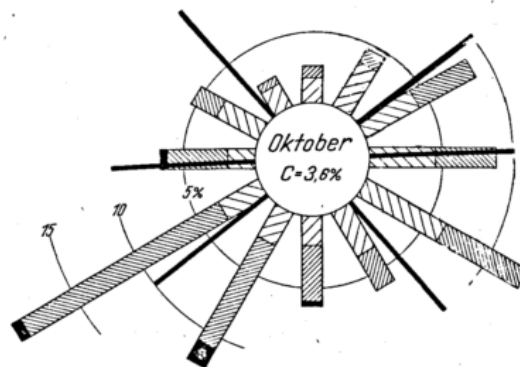
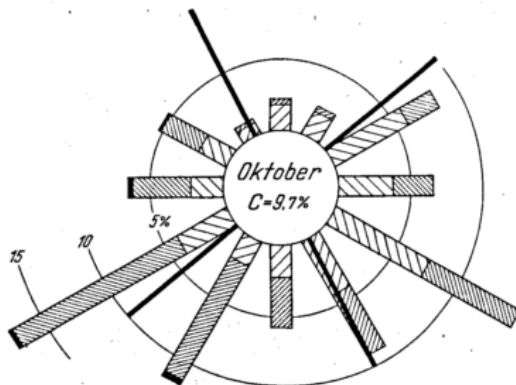
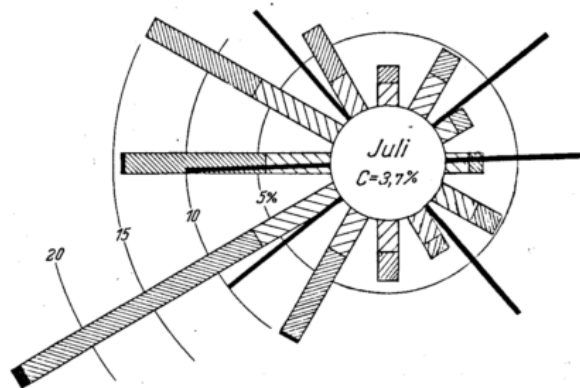
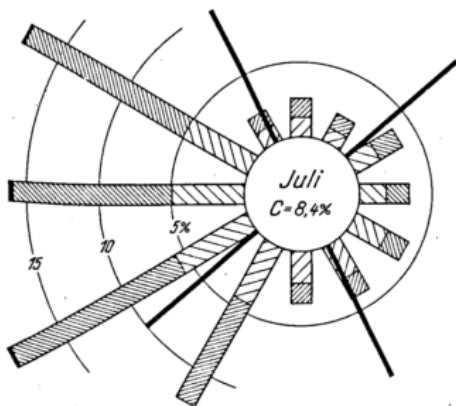
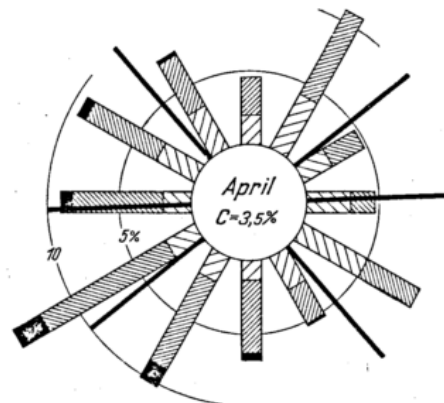
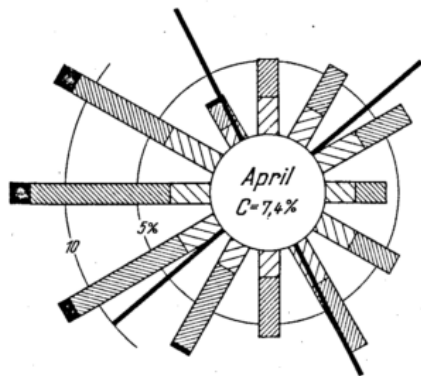
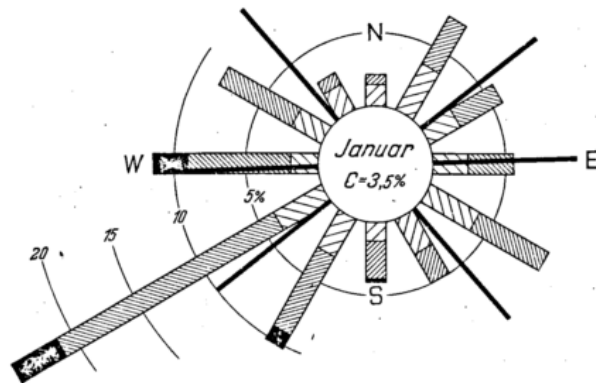
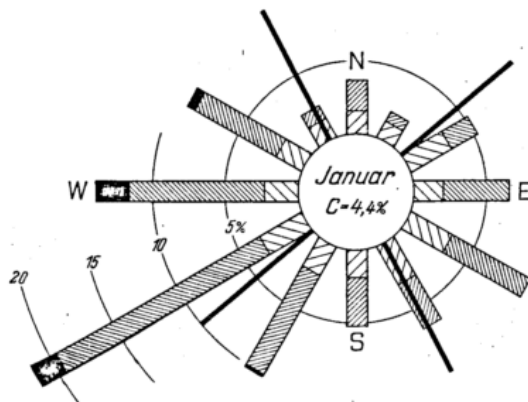
Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Abb. 4

Mittlere Häufigkeiten in % zur Anzahl der stündlichen Beobachtungen je Monat
1949-1954

Hamburg
Fuhlsbüttel

Bremen
Neulanderfeld



— Startbahn

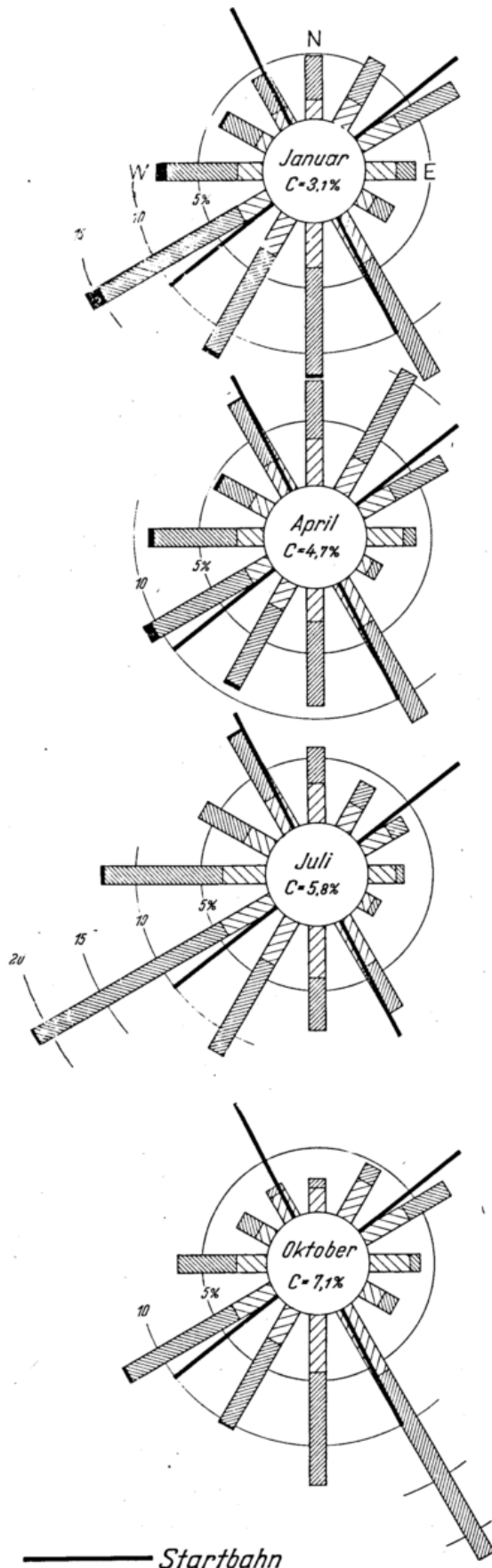
Windgeschwindigkeit
1-6 7-21 ≥22 kt

Abb. 5

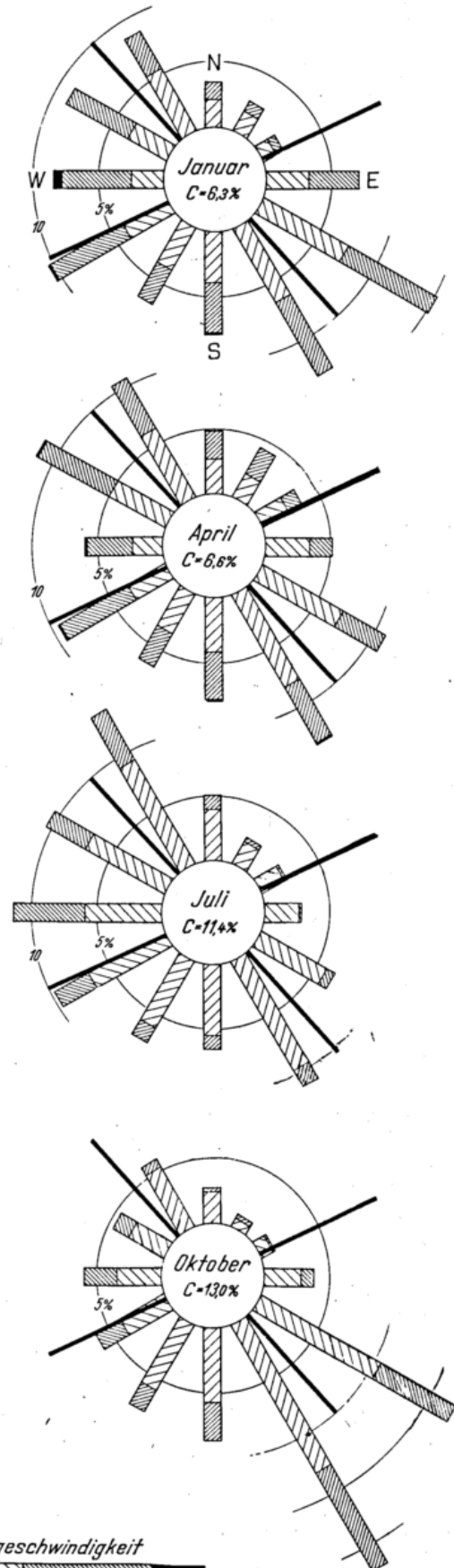
Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Mittlere Häufigkeiten in % zur Anzahl der stündlichen Beobachtungen je Monat
1949-1954

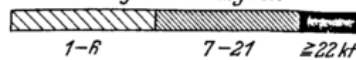
Düsseldorf
Lohausen



Köln
Wahn



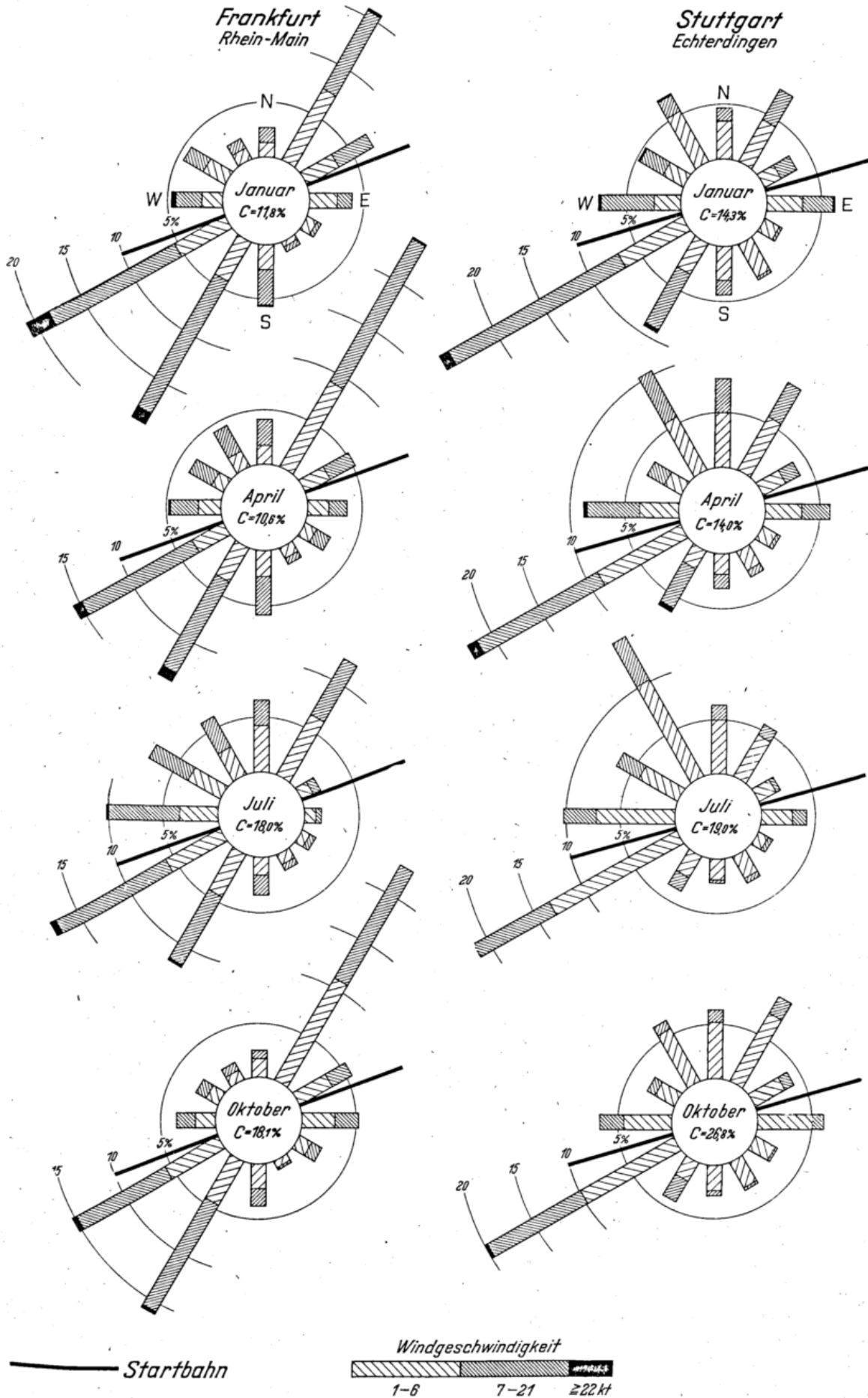
Windgeschwindigkeit



Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Mittlere Häufigkeiten in % zur Anzahl der stündlichen Beobachtungen je Monat
1949-1954

Abb. 6

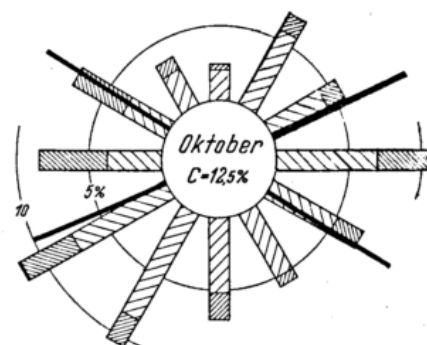
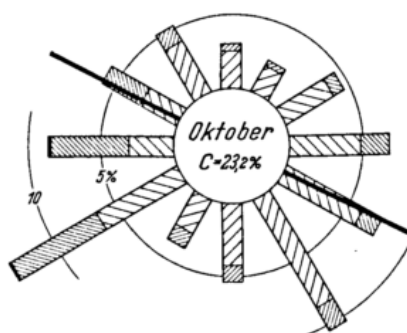
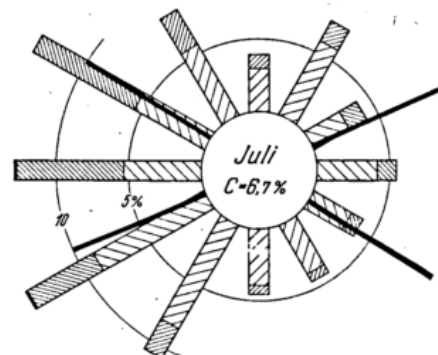
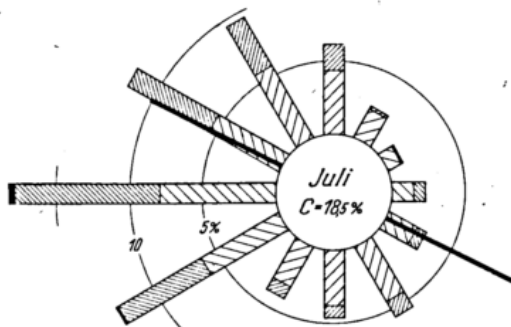
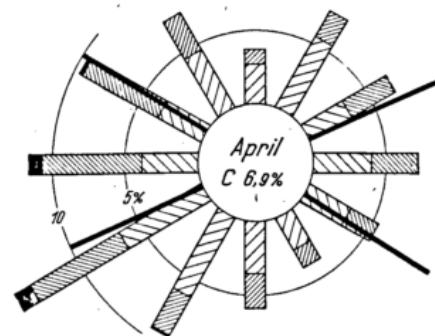
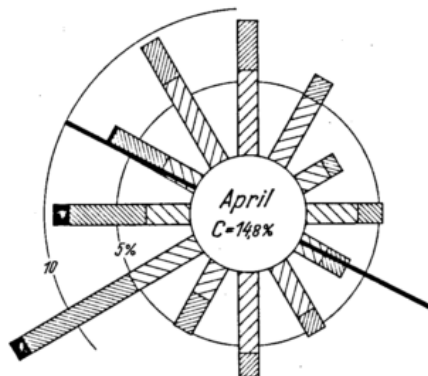
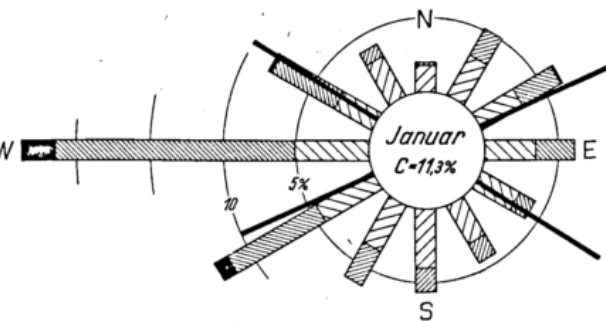
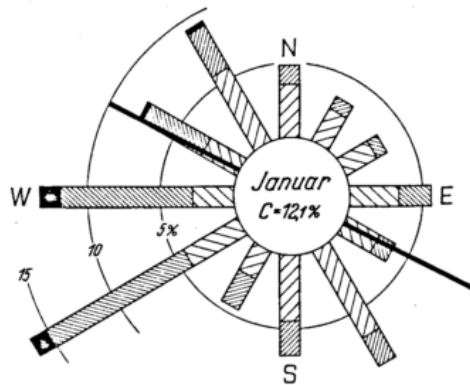


Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Mittlere Häufigkeiten in % zur Anzahl der stündlichen Beobachtungen je Monat
1949-1954

Nürnberg
Fürth

München
Riem

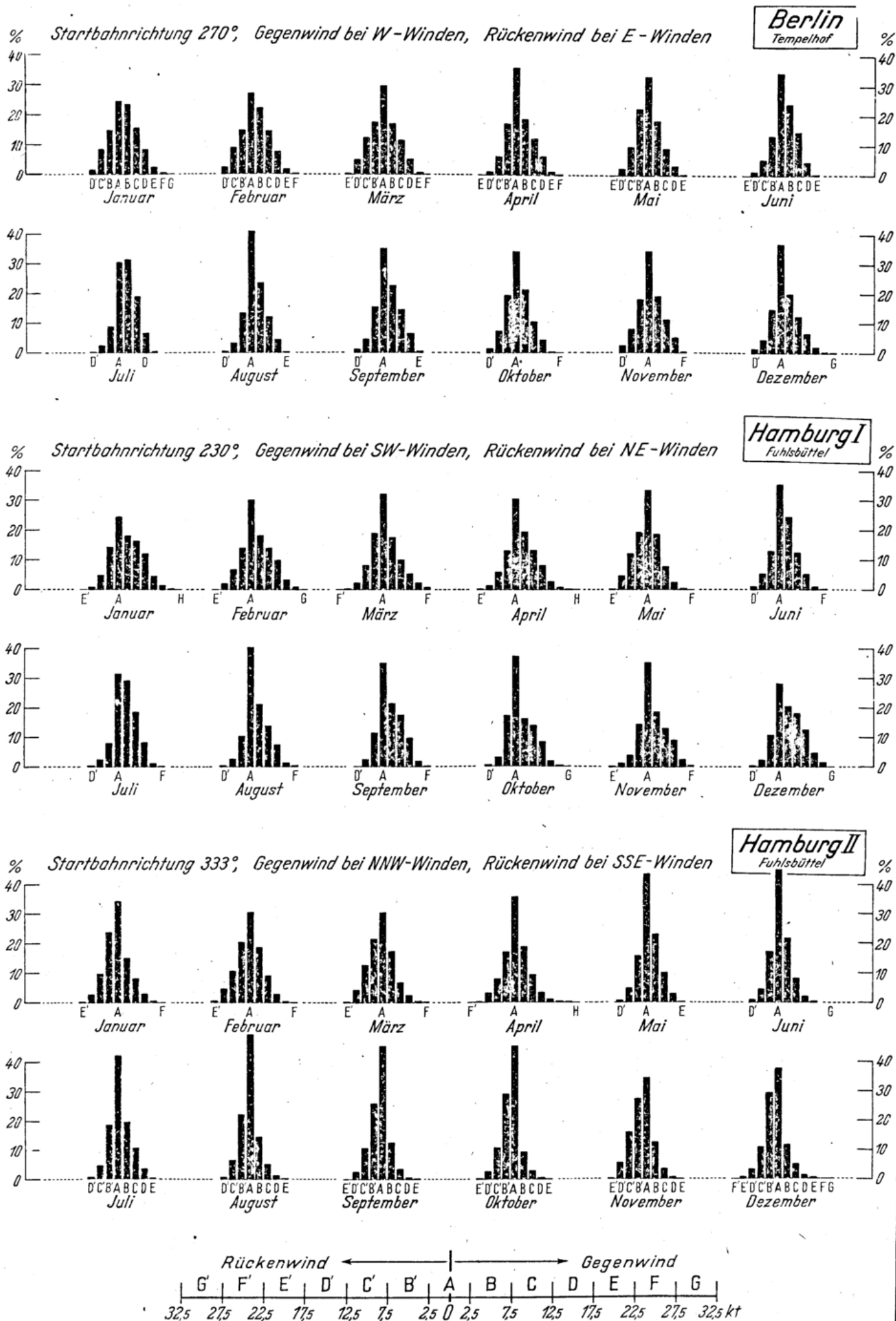


— Startbahn

Windgeschwindigkeit
1-6 7-21 ≥ 22 kt

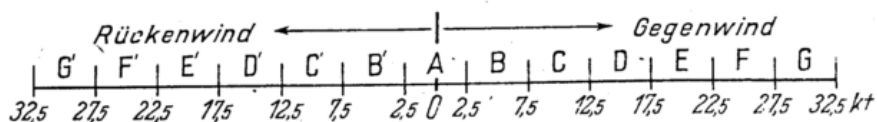
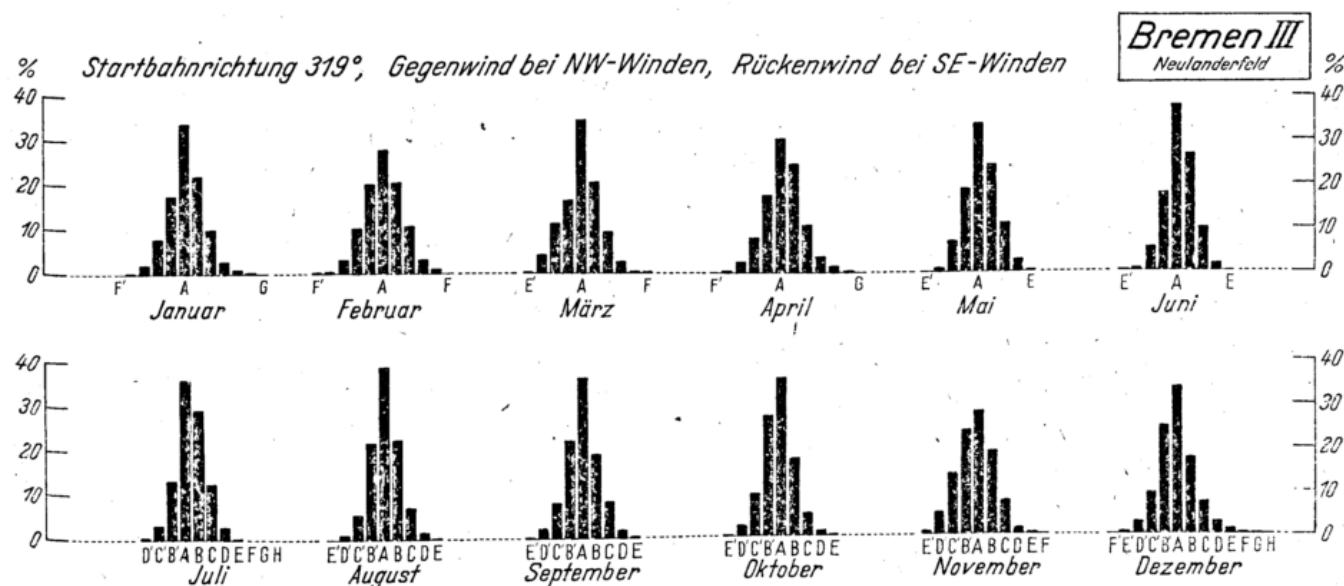
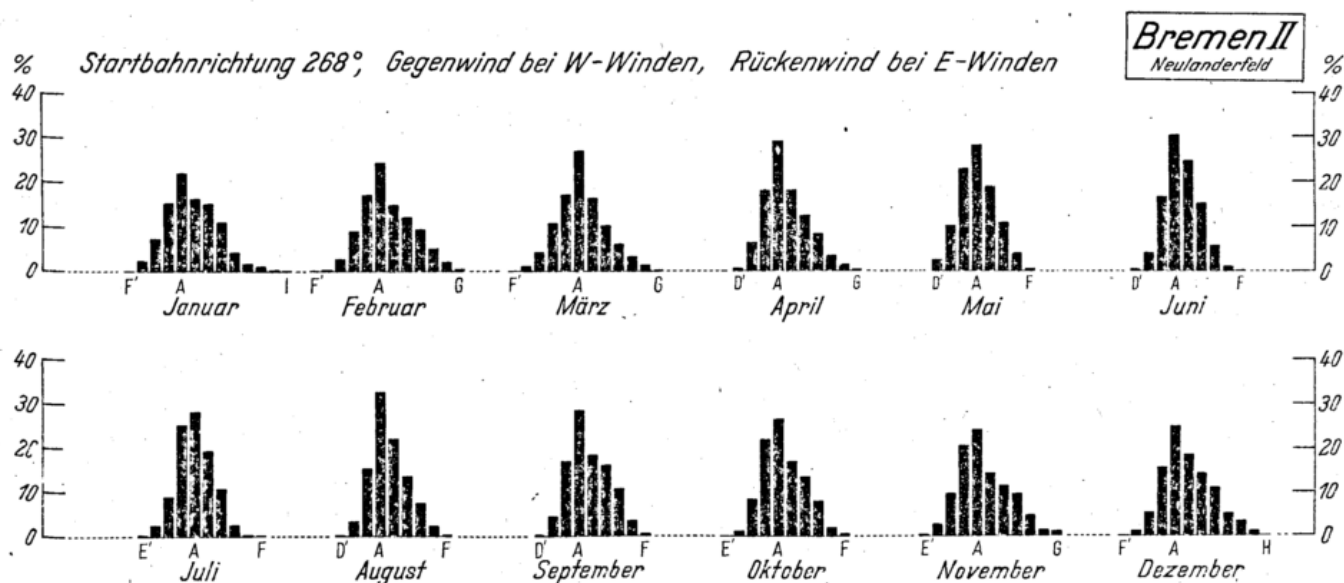
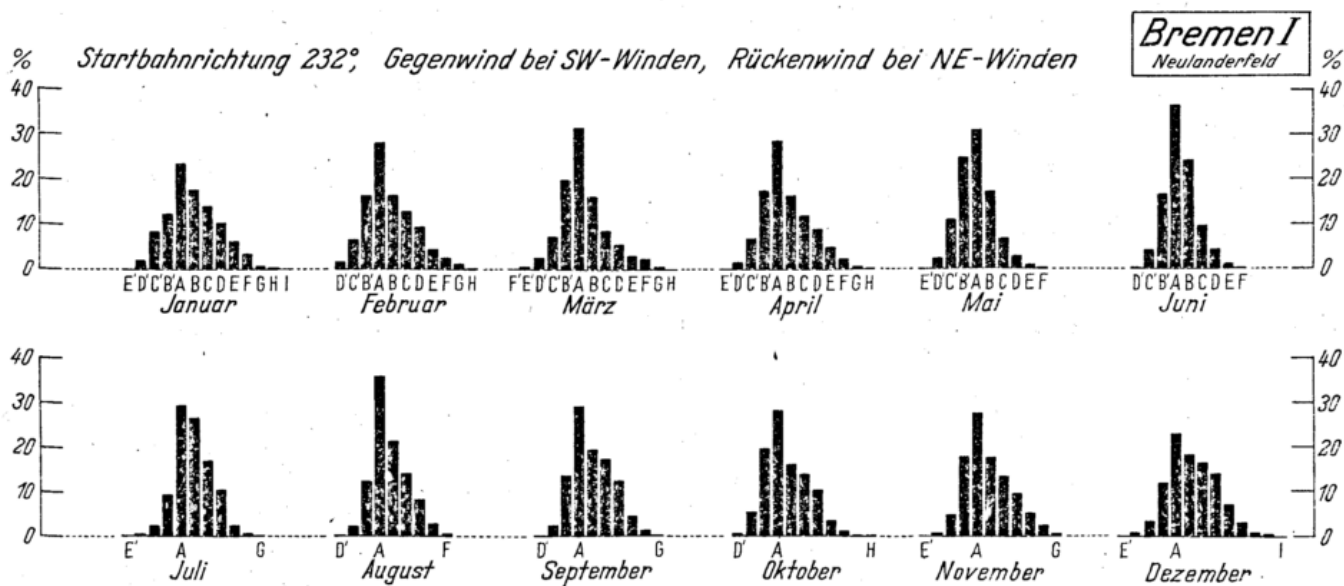
Windkomponenten in Startbahnrichtung

Häufigkeiten in % nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



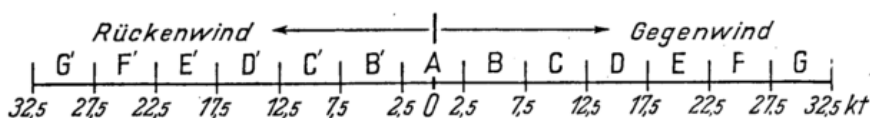
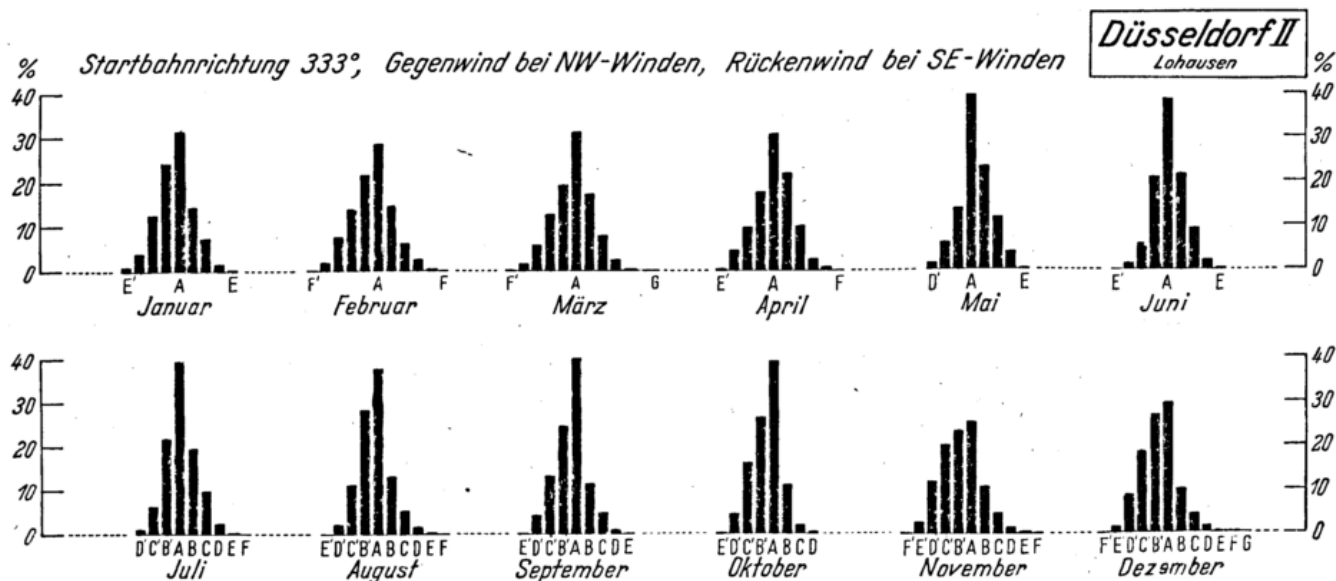
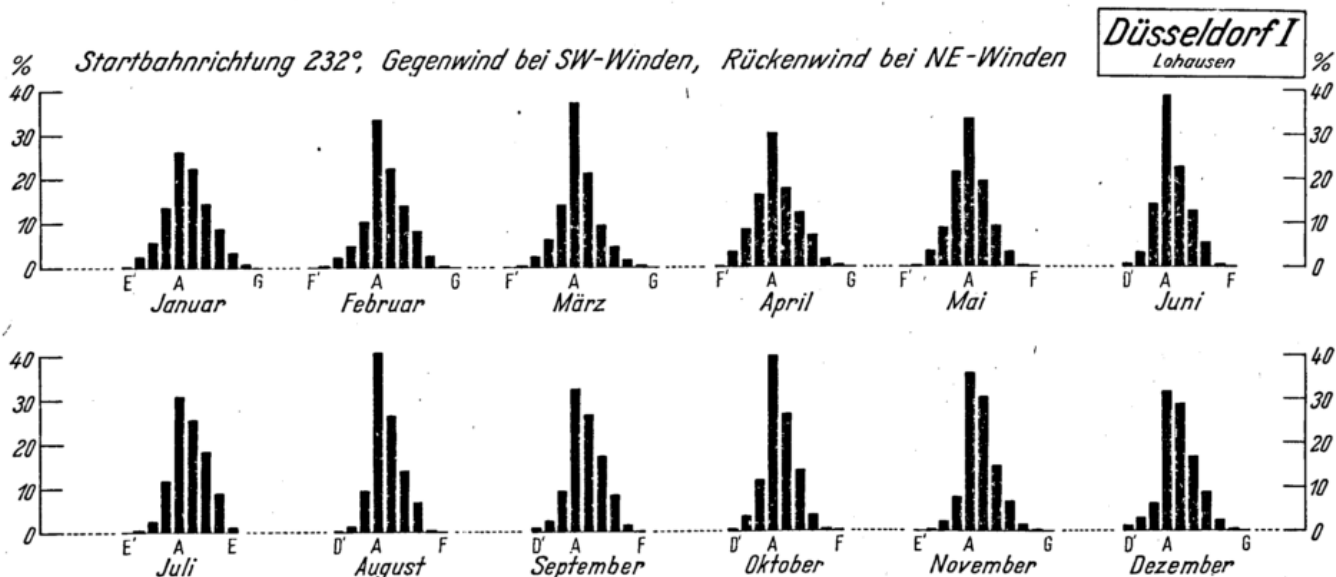
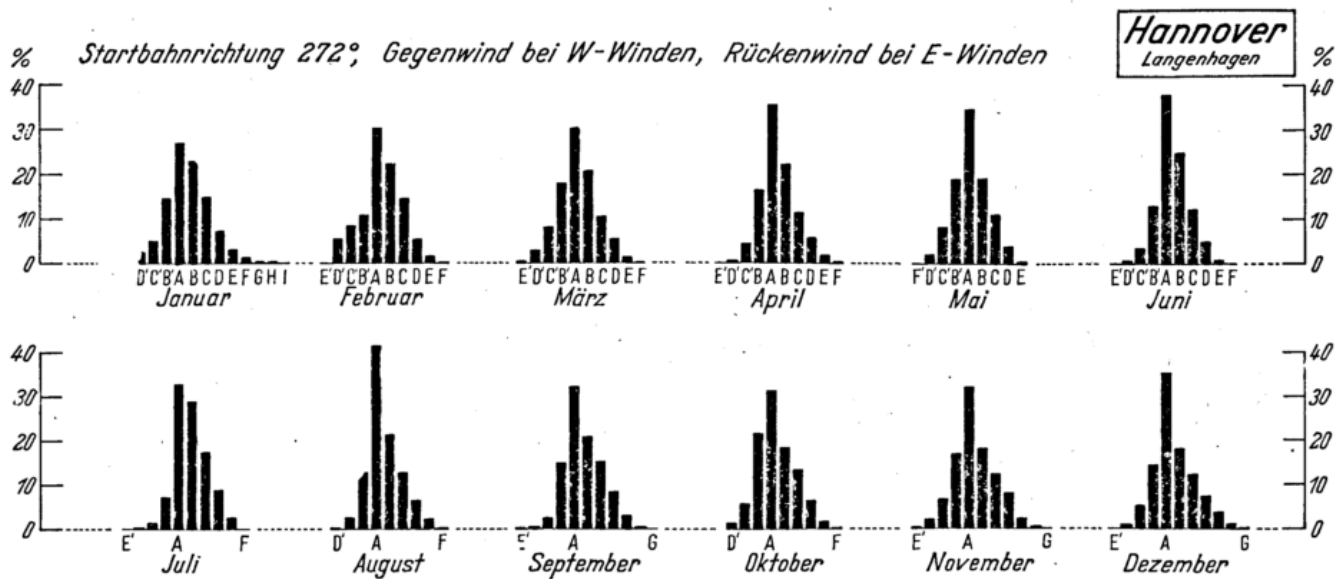
Windkomponenten in Startbahnrichtung

