

Berichte des Deutschen Wetterdienstes

6

Klimatologische Studie über die Temperaturverhältnisse der Grosswetterlagen Mitteleuropas am Beispiel von Karlsruhe und Bremen

von
Kurt Bürger

Zitationsvorschlag:

Bürger, Kurt: Klimatologische Studie über die Temperaturverhältnisse der Grosswetterlagen Mitteleuropas am Beispiel von Karlsruhe und Bremen. - Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 1953.

(Berichte des Deutschen Wetterdienstes ; 6)

ISSN der Onlineausgabe:xxxx-xxxx

ISSN der Druckausgabe: 0072-4130

Nutzungsbedingungen



Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz

Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Herausgeber und Verlag: :

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
D- 63067 Offenbach am Main

Internet: www.dwd.de
Mail: bibliothek@dwd.de

INHALT

I. Einleitung	3
II. Allgemeines	4
III. Die Jahreszeiten-Temperaturdurchschnittswerte der Großwetterlagen	8
1. Vorbemerkungen	8
2. Winter	8
3. Sommer	9
4. Jahreszeitenschwankung	13
5. Kurzer Überblick	13
IV. Monatsdurchschnittswerte	15
1. Vorbemerkungen	15
2. TrM+Nz+HNz	17
3. SEa+Sa+SWa und HFa+HNFa+SEa	17
4. Wz und HM	18
V. Über die Streuungen	26
1. Vorbemerkungen	26
2. Jahreszeiten	29
3. Monatswerte	29
4. Zur Verteilungsschiefe	31
5. Überblick und Zusammenfassung	32
VI. Temperaturschwellenwerte	33
1. Allgemeines und Jahresüberblick	33
2. Monatshäufigkeiten der Temperaturschwellen- werte	37
3. Schlußbemerkung	45
Literatur	45

I. Einleitung

Die moderne Klimatologie ist mehr als früher bestrebt, Anschluß an die Problemstellungen der Synoptik zu gewinnen. Damit wird die Witterungsklimatologie, welche die Brücke zwischen den beiden Teildisziplinen der meteorologischen Wissenschaft zu schlagen, die Beziehungen zwischen ihnen zu untersuchen und zu pflegen hat, in künftigen Arbeiten einen immer größer werdenden Raum einnehmen, und ihre Forschungsergebnisse werden sich in der synoptischen Praxis um so fruchtbarer auswirken, je mehr sie in dynamisch-klimatologischer Zielsetzung auf die wissenschaftliche Durchleuchtung „in sich mehr oder weniger geschlossener Systeme“ gerichtet sind.

Unter diesem Gesichtswinkel betrachtet, erscheint die Untersuchung der Großwetterlagen nach Frequenz und Intensität (Charakter) als eine wichtige und lohnende, auch dringende Aufgabe. F. Baur hat hierzu verdienstvolle Arbeit geleistet; zum Ausgangspunkt der Untersuchungen wird man jetzt zweckmäßigerweise den neuen „Katalog der Großwetterlagen Europas“ von P. Hess und H. Brezowsky (2) (3) wählen. Der Problemkreis ist sehr umfangreich: Man kann Andauerbetrachtungen anstellen, die Umsteuerung von einer zur anderen Großwetterlage erörtern, den Rhythmus der Großwetterlagen von Jahreszeit zu Jahreszeit verfolgen und viele andere Fragen zu klären versuchen; zuvor möchte aber die einzelne Großwetterlage selbst genau bekannt sein. Man muß z. B. wissen, inwieweit die durch eine Großwetterlage charakterisierte Strömungsverteilung typische, für diese Teilzirkulation repräsentative Werte der meteorologischen Elemente liefert und mit welchen Werten man rechnen kann. So kommt man — auch bei dynamisch-klimatologischer Grundauffassung — nicht darum herum, zunächst einmal mit statistischen Tabellen der einzelnen meteorologischen Elemente zu arbeiten, und es liegt auf der Hand, daß dabei die Temperaturverhältnisse eine besondere Würdigung verdienen.