Häufigkeiten in % nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



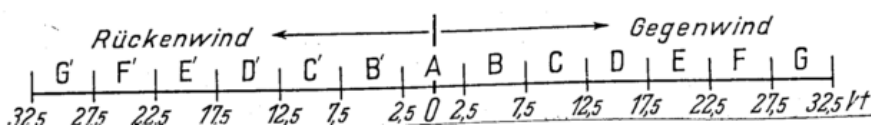
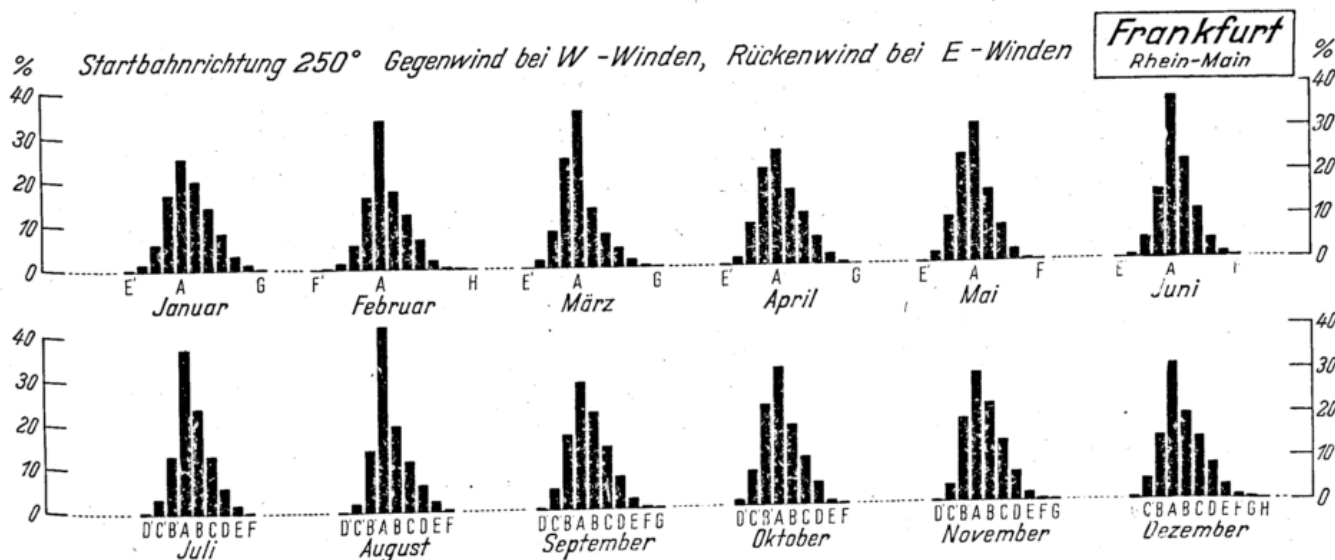
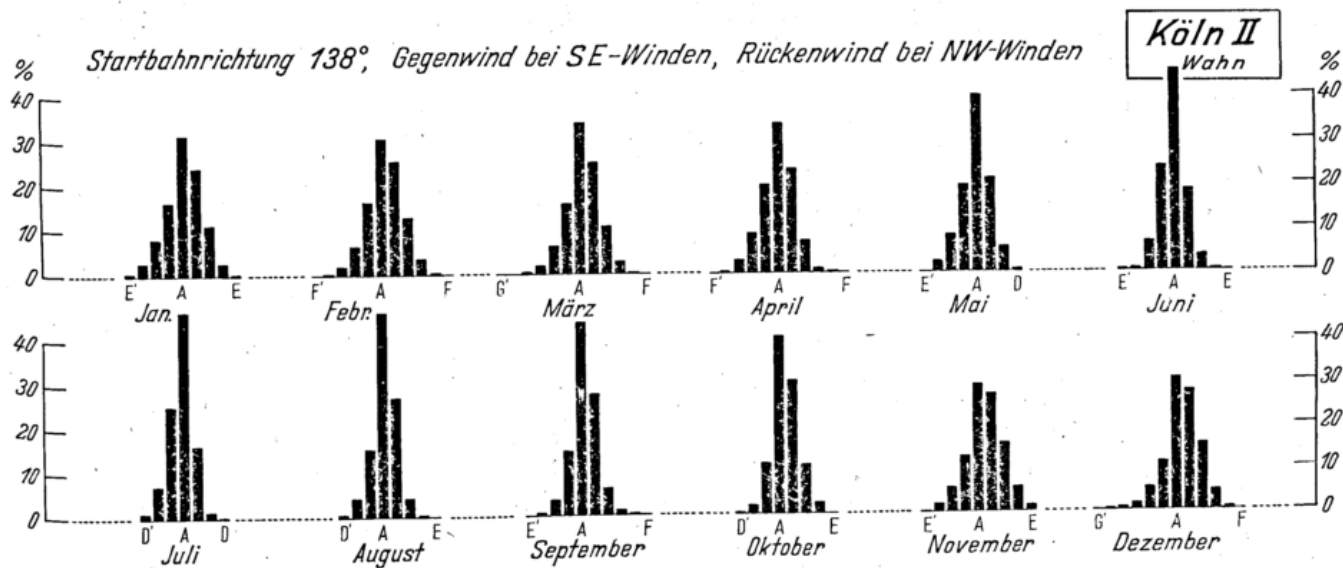
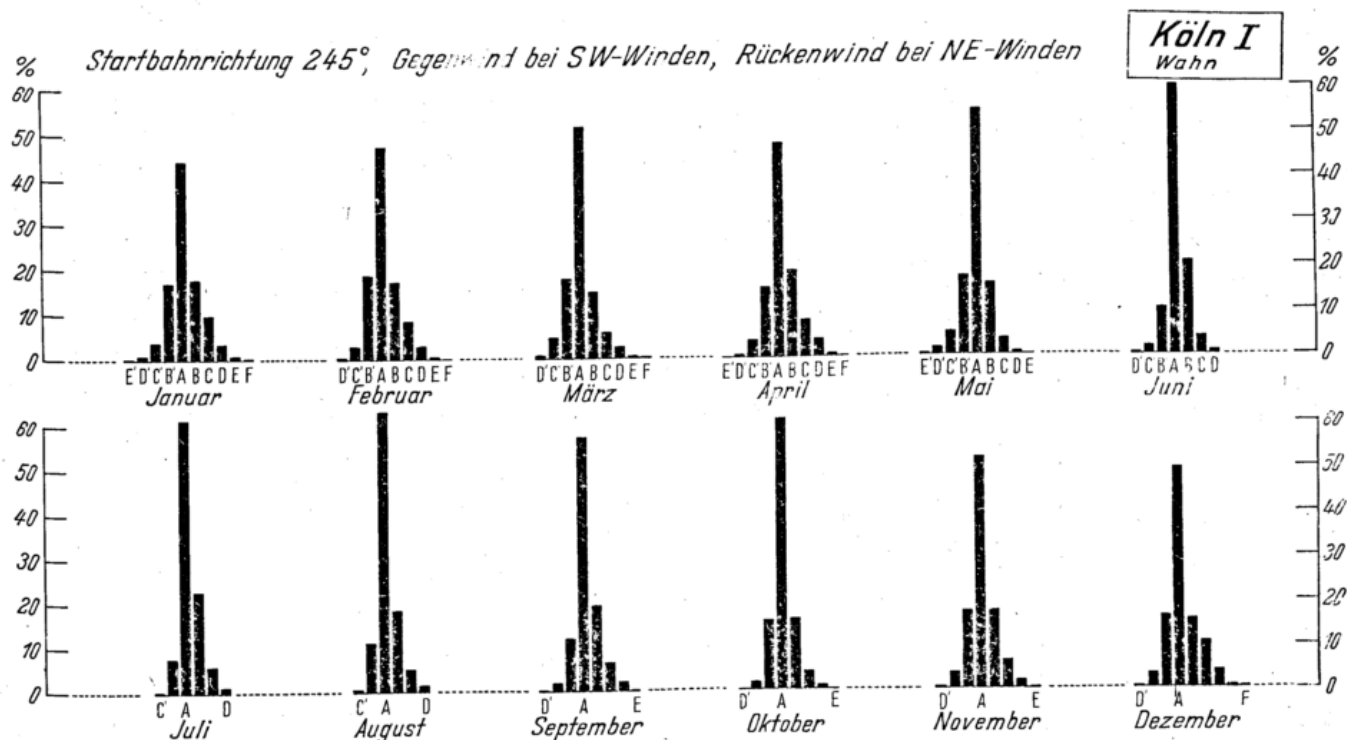
Windkomponenten in Startbahnrichtung

Häufigkeiten in % nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



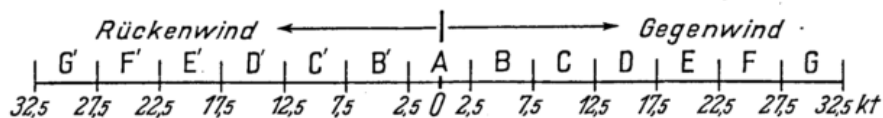
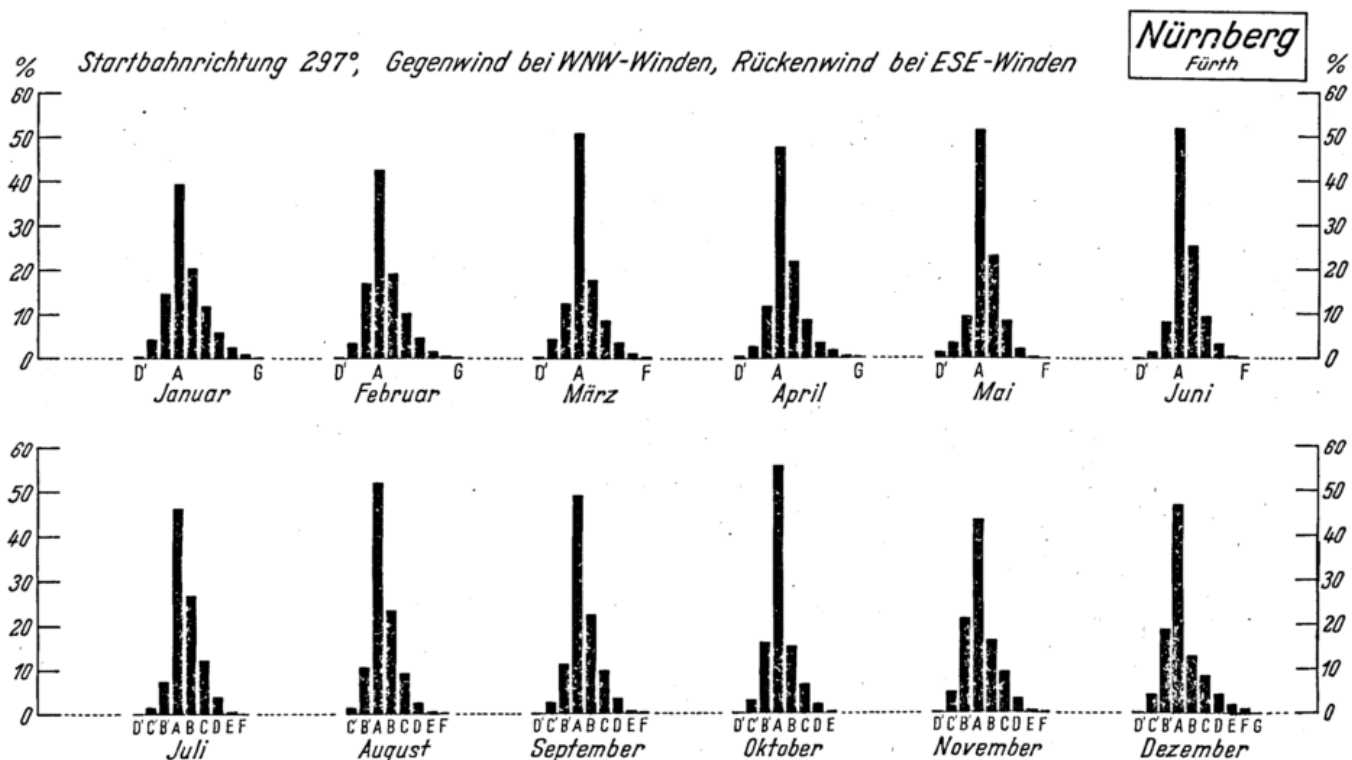
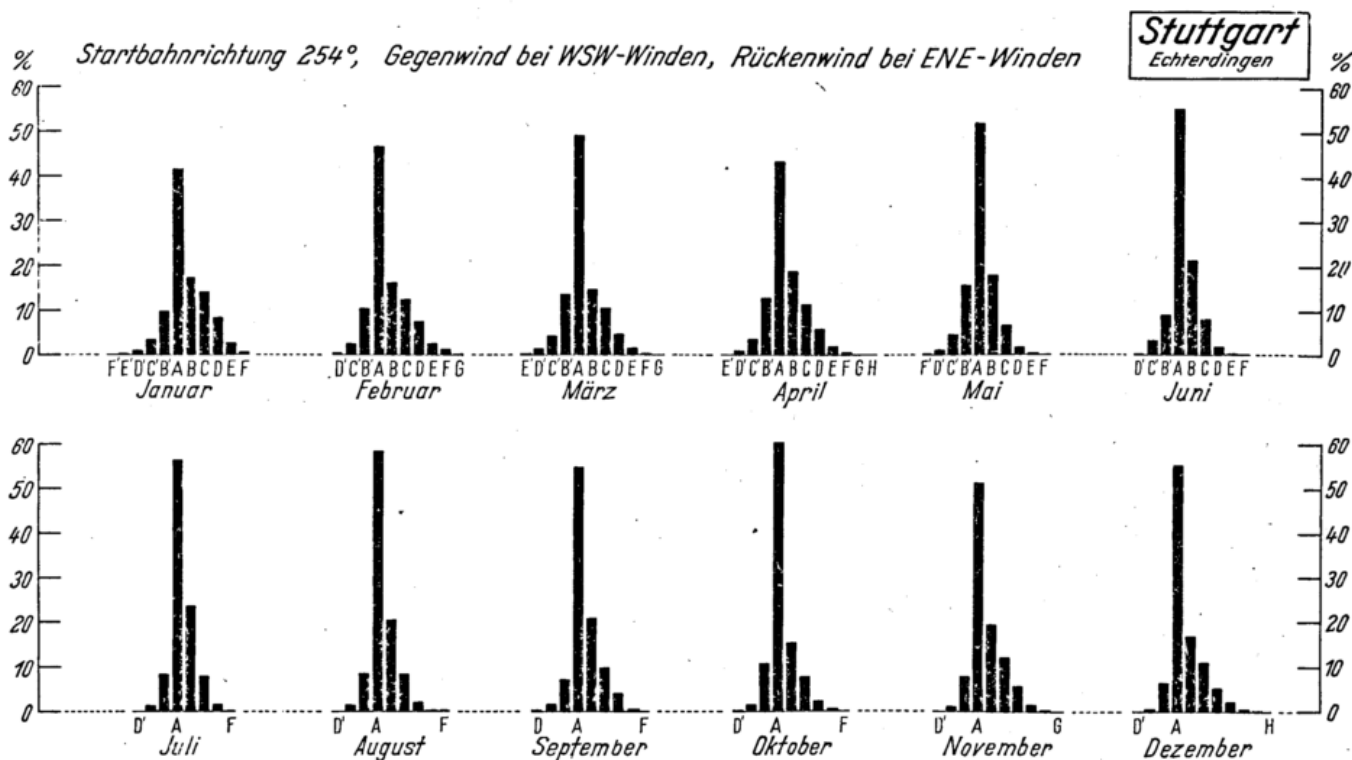
Windkomponenten in Startbahnrichtung

Häufigkeiten in % nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



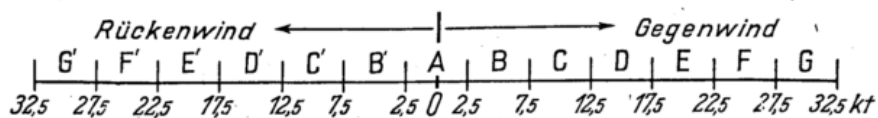
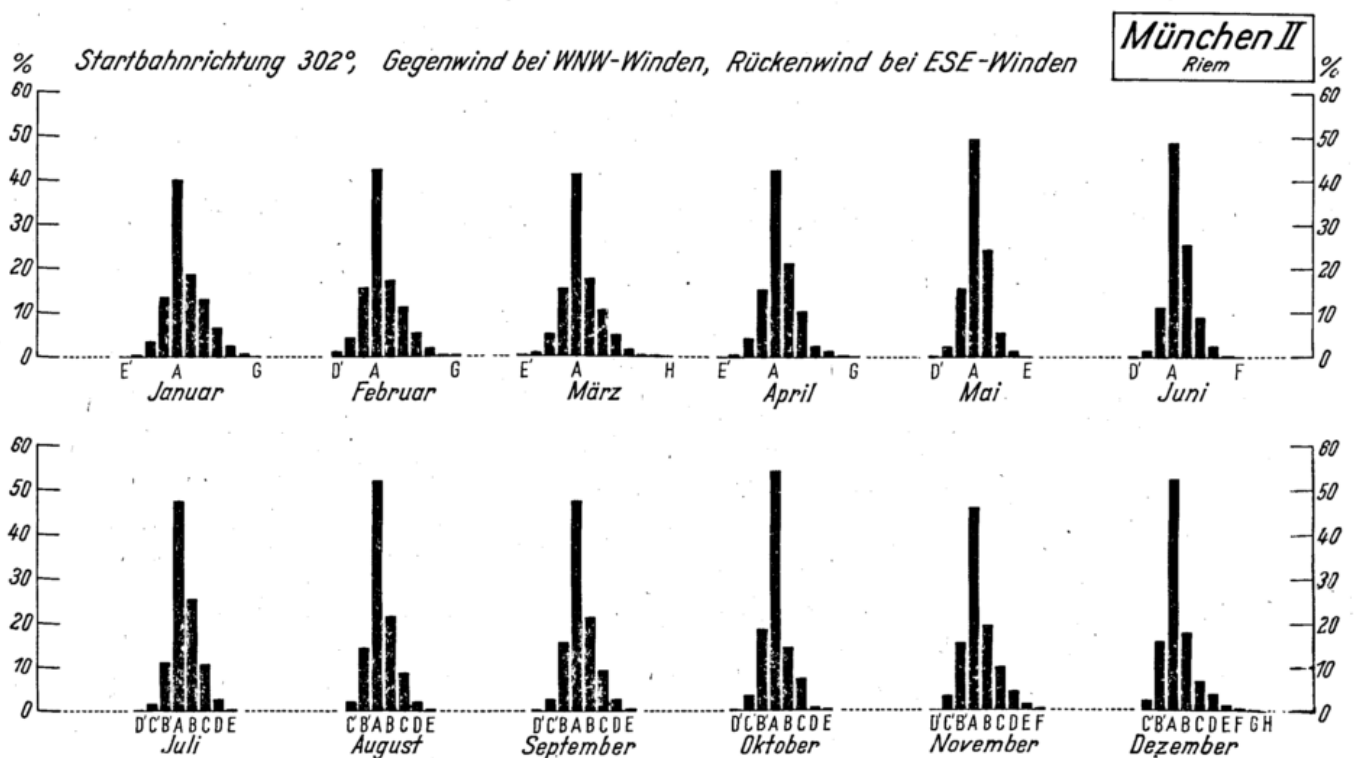
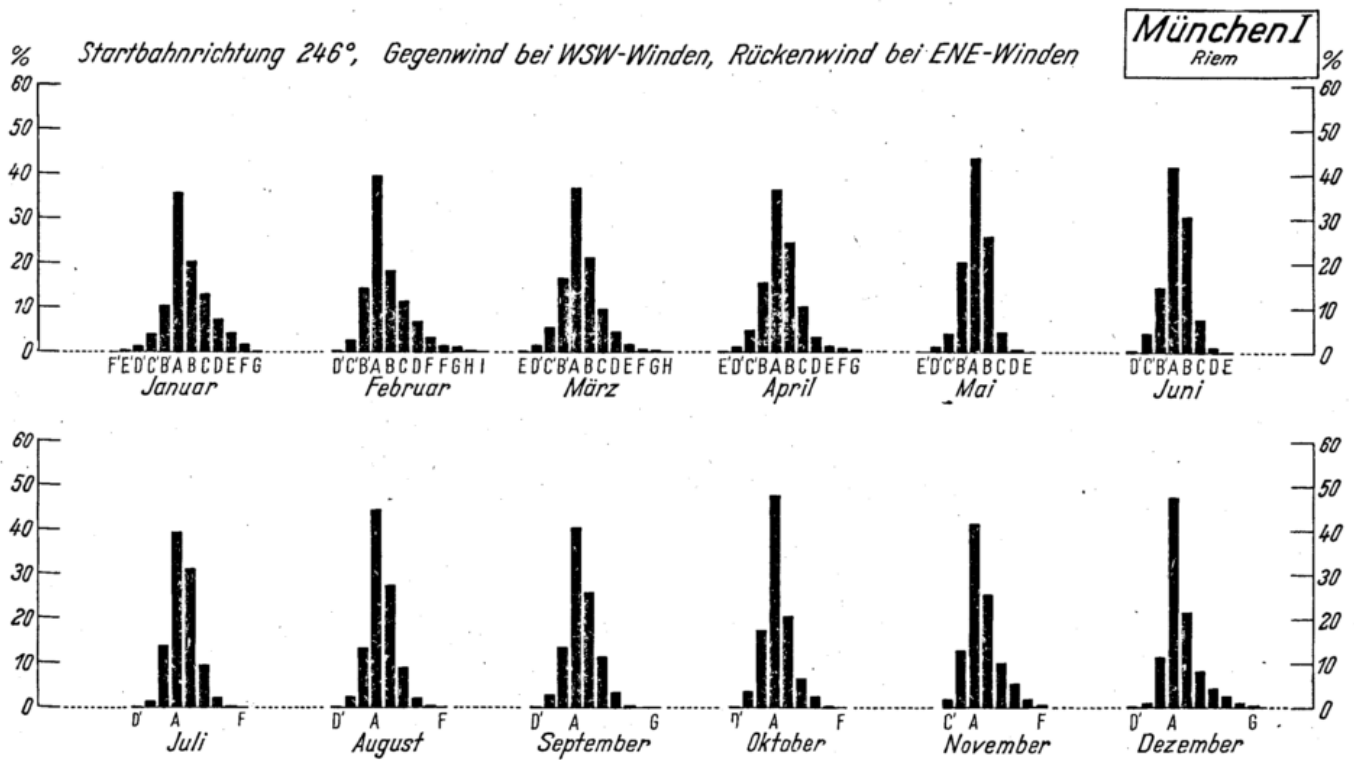
Windkomponenten in Startbahnrichtung

Häufigkeiten in % nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



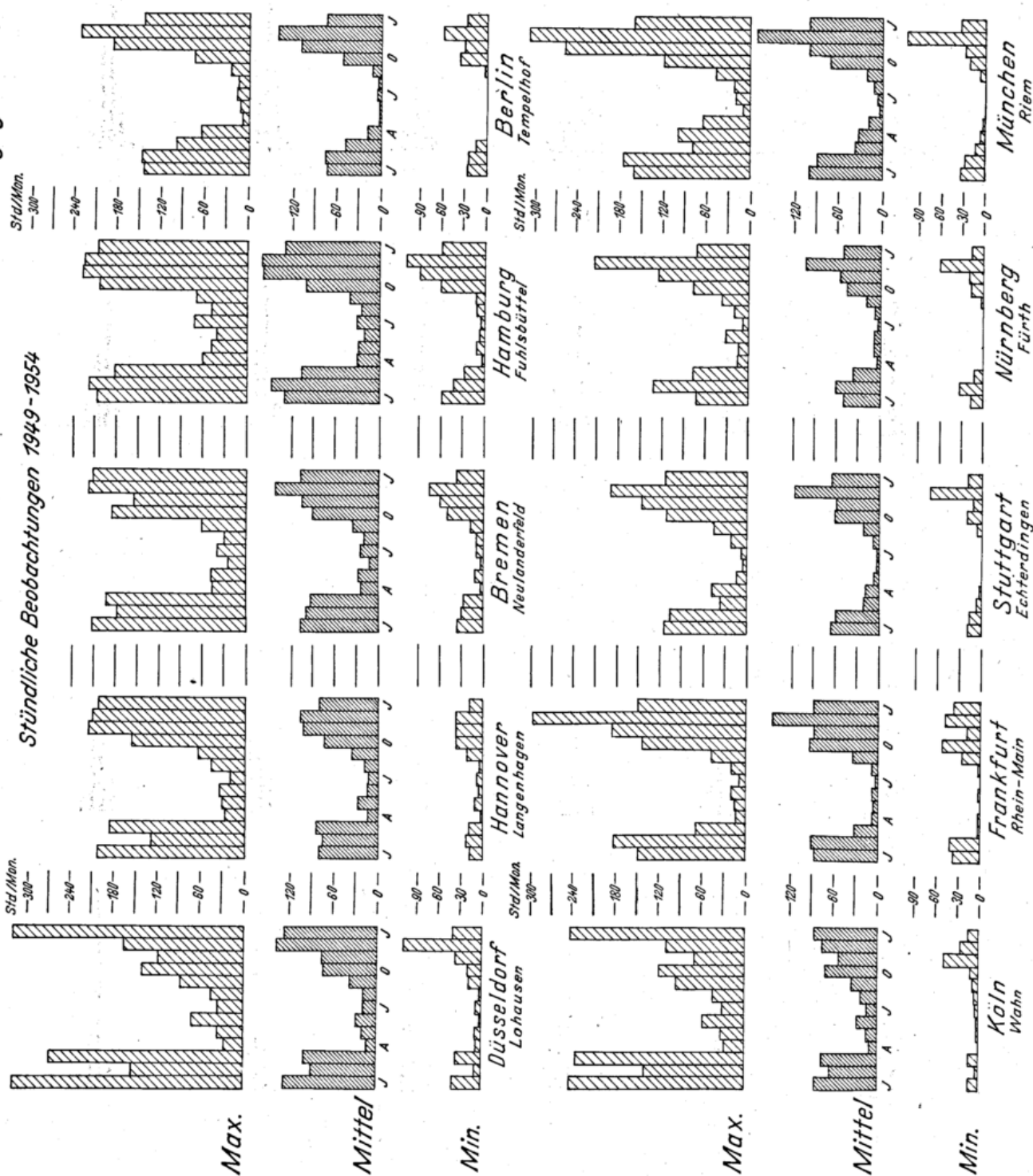
Windkomponenten in Startbahnrichtung

Häufigkeiten in % nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



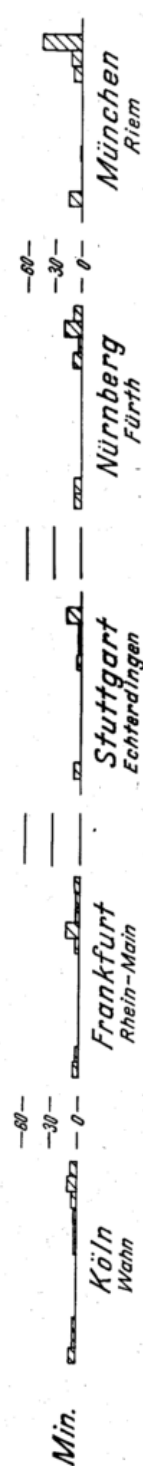
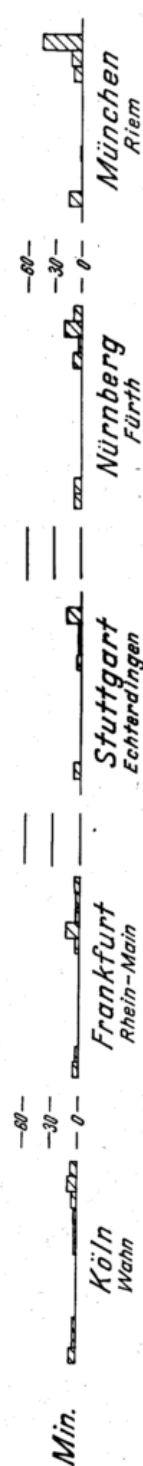
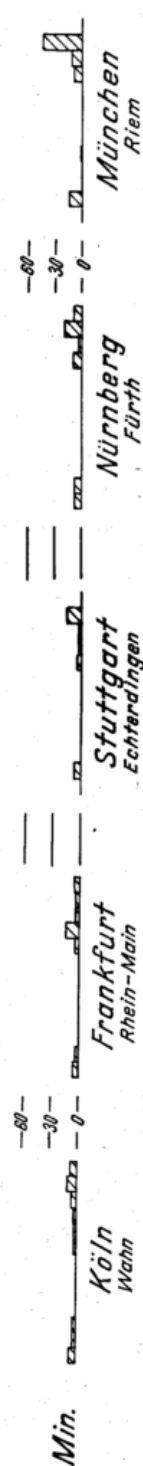
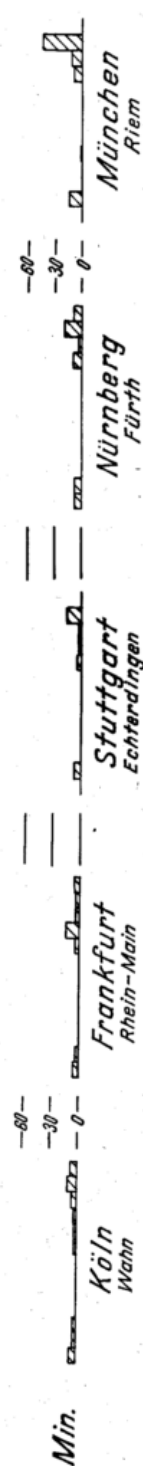
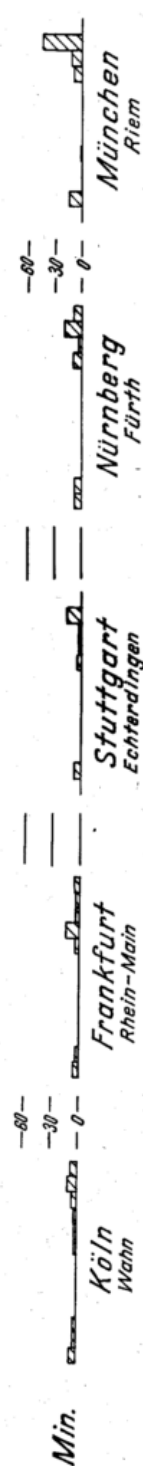
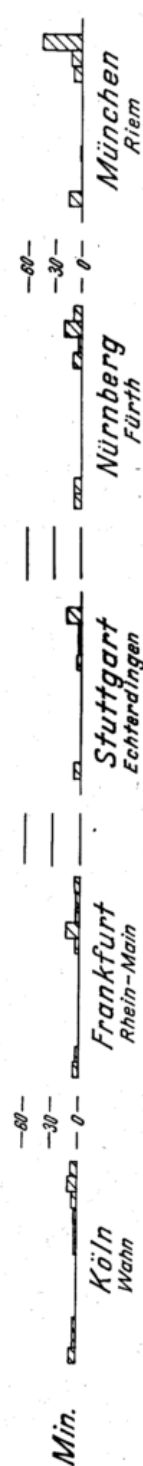
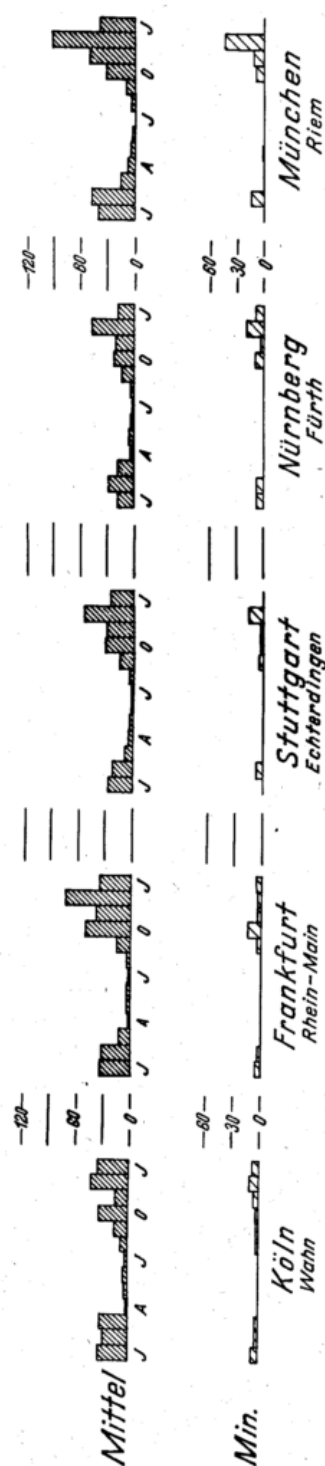
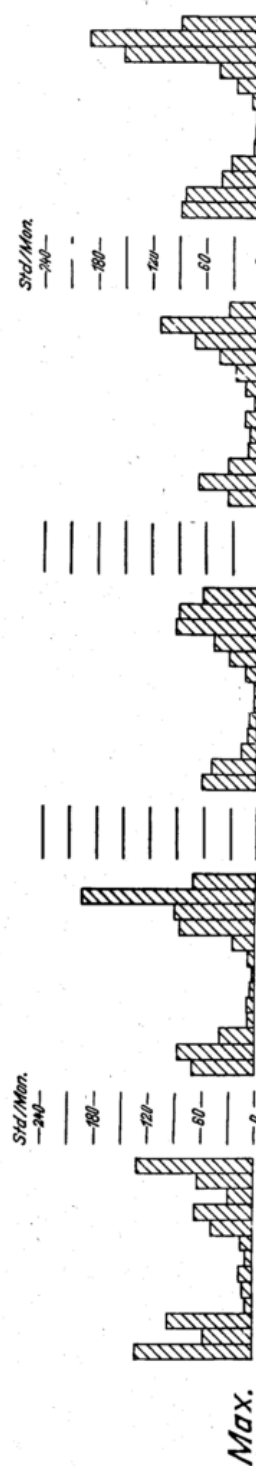
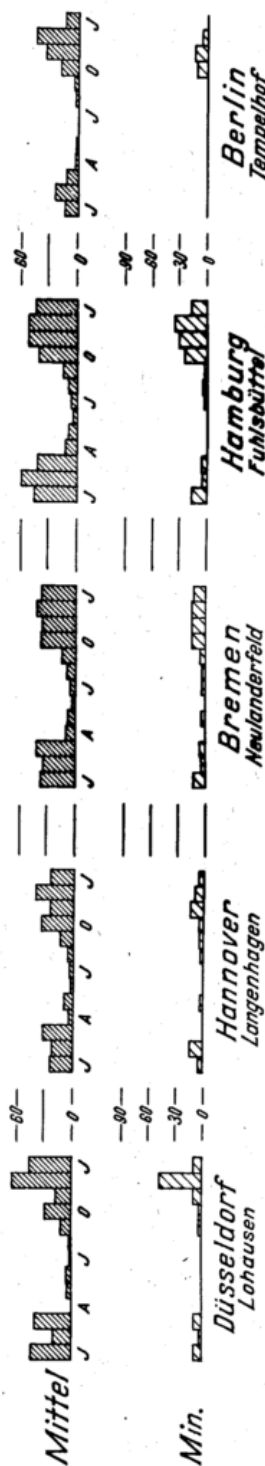
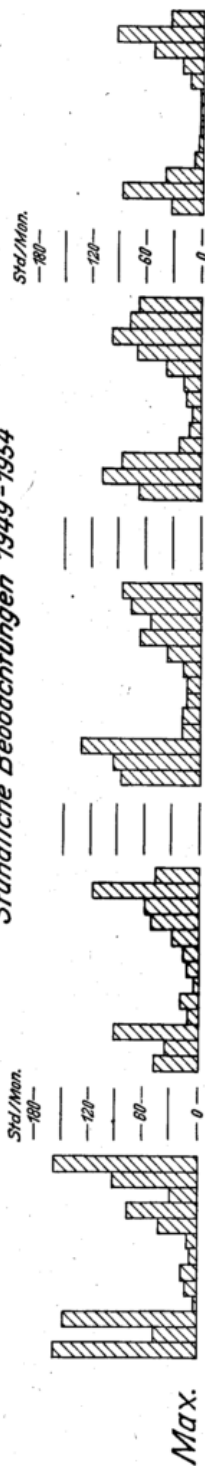
Schlechtwetter Jährlicher Gang