Da die Temperatúrauswirkung einer Großwetterlage von den zentralen Teilen zum Rande des betreffenden Strömungssystems allmählich abklingt, auch durch größere oder geringere Küstenferne, die orographischen Verhältnisse usw. variiert wird, wären zu einer vollständigen Charakterisierung der Großwetterlagen-Temperaturen die Beobachtungen sehr vieler Stationen heranzuziehen. Die nachfolgende Darstellung erfaßt nur die Verhältnisse je eines Ortes in Küstennähe und im „Übergangsgebiet“; sie ist deshalb nur als eine Teilbetrachtung anzusehen wie die im Knoch-Heft erschienene erste Mitteilung „Über die Temperaturen der Großwetterlagen“ (4), geht andererseits aber wesentlich über diese hinaus. Wie in der ersten Mitteilung, so werden auch in der vorliegenden Untersuchung die für die Großwetterlagen gefundenen Werte mit denjenigen des alle Großwetterlagen zusammenfassenden Gesamtkollektivs (Σ) verglichen. Die Großwetterlagenbetrachtung umfaßt 60 Jahre, nämlich 1890—1950 ohne XI/44—X/45 bei Karlsruhe bzw. das Jahr 1945 bei Bremen. Die Gesamtwerte Σ beziehen sich bei Bremen auf den gleichen Zeitraum; bei Karlsruhe gilt dies nur für die Temperaturschwellenbetrachtung (Abschnitt VI), den übrigen Σ -Zahlen von Karlsruhe liegt der Zeitraum 1891—1950 zugrunde — geringfügige Inhomogenitäten, die aus arbeitstechnischen Gründen in Kauf genommen werden mußten.

In den Tabellen treten folgende Bezeichnungen auf:

GWL : Großwetterlage

GT : Großwettertyp

Σ : Werte beziehen sich auf das Gesamtkollektiv (ohne Gliederung in GWL bzw. GT)

n : Anzahl der Fälle

ν : effektive Anzahl der unabhängigen Fälle

$\omega(n')$: äquivalente Wiederholungszahl in Gruppen des Umfangs n'

α : arithmetisches Mittel der Temperatur

σ : quadratische Streuung

$\sigma'_\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ bzw. $\sigma_\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{\nu}}$: mittlerer Fehler des arithmetischen Mittels (Fehlerfortpflanzungsgesetz)

$\varrho = \frac{M_3}{\sigma^3}$: Schiefe einer Verteilung

$q^2 = \frac{\sigma^2_{GWL}}{\sigma^2_\Sigma}$: Vergleichsmaß der Streuungen;

bei den Temperaturschwellenwerten zusätzlich:

E : Eistage; F: Frosttage; S: Sommertage; h: heiße Tage

m : absolute Häufigkeit (der E, F, S und h)

r : relative Häufigkeit (der E, F, S und h)

$R = \frac{r_{GWL}}{r_\Sigma}$: Vergleichsmaß der relativen Häufigkeiten (der E, F, S und h).

Die für die GWL benutzten Abkürzungen entsprechen dem Katalog von Hess-Brezowsky *); die Zuordnung der GWL zu den GT ist aus Tab. 1 zu ersehen.

- *) Na : antizyklonale Nordlage
 HN_a : abgeschlossenes Hoch über dem Nordmeer (antizykl.)
 HB : abgeschlossenes Hoch über den Britischen Inseln
 Nz : zyklonale Nordlage
 HNz : abgeschlossenes Hoch über dem Nordmeer (zykl.)
 TrM : Troglage über Mitteleuropa
 NW_a : antizyklonale Nordwestlage
 NWz : zyklonale Nordwestlage
 W_a : antizyklonale Westlage
 W_s : südliche Westlage (zykl.)
 Wz : zyklonale Westlage
 SW_a : antizyklonale Südwestlage
 SWz : zyklonale Südwestlage
 S_a : antizyklonale Südlage
 Sz : zyklonale Südlage
 TB : abgeschlossenes Tief über den Britischen Inseln
 TrW : Troglage über Westeuropa
 SE_a : antizyklonale Südostlage
 SEz : zyklonale Südostlage
 HF_a : abgeschlossenes Hoch über Fennoskandien (antizykl.)
 HNFA : abgeschlossenes Hoch über dem Nordmeer u. Fennoskandien (antizykl.)
 HFz : abgeschlossenes Hoch über Fennoskandien (zykl.)
 HNfz : abgeschlossenes Hoch über dem Nordmeer u. Fennoskandien (zykl.)
 NE : Nordostlage
 HM : abgeschlossenes Hoch über Mitteleuropa
 BM : Hochdruckbrücke über Mitteleuropa
 TM : abgeschlossenes Tief über Mitteleuropa
 WW : Winkelwestlage.