Mittlere, maximale und minimale Anzahl der Stunden je Monat mit
Sichtweite $< 1,6 \text{ km} = 1 \text{ ml}$ und Wolkenhöhe $< 150 \text{ m} = 500 \text{ ft}$ bei Bedeckungsgrad $> \frac{4}{8}$
Stündliche Beobachtungen 1949-1954



Mittlere, maximale und minimale Anzahl der Stunden je Monat mit
Sichtweite $< 0,8 \text{ km} = \frac{1}{2} \text{ ml}$ und Wolkenhöhe $< 60 \text{ m} = 200 \text{ ft}$ bei Bedeckungsgrad $> \frac{4}{8}$

Stündliche Beobachtungen 1949-1954



Minimum-Bedingung Jährlicher Gang

Abb. 15

Täglicher Gang

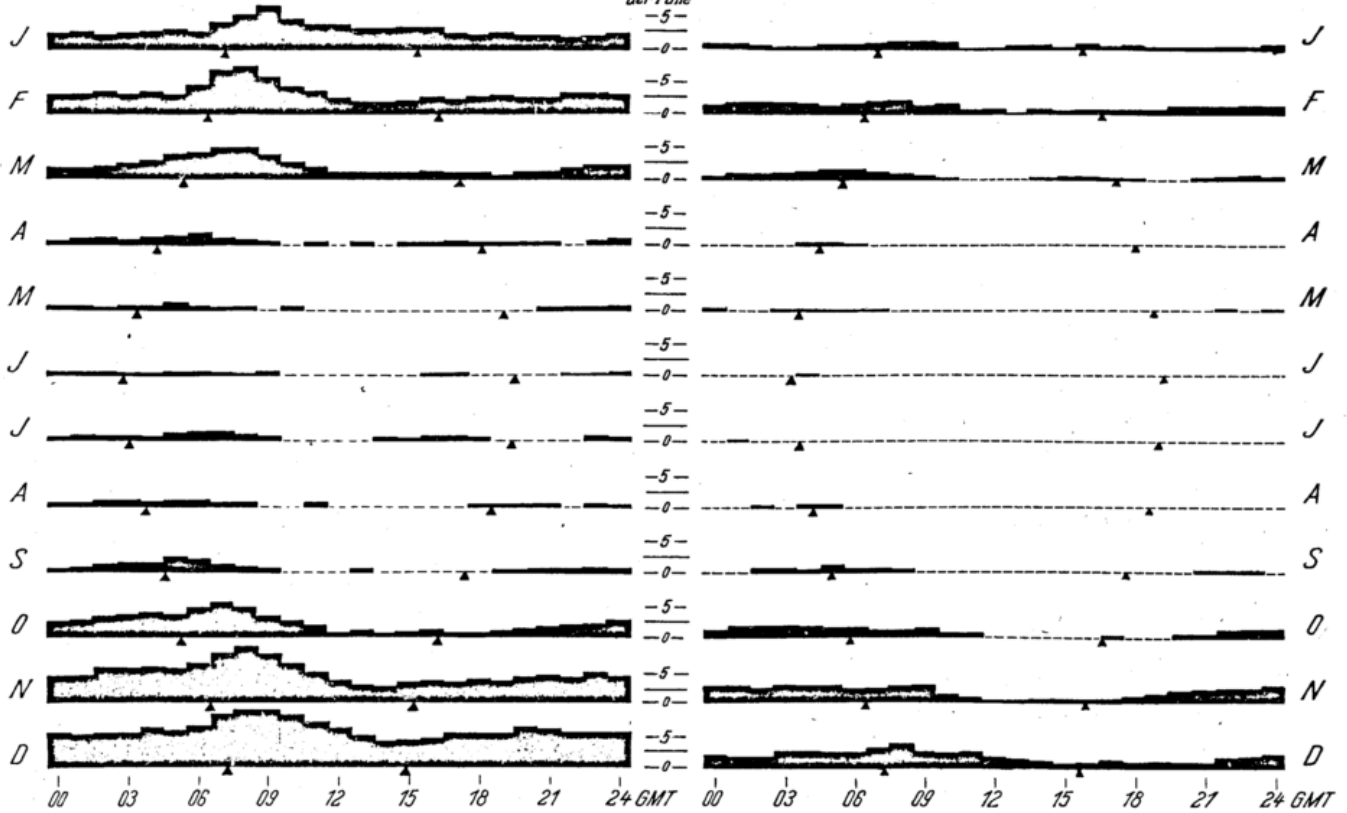
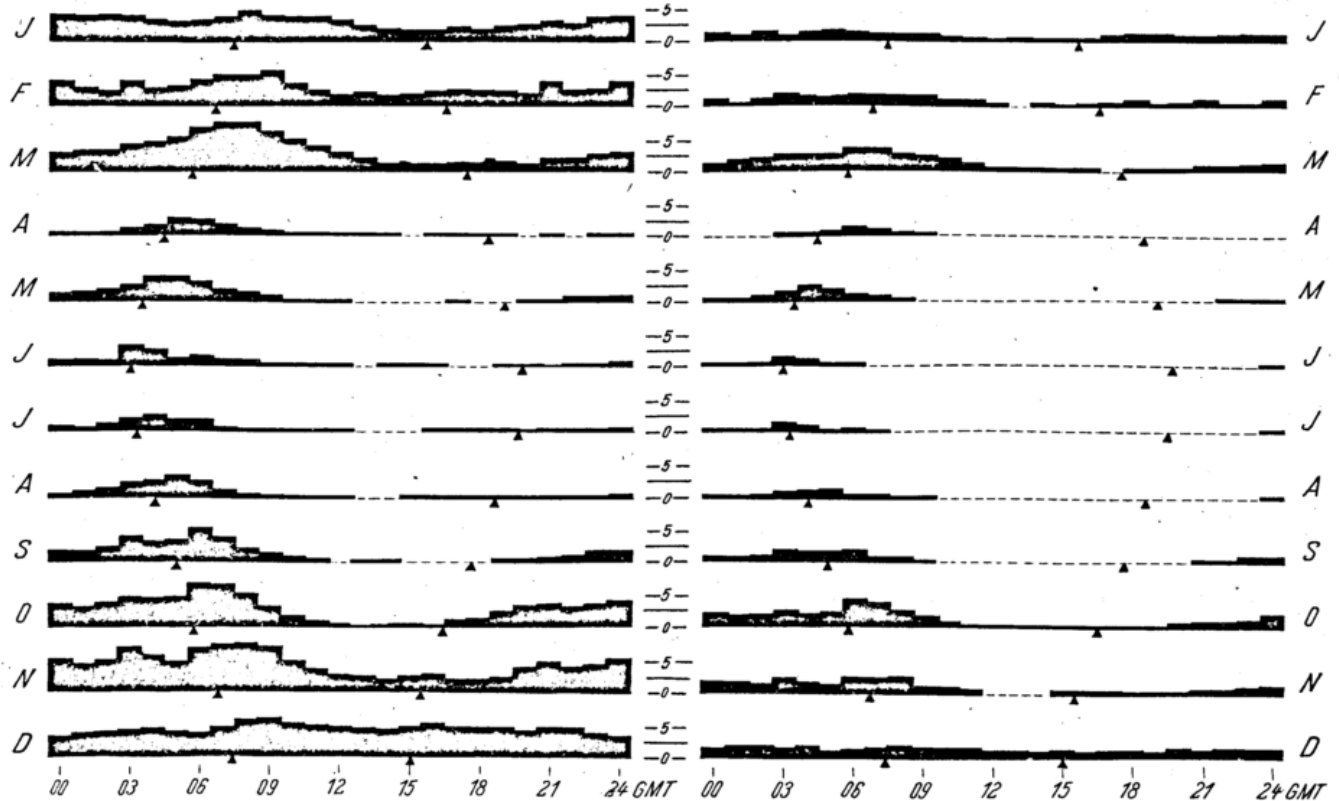
Schlechtwetter

Sichtweite $< 1.6 \text{ km} = 1 \text{ ml}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 150 \text{ m} = 500 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

Mittlere Anzahl der Fälle
für jede Tagesstunde (GMT)
Stündliche Beobachtungen 1949-1954

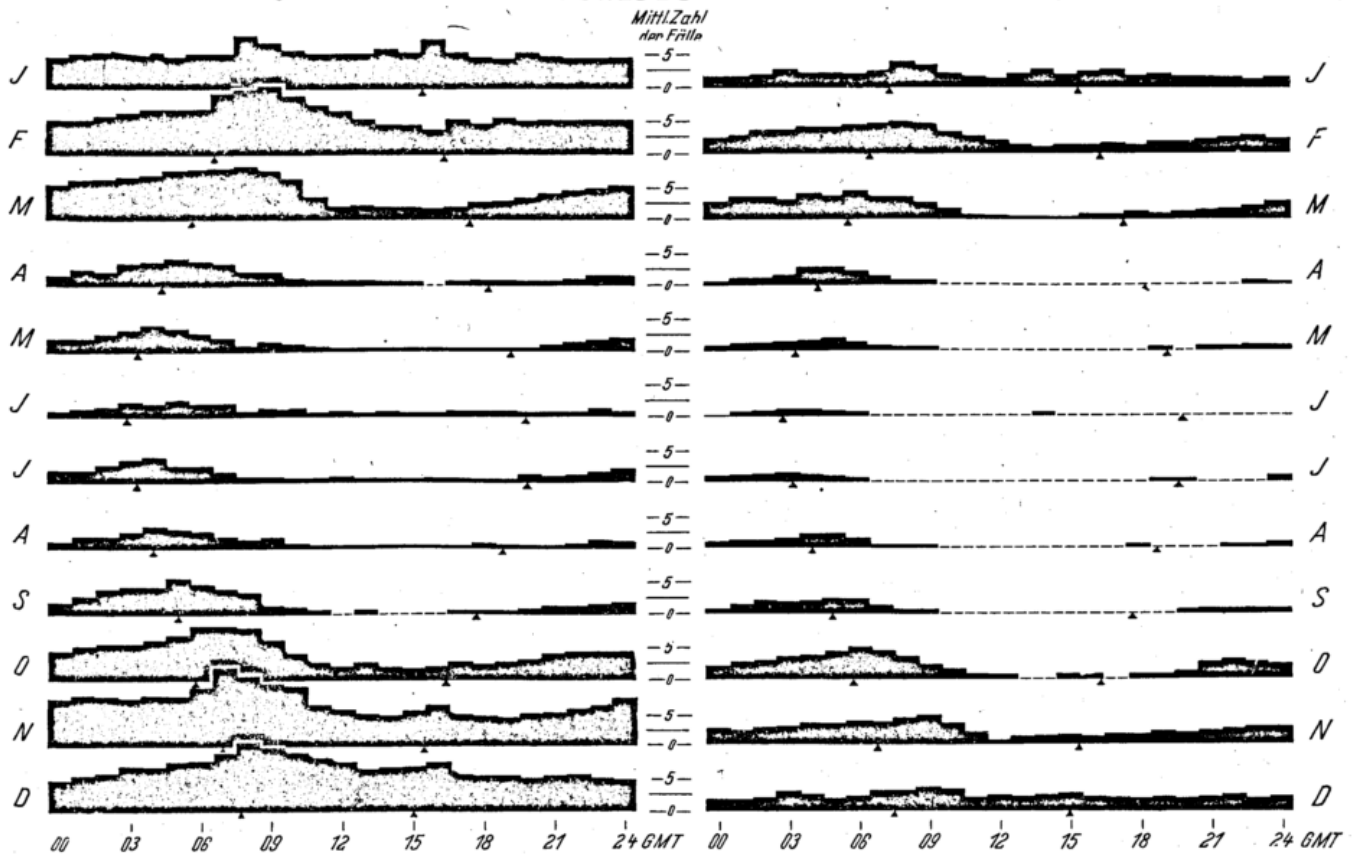
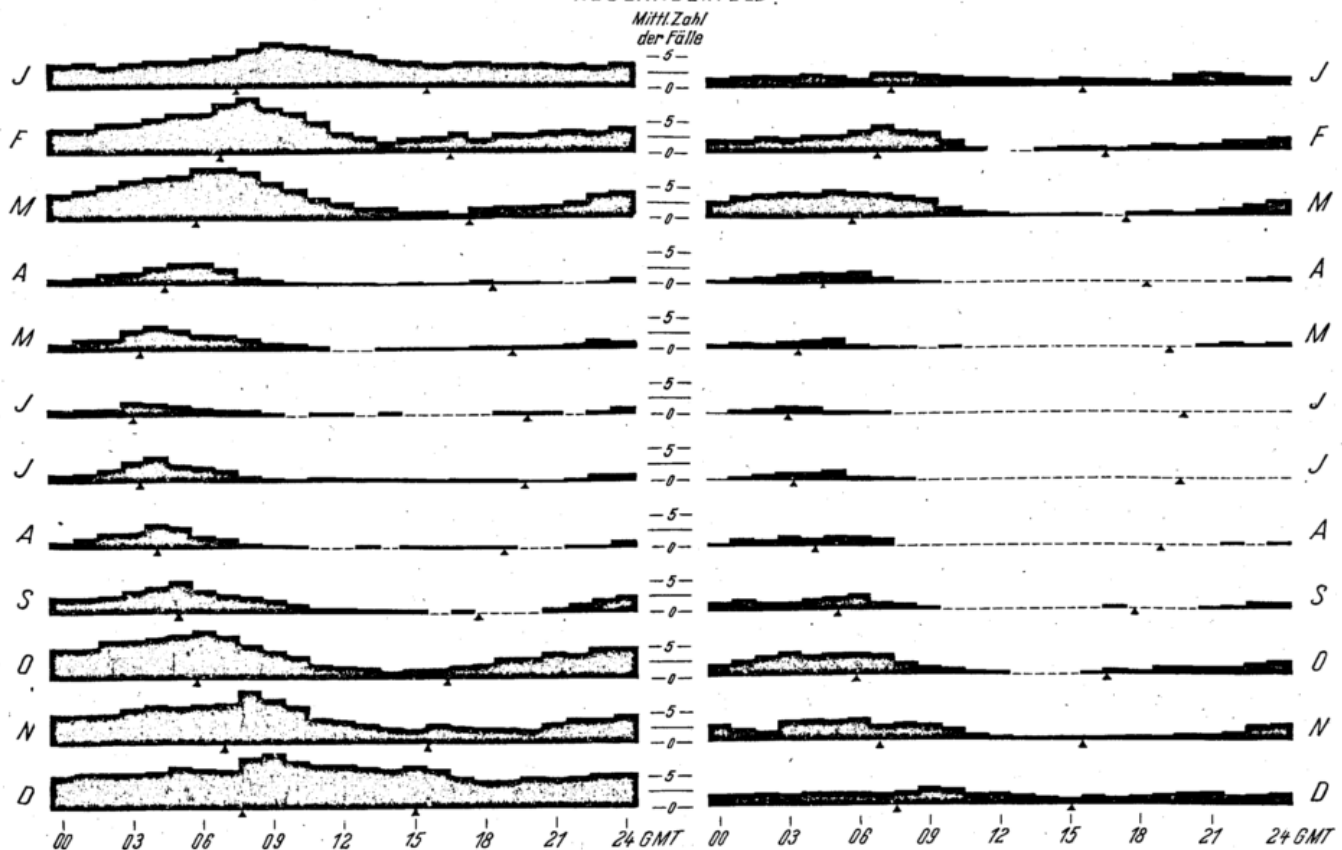
Minimum-Bedingung

Sichtweite $< 0.8 \text{ km} = 1/2 \text{ ml}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 60 \text{ m} = 200 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

BERLIN
TEMPELHOFMittl. Zahl
der FälleHANNOVER
LANGENHAGENMittl. Zahl
der Fälle

▲ Sonnenaufgang u. Sonnenuntergang

Täglicher Gang

SchlechtwetterSichtweite $< 1.6 \text{ km} = 1 \text{ ml}$
und/oderWolkenhöhe $< 150 \text{ m} = 500 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$ Mittlere Anzahl der Fälle
für jede Tagesstunde (GMT)
Stündliche Beobachtungen 1949-1954HAMBURG
FUHLSBÜTTELMinimum-BedingungSichtweite $< 0.8 \text{ km} = 1/2 \text{ ml}$
und/oderWolkenhöhe $< 60 \text{ m} = 200 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$ BREMEN
NEULANDERFELD

▲ Sonnenaufgang u. Sonnenuntergang

Abb. 18

Täglicher Gang

Schlechtwetter

Sichtweite $< 1.6 \text{ km} = 1 \text{ ml}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 150 \text{ m} = 500 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

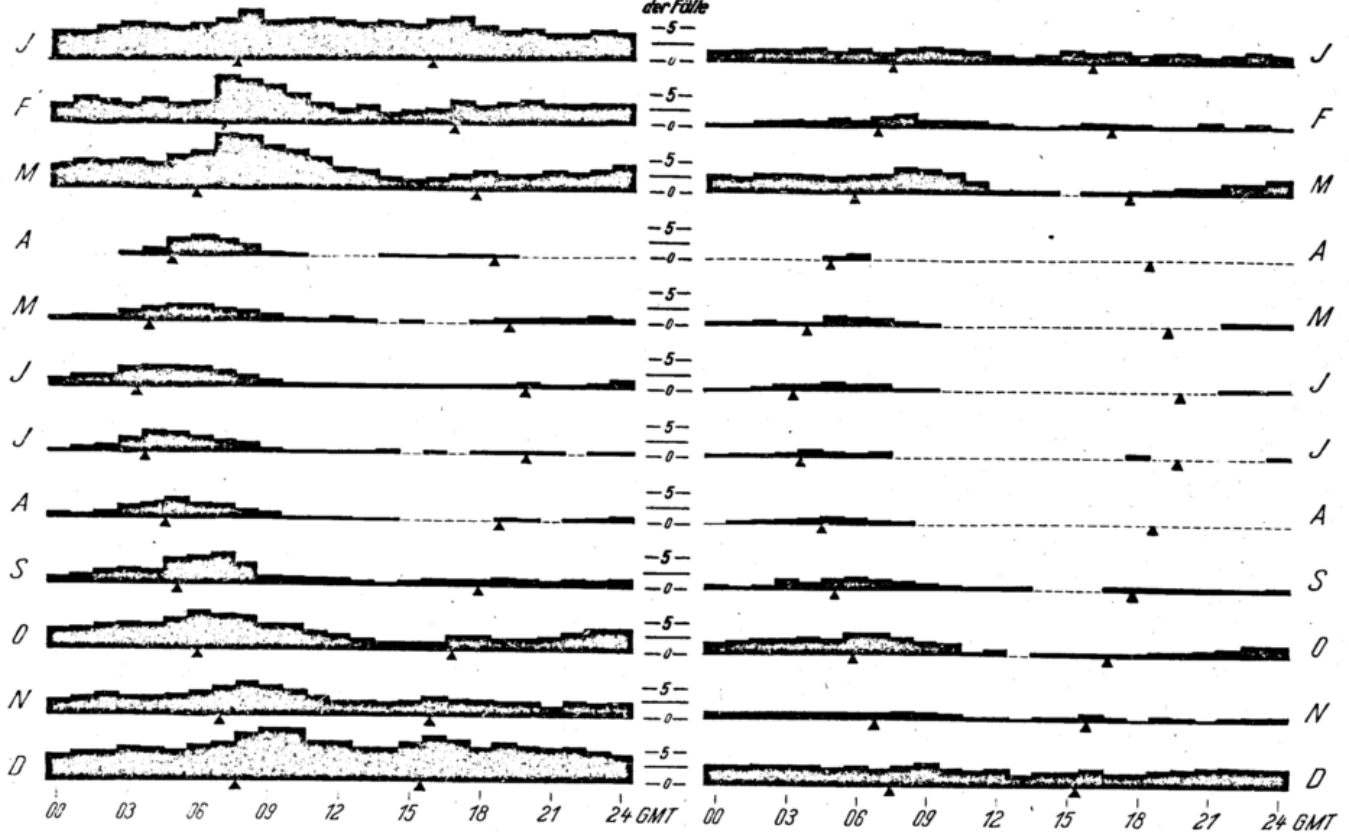
Mittlere Anzahl der Fälle
für jede Tagesstunde (GMT)
Stündliche Beobachtungen 1949-1954

DÜSSELDORF

LOHAUSEN

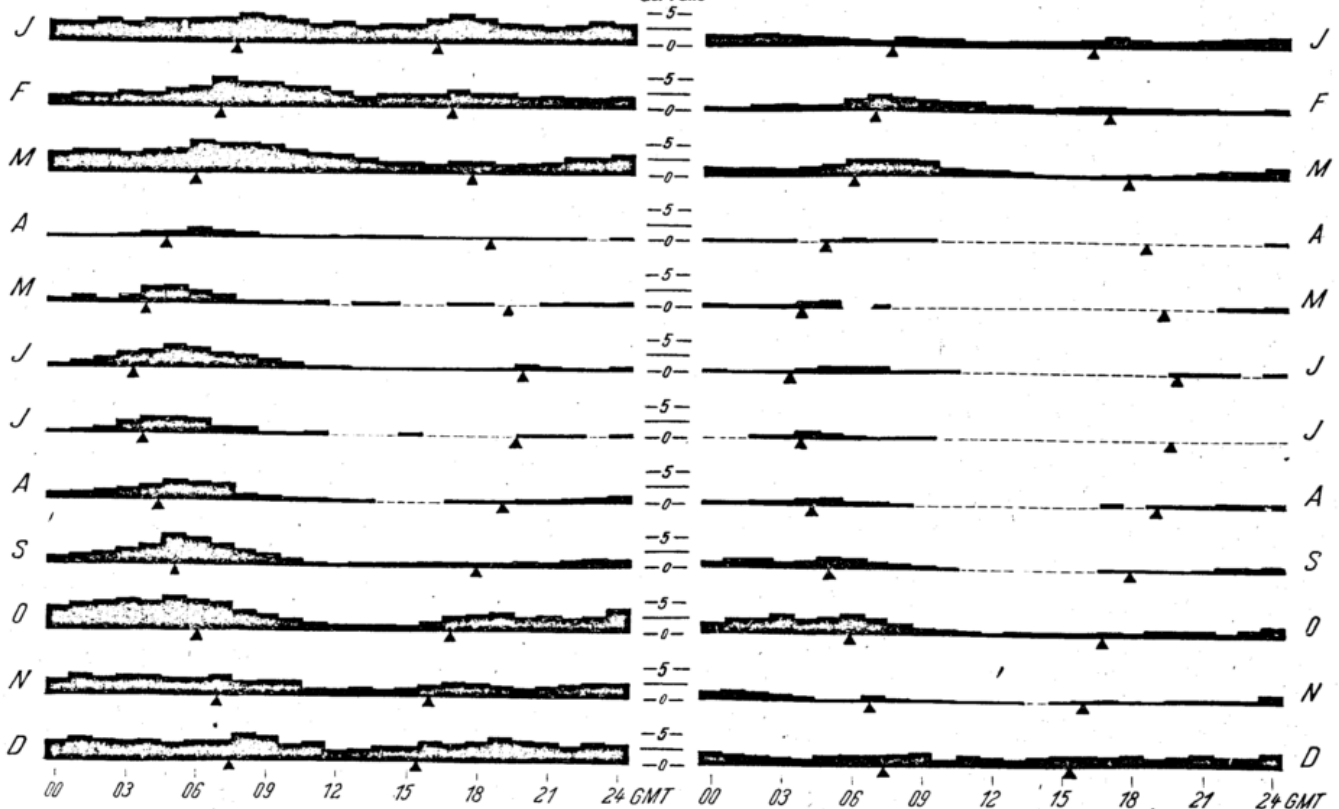
Mittl. Zahl
der FälleMinimum-Bedingung

Sichtweite $< 0.8 \text{ km} = \frac{1}{2} \text{ ml}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 60 \text{ m} = 200 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$



KÖLN

WAHN

Mittl. Zahl
der Fälle

▲ Sonnenaufgang u. Sonnenuntergang

Schlechtwetter

Sichtweite $< 1.6 \text{ km} = 1 \text{ ml}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 150 \text{ m} = 500 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

Täglicher Gang

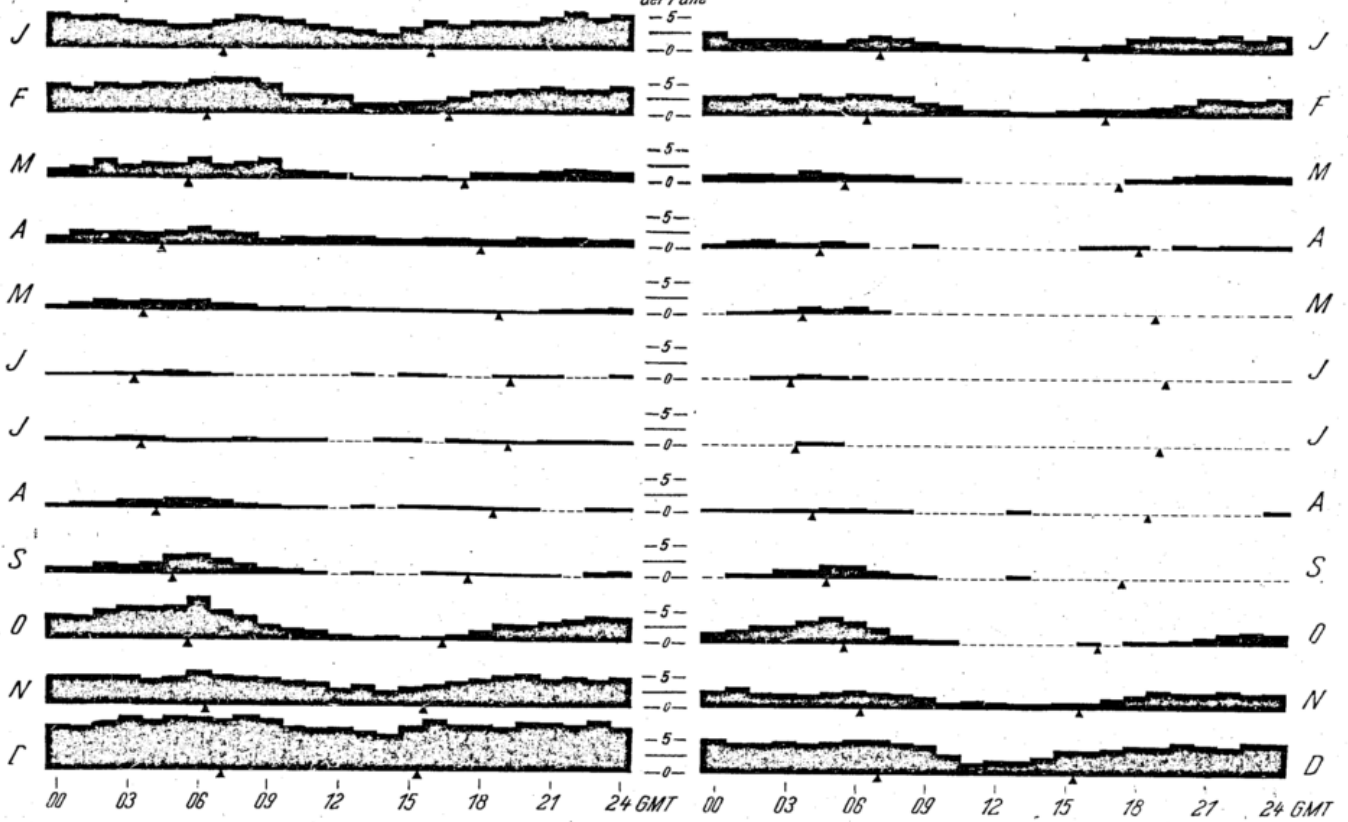
Mittlere Anzahl der Fälle
für jede Tagesstunde (GMT)
Stündliche Beobachtungen 1949-1954

Minimum-Bedingung

Sichtweite $< 0.8 \text{ km} = \frac{1}{2} \text{ ml}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 60 \text{ m} = 200 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