Tab. 1 Großwetterlagen und Großwettertypen

GT	Nordlage						Nordwestlage		Westlage			Südwestlage		Südlage			
GWL	Na	HNa	HB	Nz	HNz	TrM	NWa	NWz	Wa	Ws	Wz	SWa	SWz	Sa	Sz	TB	TrW

GT	Südostlage		Ostlage				Nordostlage	Hochdruck Mitteleuropa		Tief Mitteleuropa	Winkelwestlage
GWL	SEa	SEz	HFa	HNFa	HFz	HNfz	NE	HM	BM	TM	Ww

II. Allgemeines

1. Diese Arbeit hat die Aufgabe, einige Zahlen zum Gebrauch bei der späteren Untersuchung tieferer GWL-Zusammenhänge zu liefern, durch quantitative Angaben die Nachteile subjektiver Einschätzungen im Temperaturbereich zu verringern. Zur Erleichterung des Vergleichs dient der Katalog von Hess-Brezowsky in allen Punkten als Grundlage. Außer den einzelnen GWL werden auch diejenigen GT der Tab. 1 betrachtet, zu denen mehrere (zyklonale bzw. antizyklonale) GWL gehören: Die Nordlage in ihrer antizyklonalen und zyklonalen Ausprägung, die zyklonale West- und die antizyklonale Ostlage sowie der Hochdruck Mitteleuropa; die Tatsache, daß bei der zyklonalen Südlage (Sz+TB+TrW) während des ganzen 60jährigen Zeitraums im Sommer kein Fall mit Sz, also nur TB+TrW auftrat, gab Veranlassung, für diese GWL-Kombination auch den Winterwert zu berechnen. — Schließlich werden mehrere GWL-Kombinationen behandelt, die über den Rahmen eines einzigen GT hinausgehen: HFa+HNFa+SEa, Sa+SWa, Sz+SWz, SEa+Sa+SWa, SEz+Sz+SWz; für eine vergleichende Betrachtung haben die errechneten Zahlen ihre Bedeutung.

2. Die Arbeit stützt sich auf Hollerithauszählungen in 10-Intervallen. Ihr Schwerpunkt liegt in der Betrachtung arithmetischer Mittelwerte. Diese werden ergänzt durch einige Ausführungen über die Variationsbreite der Tagesmittel- und Tagesextremtemperaturen. Schließlich beschäftigt sich ein Abschnitt mit bestimmten Temperaturschwellenwerten, mit den absoluten und relativen Häufigkeiten der Eis-, Frost-, Sommer- und heißen Tage bei den verschiedenen GWL bzw. GT.

3. Beim arithmetischen Mittelwert waren einige Vorüberlegungen erforderlich:

a) In meteorologischer Hinsicht war die Frage nach der wissenschaftlichen Bedeutung der schematisch errechneten Mittelwerte zu stellen. Vergleicht man die Mittelwerte der GWL-Temperaturen mit den allgemein üblichen Temperaturmittelwerten der klassischen Klimatologie, d. h. mit den Mittelwerten unseres Σ -Kollektivs, so scheint — ohne etwa die Notwendigkeit der „klassischen“ Mittelwerte zu verneinen — den GWL-Werten die höhere Bedeutung zuzukommen. Bei den GWL haben wir es in allen Zeitintervallen mit Temperaturwerten zu tun, die aus Wetterlagen mit gleicher Steuerung und im großen ähnlichen Strömungsverhältnissen resultieren, während man beim Σ -Kollektiv die in dem (dem arithmetischen Mittel zugrunde liegenden) Zeitintervall auftretenden Wechsel der GWL gar nicht beachtet und u. U. ganz konträre Verhältnisse zu einer Einheit zusammenfaßt. So wird — wie H. Maede (5) ausführt — manches Bedenken, das man z. B. gegen die Monatsmittelwerte der klassischen Klimatologie erhoben hat, für die Mittelwerte der GWL nicht zutreffen.

b) In häufigkeits-statistischer Hinsicht handelt es sich um zwei Fragen, um den Kollektivumfang und den Grad der Übereinstimmung der betrachteten Temperaturverteilungen mit der Gaußschen Normalverteilung; hierzu wird nachfolgend Stellung genommen.

4. Häufigkeits-statistische Berechnungen müssen sich auf eine genügend große Anzahl von Fällen (n) stützen. Die noch zulässige untere Grenze von n ist natürlich vom Charakter der betrachteten Verteilung abhängig. In dieser Arbeit wird (etwas schematisch) für die Bildung von arithmetischen Mitteln im allgemeinen $n = 100$ als untere Grenze genommen; über einige Ausnahmefälle wird noch berichtet. Es ist klar, daß die aus den errechneten Werten gezogenen Schlußfolgerungen um so vorsichtiger sein müssen, je kleiner das betrachtete Kollektiv ist (s. a. unter Ziff. 6. b).