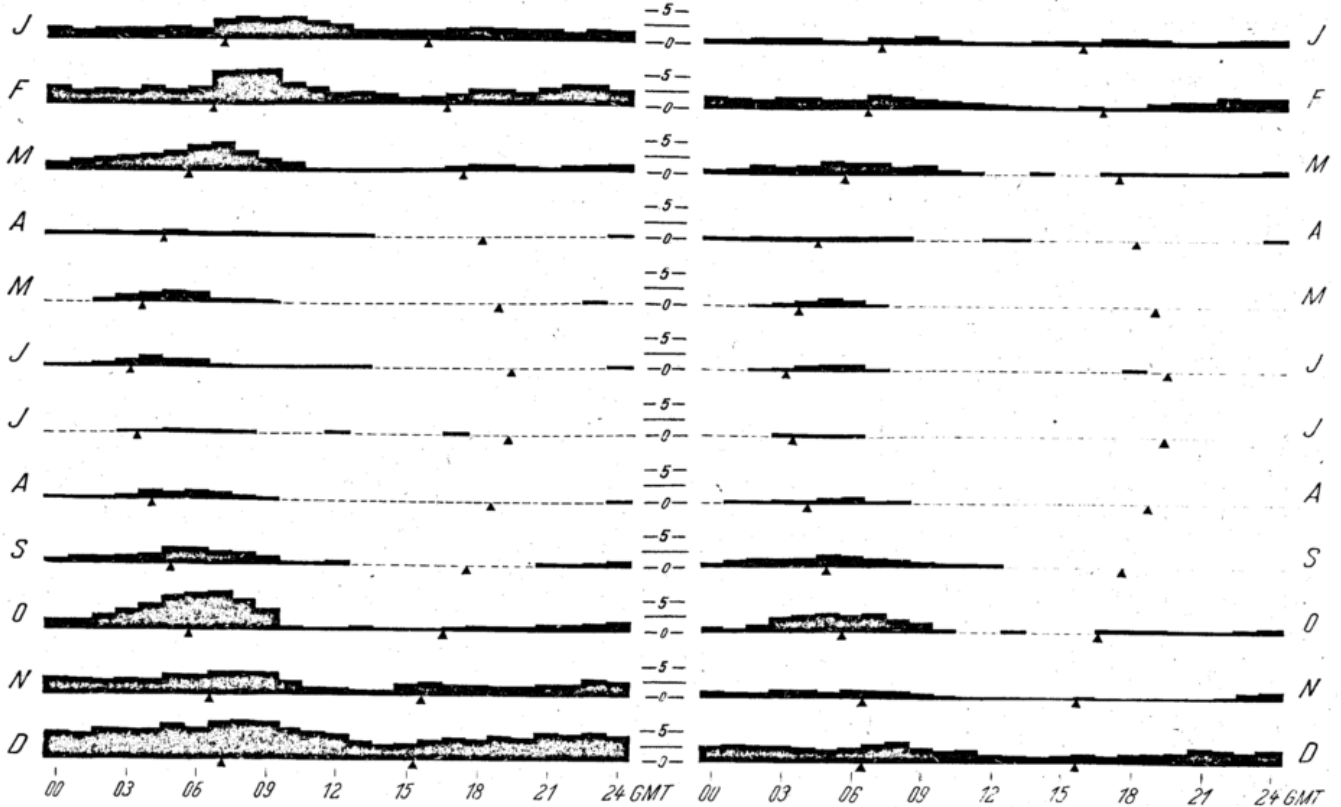
MÜNCHEN

RIEM
Mittl. Zahl
der Fälle



NÜRNBERG

FÜRTH
Mittl. Zahl
der Fälle



▲ Sonnenaufgang u. Sonnenuntergang

Abb. 20

Schlechtwetter

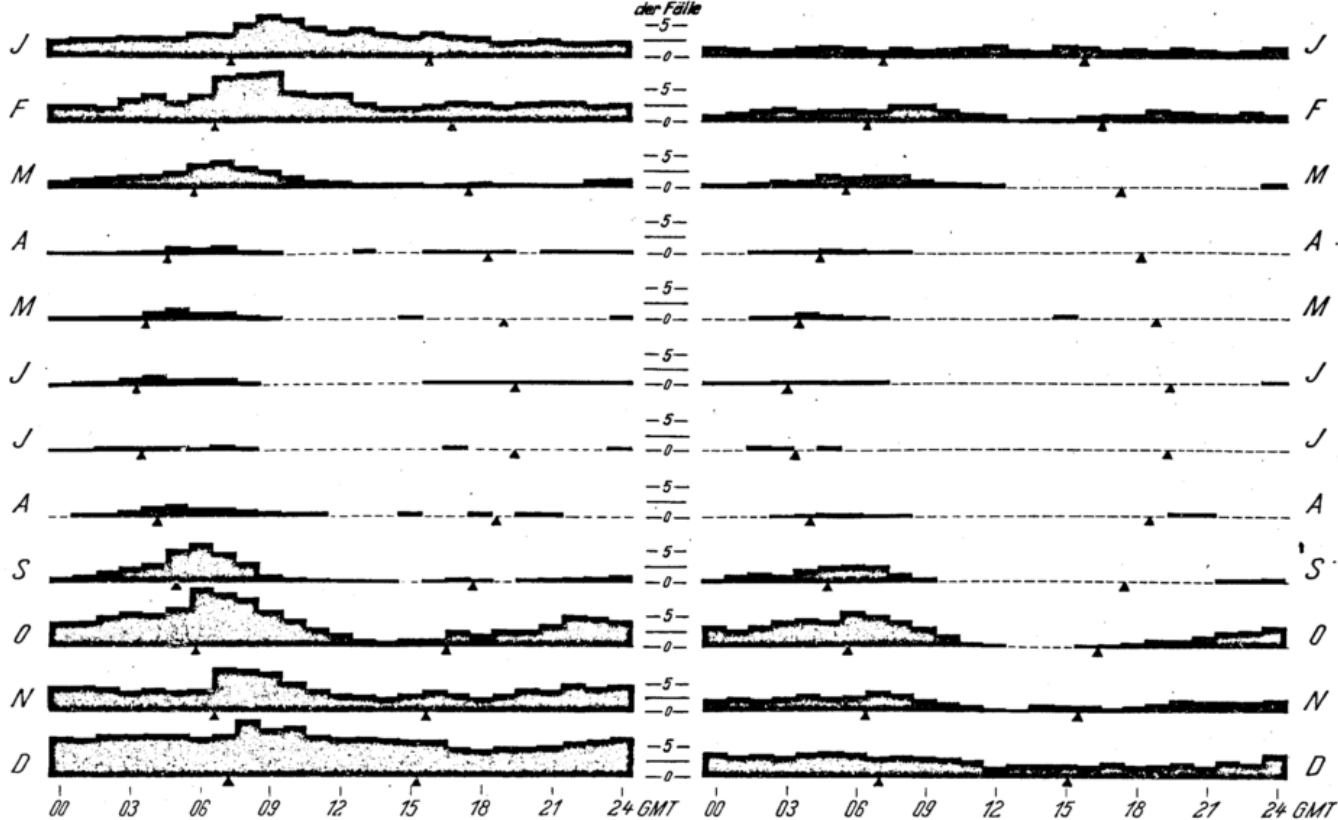
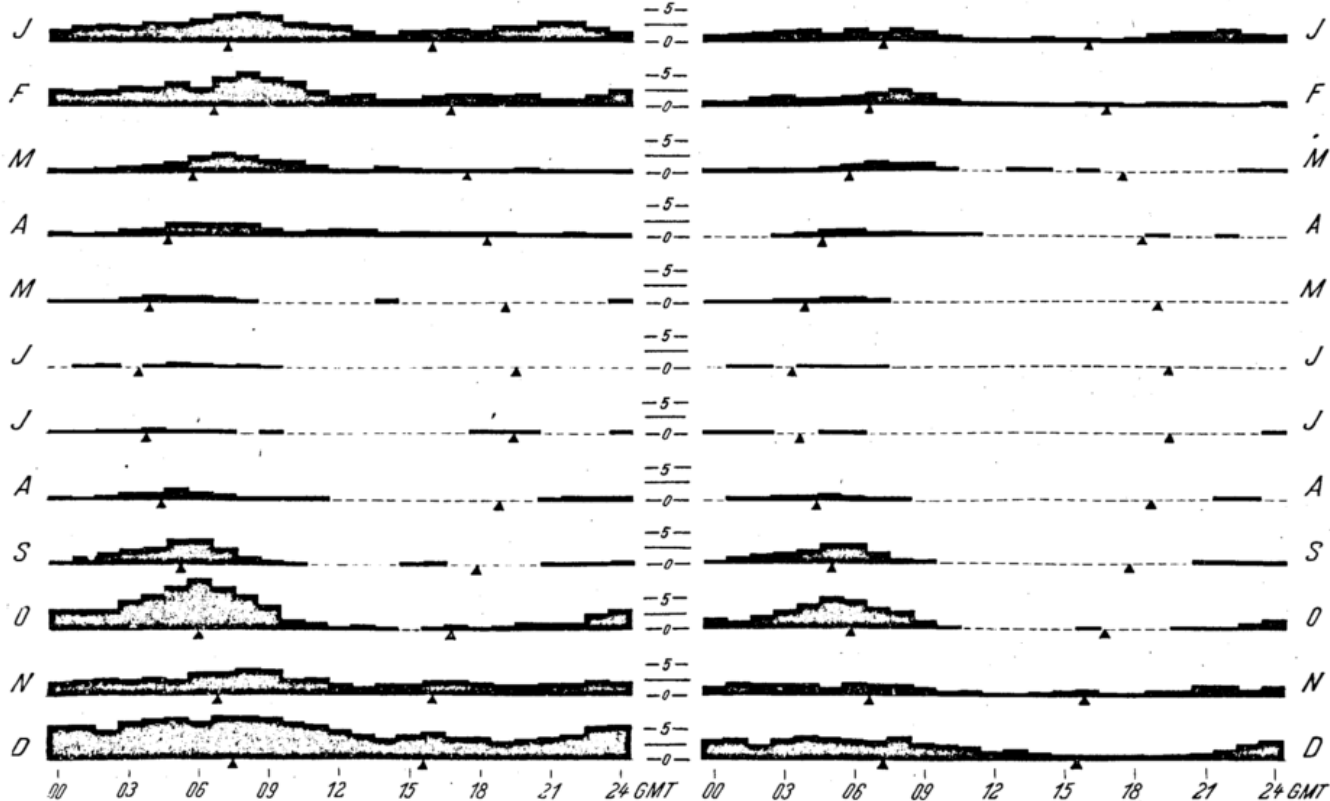
Sichtweite $< 1.6 \text{ km} = 1 \text{ mi}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 150 \text{ m} = 500 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

Täglicher Gang

Mittlere Anzahl der Fälle
für jede Tagesstunde (GMT)
Stündliche Beobachtungen 1949-1954

Minimum-Bedingung

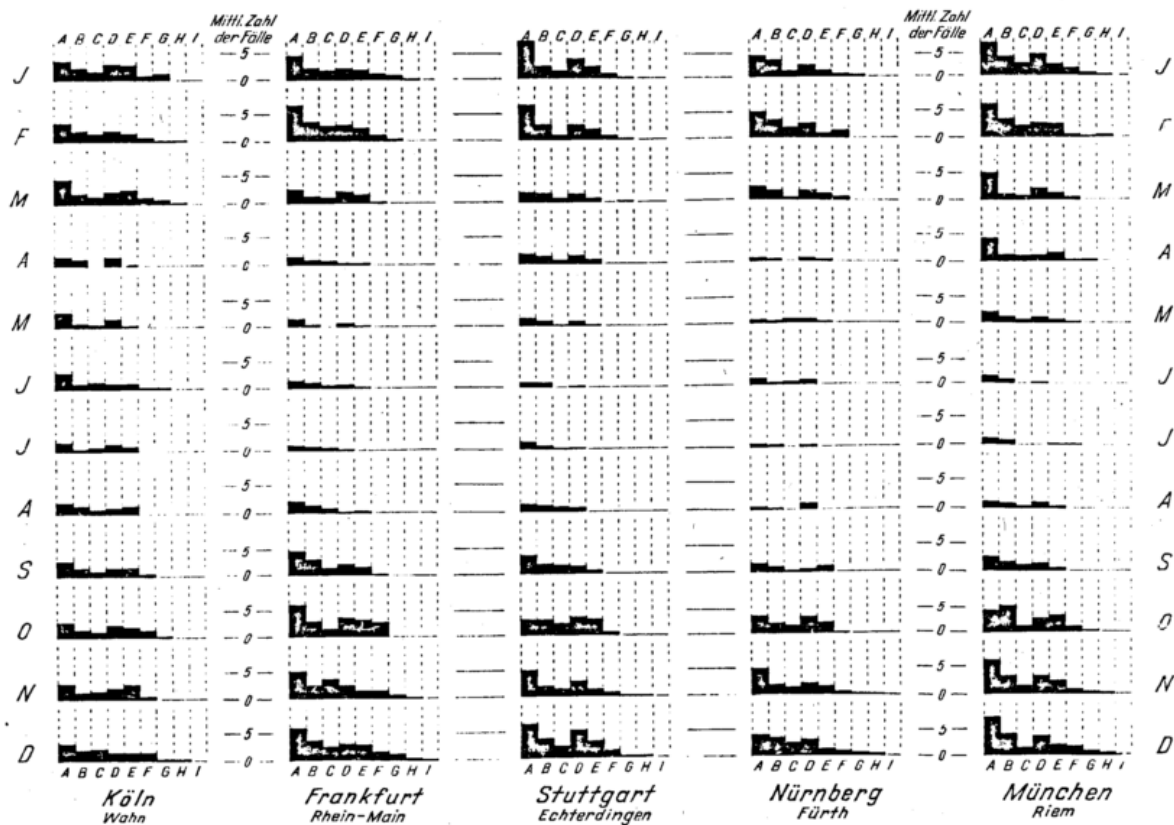
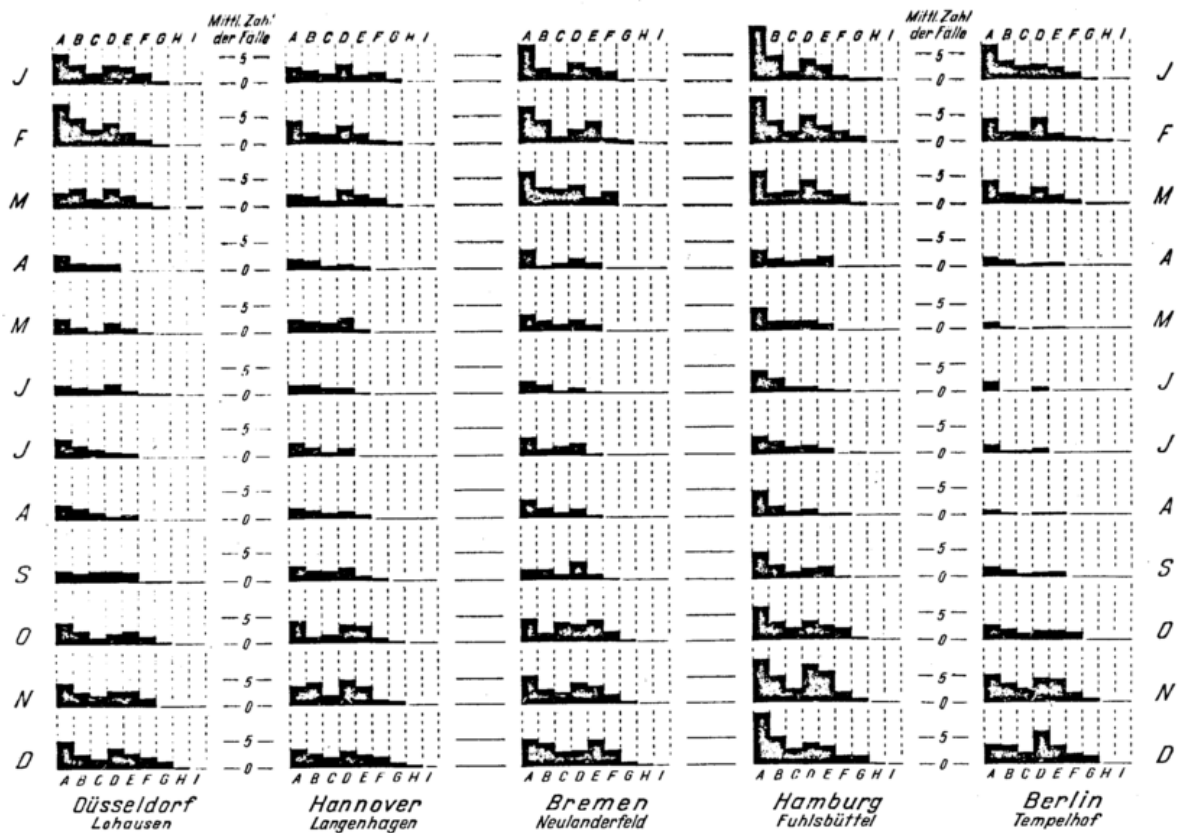
Sichtweite $< 0.8 \text{ km} = 1/2 \text{ mi}$
und/oder
Wolkenhöhe $< 60 \text{ m} = 200 \text{ ft}$
bei Bedeckungsgrad $> 4/8$

FRANKFURT
RHEIN-MAINMittl. Zahl
der Fälle**STUTTGART**
ECHTERDINGENMittl. Zahl
der Fälle

▲ Sonnenaufgang u. Sonnenuntergang

Schlechtwetter**Stündliche Andauer**

Mittlere monatliche Häufigkeit der Andauer-Stufen
nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



A	B	C	D	E	F	G	H	I
<1	1	2	3-5	6-11	12-22	23-45	46-90	91-180

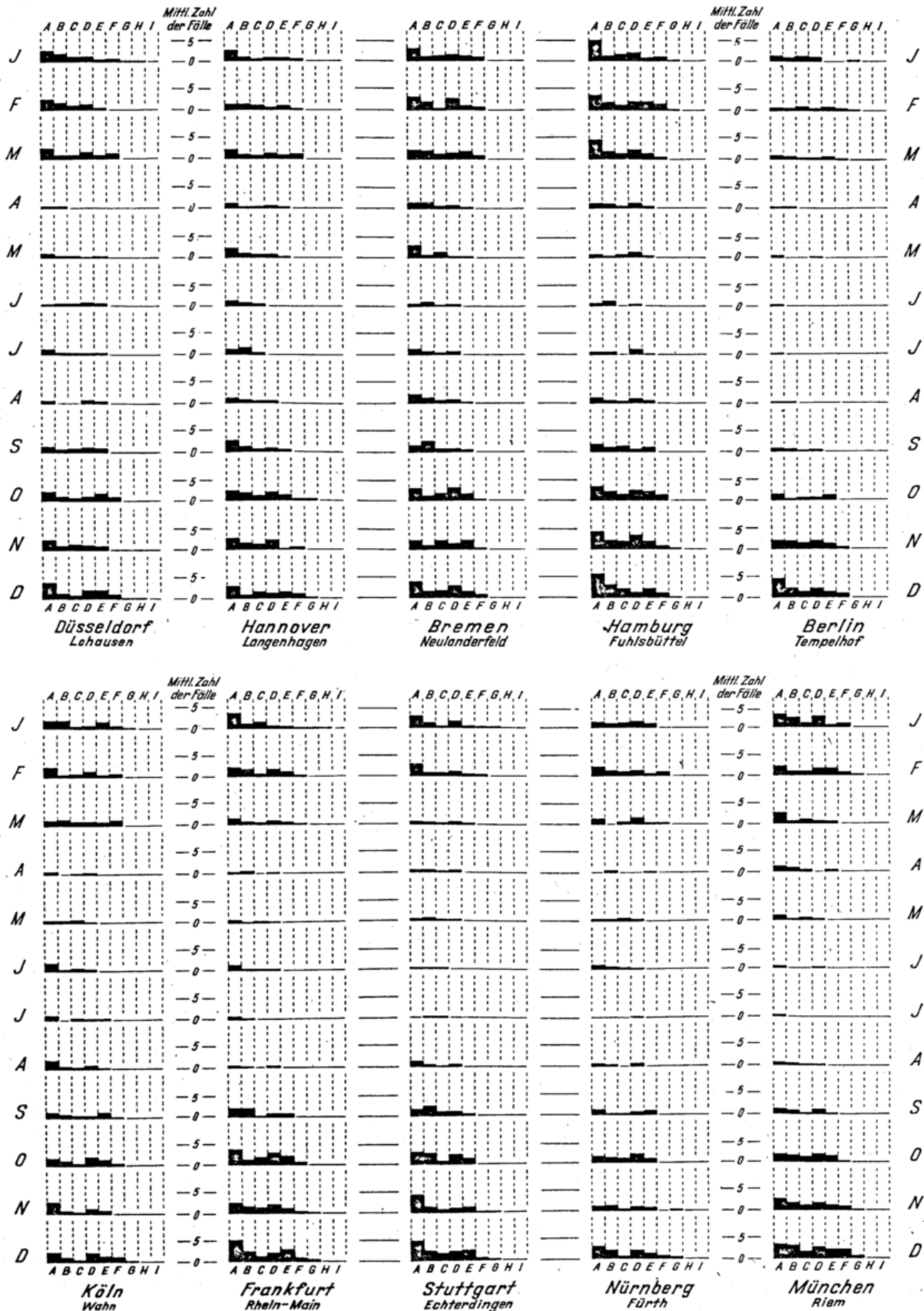
Andauer-Stufen in Stunden

Minimum-Bedingung

Abb. 22

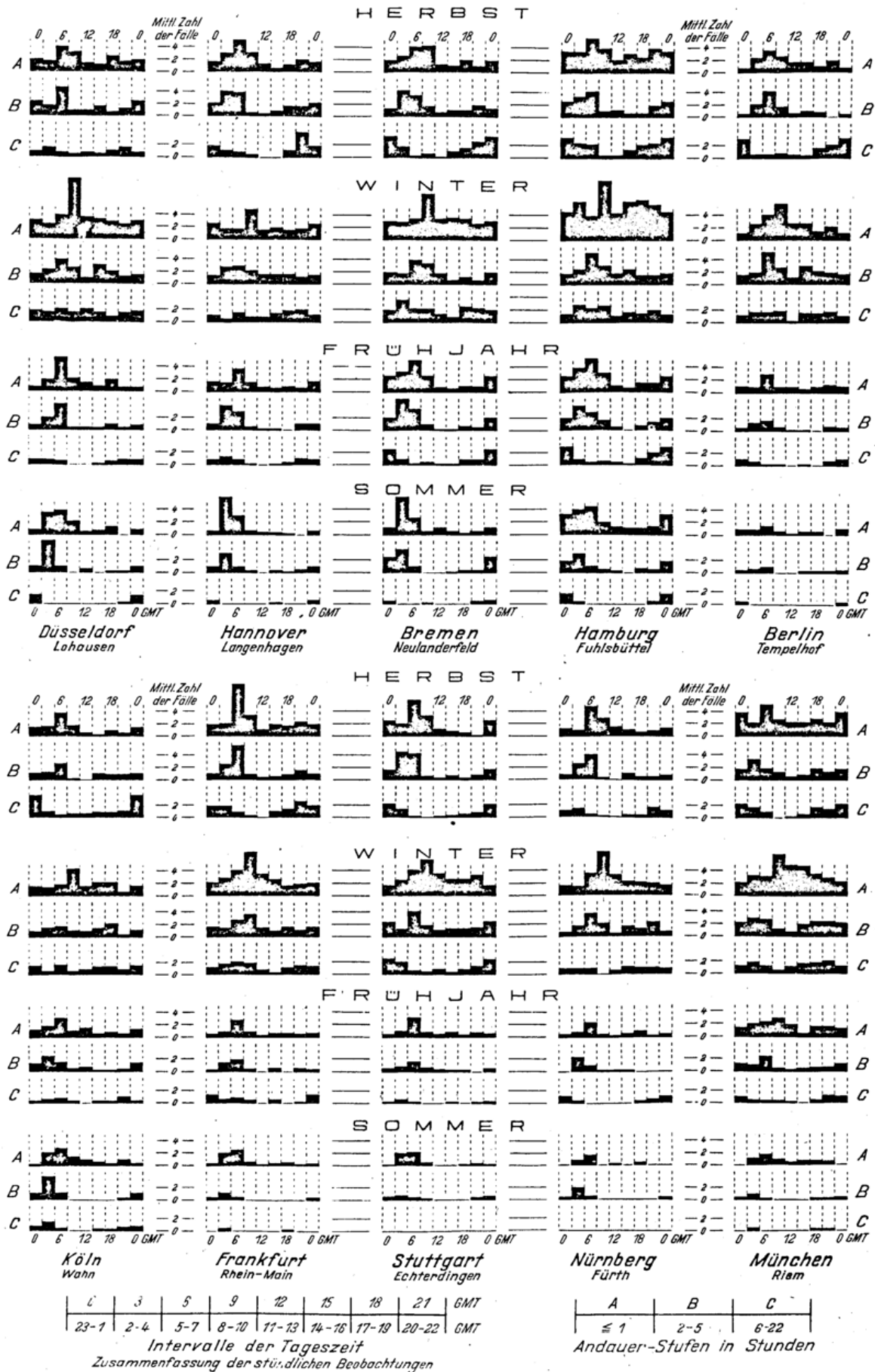
Stündliche Andauer

Mittlere monatliche Häufigkeit der Andauer-Stufen
nach stündlichen Beobachtungen 1949-1954



A	B	C	D	E	F	G	H	I
<1	1	2	3-5	6-11	12-22	23-45	46-90	91-180

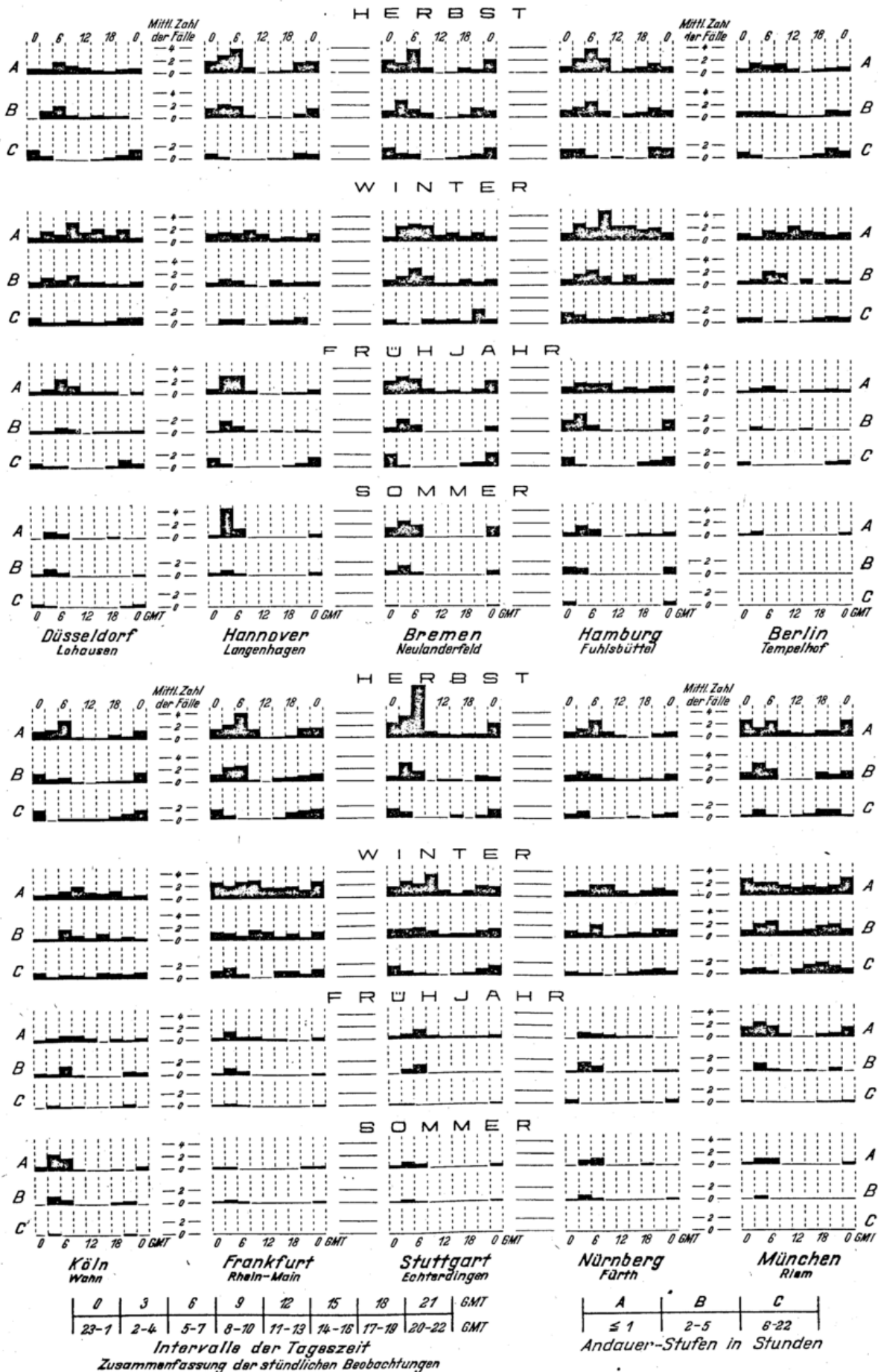
Andauer-Stufen in Stunden

Schlechtwetter**Tageszeitlicher Beginn von Stufen der stündlichen Andauer**Mittlere jahreszeitliche Häufigkeit der Andauer-Stufen für Dreistunden-Intervalle des Tages
1949-1954

Minimum-Bedingung

Abb. 24

Tageszeitlicher Beginn von Stufen der stündlichen Andauer
Mittlere jahreszeitliche Häufigkeit der Andauer-Stufen für Dreistunden-Intervalle des Tages
1949-1954



Anhang
zu Bericht des Deutschen Wetterdienstes Nr. 21:
H. Guss u. H. Regula,
Die flugklimatologischen Verhältnisse deutscher
Verkehrsflughäfen

Tab. 1	Luftdruck, höchste und tiefste Monats- und Jahreswerte in Flugplatzhöhe (QFE)	11	Relative Feuchte, Mittelwerte für jeden Termin von Januar, April, Juli, Oktober
2	Luftdruck, höchste und tiefste Monats- und Jahreswerte, reduziert auf Meereshöhe (QFF)	12	Relative Feuchte, Terminwerte der mittleren quadratischen Abweichung von Berlin und Stuttgart für jeden Monat
3	Luftdruck, maximale zeitliche Änderungen (im Text)	13	Relative Feuchte, tiefste Monats- und Jahreswerte für jeden Termin
4	Luftdichte von Berlin, höchste und tiefste Werte (im Text)	14	Windrichtung und Windstärke von Nürnberg-Marienbergr, Häufigkeiten
5	Flughafen-Bezugstemperatur (im Text)	15	Sichtweite — Schlechtwetterbedingung, Jahreszeit-Häufigkeiten
6	Temperatur, monatliche Mittelwerte und mittlere quadratische Abweichung für jeden Termin	16	Wolkenuntergrenze — Schlechtwetterbedingung, Jahreszeit-Häufigkeiten
7	Temperatur, mittlere Monatsextreme (Flugplätze)	17	Schlechtwetter- und Minimumbedingung, mittlere Anzahl der Stunden je Monat
8	Temperatur, höchste und tiefste Monatswerte (Flugplätze)	18	Schlechtwetterbedingung, Schwankung der monatlichen Häufigkeit in einzelnen Jahren
9	Temperatur, mittlere Monatsextreme (langjährige Reihen)	19	Andauer von Schlechtwetter- und Minimum-Bedingung, mittlere Häufigkeit der Andauer von 3 bis 22 Stunden.
10	Temperatur, höchste und tiefste Monatswerte (langjährige Reihen)		
Abb. 1	Temperatur, Isoplethen	16—20	Schlechtwetter- und Minimum-Bedingung, täglicher Gang
2	Relative Feuchte, Isoplethen	21	Schlechtwetter, Häufigkeit der stündlichen Andauer
3—7	Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Windrosen für Januar, April, Juli, Oktober	22	Minimum-Bedingung, Häufigkeit der stündlichen Andauer
8—13	Windkomponenten in Startbahnrichtung für jeden Monat	23	Schlechtwetter, tageszeitlicher Beginn der stündlichen Andauer
14	Schlechtwetter, jährlicher Gang	24	Minimum-Bedingung, tageszeitlicher Beginn der stündlichen Andauer
15	Minimum-Bedingung, jährlicher Gang		

Extremwerte des Luftdruckes in Flugplatzhöhe in Millibar (QFE)

Tab. 1

Zeitraum 1949-54

	Meereshöhe (m) ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Berlin-Tempelhof	49	x 1034 n 970 d 64	1036 976 60	1035 975 60	1028 978 50	1026 990 36	1024 991 33	1024 984 40	1022 986 36	1032 991 41	1030 991 39	1033 979 54	1033 965 68	1036 965 71
Hamburg-Fuhlsbüttel	12	x 1040 n 973 d 67	1042 975 67	1040 978 62	1034 979 55	1032 994 38	1030 994 36	1030 984 46	1030 988 42	1037 991 46	1036 988 48	1036 979 57	1037 968 69	1042 968 74
Bremen-Neulanderfeld	4	x 1039 n 975 d 64	1043 976 67	1039 977 62	1033 980 53	1033 996 37	1030 994 36	1030 986 44	1030 988 42	1036 991 45	1036 989 47	1036 981 55	1037 975 62	1043 975 68
Hannover-Langenhagen	55	x 1033 n 971 d 62	1038 973 65	1034 973 61	1027 976 51	1026 990 36	1025 990 35	1023 982 41	1025 985 40	1031 988 43	1030 986 44	1030 977 53	1032 969 63	1038 969 69
Düsseldorf-Lohausen (ab Mai 1949)	36	x 1034 n 977 d 57	1035 972 63	1037 974 63	1027 984 43	1027 992 35	1027 991 36	1024 987 37	1028 987 41	1030 990 40	1031 987 44	1032 980 52	1033 971 62	1037 971 66
Köln-Wahn	74 81 ²⁾	x 1032 n 973 d 59	1036 968 68	1032 969 ²⁾ 63	1023 ²⁾ 978 45	1022 988 34	1022 987 ²⁾ 35	1019 983 ²⁾ 36	1024 982 ²⁾ 42	1024 ²⁾ 985 39	1025 984 ²⁾ 41	1027 ²⁾ 974 53	1028 964 64	1036 964 72
Frankfurt-Rhein-Main	110	x 1029 n 971 d 58	1031 968 63	1025 970 55	1017 978 39	1016 984 32	1018 985 33	1014 982 32	1018 983 35	1021 981 40	1022 984 38	1024 972 52	1025 963 62	1031 963 68
Stuttgart-Echterdingen	396	x 995 n 941 d 54	995 938 57	989 939 50	982 948 34	982 952 30	982 953 29	981 953 28	983 953 30	985 948 37	985 953 32	989 942 47	991 938 53	995 938 57
Nürnberg-Fürth	313 ³⁾	x 1004 n 948 d 56	1006 950 56	999 949 50	991 956 35	991 961 30	992 964 28	991 962 29	992 964 28	998 959 39	997 963 34	999 951 48	1000 947 53	1006 947 59
München-Riem	529	x 977 n 927 d 50	977 923 54	972 927 45	967 932 35	968 937 31	966 940 26	967 940 27	967 940 27	970 935 35	972 941 31	966 932 34	976 923 53	977 923 54

Extremwerte des Luftdruckes in Millibar reduziert auf Meereshöhe (QFF)

Tab. 2

Zeitraum 1949-54

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Berlin-Tempelhof	x 1040 n 976 d 64	1042 982 60	1042 981 61	1035 984 51	1032 996 36	1030 997 33	1029 990 39	1028 992 36	1039 997 42	1035 997 38	1040 984 56	1039 970 69	1042 970 72
Hamburg-Fuhlsbüttel	x 1042 n 974 d 68	1043 977 66	1041 979 62	1036 981 55	1034 996 38	1031 996 35	1032 986 46	1031 989 42	1039 992 47	1038 990 48	1037 980 57	1039 970 69	1043 970 73
Bremen-Neulanderfeld	x 1040 n 976 d 64	1044 978 66	1040 978 62	1035 981 54	1034 997 37	1031 995 36	1031 987 44	1031 989 42	1038 992 46	1038 990 48	1037 982 55	1039 976 63	1044 976 68
Hannover-Langenhagen	x 1040 n 977 d 63	1045 979 66	1041 980 61	1034 983 51	1033 996 37	1032 997 35	1030 988 42	1031 991 40	1038 995 43	1037 992 45	1037 983 54	1039 976 63	1045 976 69
Düsseldorf-Lohausen (ab Mai 1949)	x 1039 n 982 d 57	1040 976 64	1041 987 63	1031 988 43	1032 996 36	1031 995 36	1029 991 38	1033 991 42	1034 994 40	1035 991 44	1037 984 53	1038 976 62	1041 976 65
Köln-Wahn	x 1042 n 983 d 59	1046 977 69	1041 979 62	1033 987 46	1031 997 34	1032 997 35	1029 992 37	1033 992 41	1034 994 40	1035 993 42	1037 984 53	1038 973 65	1046 973 73
Frankfurt-Rhein-Main	x 1044 n 984 d 60	1046 981 65	1039 983 56	1031 991 40	1030 997 33	1031 998 33	1028 995 32	1032 996 36	1035 994 41	1036 997 39	1038 985 53	1039 976 63	1046 976 70
Stuttgart-Echterdingen	x 1044 n 988 d 56	1044 985 59	1038 985 53	1032 994 38	1030 996 34	1030 1001 29	1029 998 31	1031 999 32	1033 993 40	1036 999 37	1040 989 51	1040 985 55	1044 985 59
Nürnberg-Fürth	x 1044 n 985 d 59	1048 986 62	1039 987 52	1030 993 37	1030 996 34	1030 999 31	1028 998 30	1030 998 32	1035 994 41	1035 999 36	1039 988 51	1039 984 55	1048 984 64
München-Riem	x 1046 n 988 d 58	1048 984 64	1038 989 49	1032 994 38	1031 996 35	1029 998 31	1029 1000 29	1030 1000 30	1034 996 38	1035 1002 33	1031 996 35	1042 986 56	1048 984 64

1) höchster Punkt der Landebahn

2) ab 11. 5. 1953 : 81 m

3) ab 1955 Flugplatz in Kraftshof 310 m

x = höchstes tägliches Maximum

n = tiefstes tägliches Minimum

d = Differenz

Tab. 6

Mittelwerte und mittlere quadratische Abweichung der Temperatur

Zeitraum 1949-54

Berlin - Tempelhof

GMT	00	03	06	09	12	15	18	21	Tm	Tx	Tn
Mittelwert M											
J	- 0.3	- 0.6	- 0.8	- 0.6	1.3	1.0	0.4	- 0.0	0.0	1.8	- 1.6
F	- 0.0	- 0.5	- 0.8	- 0.1	2.1	2.7	1.6	0.7	0.7	3.4	- 1.4
M	2.4	1.5	1.0	3.2	6.0	6.9	5.3	3.6	3.8	7.5	0.6
A	7.6	6.4	6.2	9.8	12.5	13.4	11.8	9.4	9.6	14.2	5.5
M	11.9	10.7	11.2	14.6	17.1	17.8	16.6	13.9	14.2	18.8	10.0
J	15.3	14.0	15.0	18.0	20.0	21.0	19.8	17.3	17.5	21.7	13.4
J	16.6	15.4	16.0	18.9	20.9	21.8	20.8	18.4	18.6	22.8	14.8
A	17.0	15.7	15.7	19.4	22.0	22.9	21.3	18.8	19.1	23.7	14.8
S	13.5	12.4	12.0	15.4	18.1	18.7	16.7	14.7	15.2	19.6	11.6
O	8.8	8.0	7.4	9.5	12.6	13.1	11.1	9.6	10.0	13.8	6.9
N	4.1	3.8	3.7	4.4	5.9	6.0	5.2	4.6	4.7	6.8	2.9
D	2.0	1.6	1.6	1.8	2.9	3.1	2.5	2.0	2.2	3.8	0.8
Mittlere quadratische Abweichung (standard deviation) σ											
J	4.4	4.7	4.8	4.7	4.1	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8
F	5.2	5.3	5.4	5.2	4.9	4.9	4.6	4.8	5.2	5.1	5.3
M	4.2	4.0	3.8	4.3	5.2	5.4	4.9	4.4	5.0	5.4	3.8
A	3.5	3.4	3.4	4.0	4.7	4.8	4.6	3.8	4.8	4.7	3.4
M	3.6	3.5	3.5	4.5	5.0	5.2	4.6	4.0	5.0	5.2	3.5
J	3.3	3.1	3.2	4.0	4.5	4.3	4.2	3.6	4.5	4.5	3.2
J	2.7	2.6	2.5	3.4	3.8	4.1	3.7	3.1	4.0	3.9	2.4
A	2.9	2.8	2.6	3.2	3.9	4.1	3.7	3.1	4.2	4.0	2.6
S	3.4	3.3	3.3	3.6	4.3	4.6	4.1	3.6	4.5	4.5	3.4
Q	3.5	3.6	3.7	3.6	4.1	4.2	3.7	3.6	4.2	4.2	3.6
N	3.4	3.5	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.5	3.5	3.5	3.5
D	3.9	3.8	3.7	3.8	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.7	3.7

Tm=Tagesmittel; Tx=mittleres tägliches Maximum; Tn=mittleres tägliches Minimum