5. Für den zur Beurteilung der statistischen Berechnungen notwendigen Vergleich der Temperaturverteilungen mit der Gaußschen Normalverteilung gibt es verschiedene Möglichkeiten:

a) Den ersten Anhalt geben die Häufigkeitskurven, die von vielen Verteilungen hergestellt wurden. In den Einzelheiten zeigen sich zwischen Karlsruhe und Bremen manche Abweichungen, die besprochen bzw. noch untersucht werden müssen; in den großen Zügen aber besteht zwischen den Häufigkeitsverteilungen beider Stationen eine weitgehende Ähnlichkeit — ein Hinweis auf die über örtliche Varianten dominierende, dem Grundcharakter der betreffenden GWL entsprechende, wesentlich gleiche Gesetzmäßigkeit. Die vorliegende, allgemein gehaltene Bearbeitung, der es in diesem Zusammenhang zunächst nur auf den ungefähren Eindruck von den Verteilungskurven ankommt, darf sich deshalb auf die graphische Wiedergabe von Häufigkeitsverteilungen der Station Bremen beschränken (Abb. 1 u. 2). Was in diesen wenigen Darstellungen auffällig in Erscheinung tritt — z. B. die Steilheit und verhältnismäßige Einfachheit der Häufigkeitsverteilungen der Wz gegenüber den breiteren, flachen, durch Senken und Gipfel differenzierten Verteilungsbildern von HM — das kehrt als charakteristische Eigenart in allen Häufigkeitsverteilungen dieser GWL wieder.

b) Aus der Streuung σ (als Maß für die Abweichungen der Einzelwerte vom arithmetischen Mittel) erkennt man, wie sich in einer Normalverteilung die Einzelwerte um den Mittelwert gruppieren. Sie ist deshalb bei allen Verteilungen angegeben. — Ein ungefähres Bild von der „Normierung“, welche durch die (unter dem Gesichtspunkt der Steuerung vorgenommene) systematische Auswahl aus dem Σ -Kollektiv erfolgt, vermitteln die q^2 -Angaben; sie dienen dem Vergleich mit dem Gesamtkollektiv, dessen Grundwerte unmittelbar unter dem Kopf jeder Tabelle verzeichnet sind.

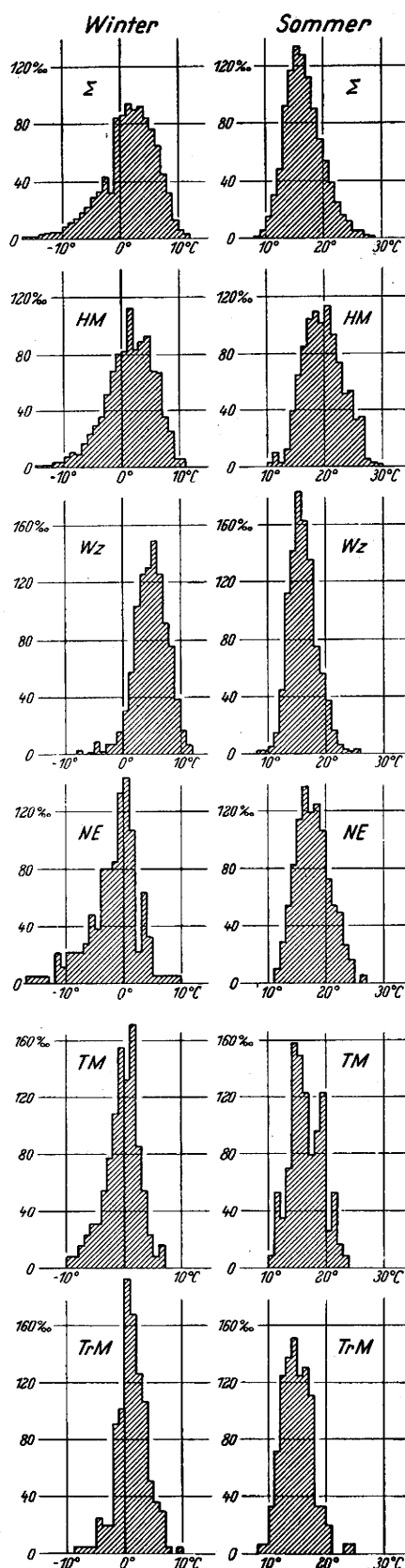


Abb. 1
Häufigkeiten der Tagesmittel (in %) für Bremen

c) Da die aus den σ -Werten gezogenen Schlüsse in ihrer ganzen Tragweite nur für symmetrische Verteilungen gelten, wirkliche Verteilungen diese Voraussetzung aber nur selten vollständig erfüllen, ist es nötig, in irgendeiner Weise den Grad der Asymmetrie abzuschätzen. Dies wäre z. B. durch Berechnung der

Abweichung des Mittelwertes vom Median möglich (der Scheitelwert scheidet von vornherein aus, siehe HM); in der vorliegenden Arbeit wird als Maß für die Asymmetrie die Verteilungsschiefe ρ benutzt, die bei linksseitigem flachen Anstieg negativ, bei rechtsseitigem flachen Abfall positiv ausfällt. Die Schiefe ρ ist in allen Tabellen mit Monatswerten von Σ , HM und Wz enthalten. Im Bereich $-1 \leq \rho \leq +1$ glauben wir, unseren allgemein gehaltenen Betrachtungen keine wesentlichen Gültigkeitsbeschränkungen auferlegen zu müssen.

d) Eine weitere Möglichkeit zum Vergleich einer Verteilung mit der Gaußschen Normalverteilung liefert der Exzeß $\varepsilon = \frac{M_4}{\sigma^4} - 3$. Er wurde wegen der Umständlichkeit der Berechnungen zunächst nur für die Tagesmitteltemperaturen von Wz und HM erstellt. Wie schon im Knoch-Heft mitgeteilt, hält sich ε bis auf den Januarwert von Karlsruhe für Wz in mäßigen Grenzen und in den folgenden Monaten sogar im Bereich ± 0.10 :

	HM	Wz
Karlsruhe:	III, IV, VI, XII	VIII
Bremen:	III, IX, X, XII	XI.

6. a) Bei allen arithmetischen Mitteln wurde von den täglichen Einzelwerten ausgegangen. Es wurden zunächst für die Tagesmitteltemperaturen in den Hauptjahreszeiten (Winter: XII — II; Sommer: VI — VIII) die Durchschnittswerte errechnet, die in den Tabellen 6a und 6b enthalten sind. Monatsdurchschnittswerte konnten wegen des verhältnismäßig geringen Umfangs vieler Kollektive nur für die beiden am häufigsten auftretenden GWL, HM und Wz (Tab. 14), sowie einige GWL-Kombinationen (Tab. 9, 11) erstellt werden; bei HM und Wz wurden außer der Tagesmitteltemperatur auch die Tagesextremtemperaturen und die Tagesschwankung (Tab. 16a, 16b, 17) einer Betrachtung unterworfen.

b) Die in 4. gesetzte Schranke $n = 100$ ist in 8 Fällen*) durchbrochen worden. Wenden wir das in der Statistik übliche Fehlerfortpflanzungsgesetz an, so ergeben sich bei diesen Ausnahmen die $3\sigma'_a$ -Werte der Tab. 2; d. h.: Unter der Voraussetzung der Unabhängigkeit aller benutzten Temperatureinzelwerte und der Übereinstimmung der betrachteten Temperaturverteilungen mit der Gaußschen Glockenkurve wäre mit über 99% Wahrscheinlichkeit zu erwarten, daß der „wahre“ Mittelwert sich im Bereiche $\alpha \pm 3\sigma'_a$ befindet; die Grenzen dieses Bereiches lägen demnach bei Ws, TB und TrM+Nz+HNz weniger als eine Klassenbreite (10) vom Mittelwert entfernt. In Wirklichkeit ist der Bereich größer, weil die Voraussetzung der Unabhängigkeit nicht besteht, m. a. W. noch die Erhaltungseignung zu berücksichtigen ist. Nach J. Bartels (6) (7) (8) findet man die Anzahl ν der wirklich unabhängigen Fälle bzw. die äquivalente Wiederholungszahl ω in einem Kollektiv n mit der quadratischen Streuung σ , indem man die einzelnen Beobachtungswerte in ihrer natürlichen Reihenfolge in Gruppen von n' Werten teilt, für jede Gruppe das arithmetische Mittel und darauf die Streuung $s(n')$ dieser arithmetischen Mittel bildet. Es

ist dann $s(n') = \frac{\sigma}{\sqrt{\nu(n')}}$, woraus sich die im Kollektiv n' vorhandene effektive Anzahl unabhängiger Werte zu $\nu(n') = \frac{\sigma^2}{s^2(n')}$ und die äquivalente Wiederholungszahl zu $\omega(n') = \frac{n'}{\nu(n')}$ ergibt. Diese Berechnung wurde mit verschiedenem n' für die Σ -Kollektive von

*) In den Tabellen durch Kleindruck unterschieden.

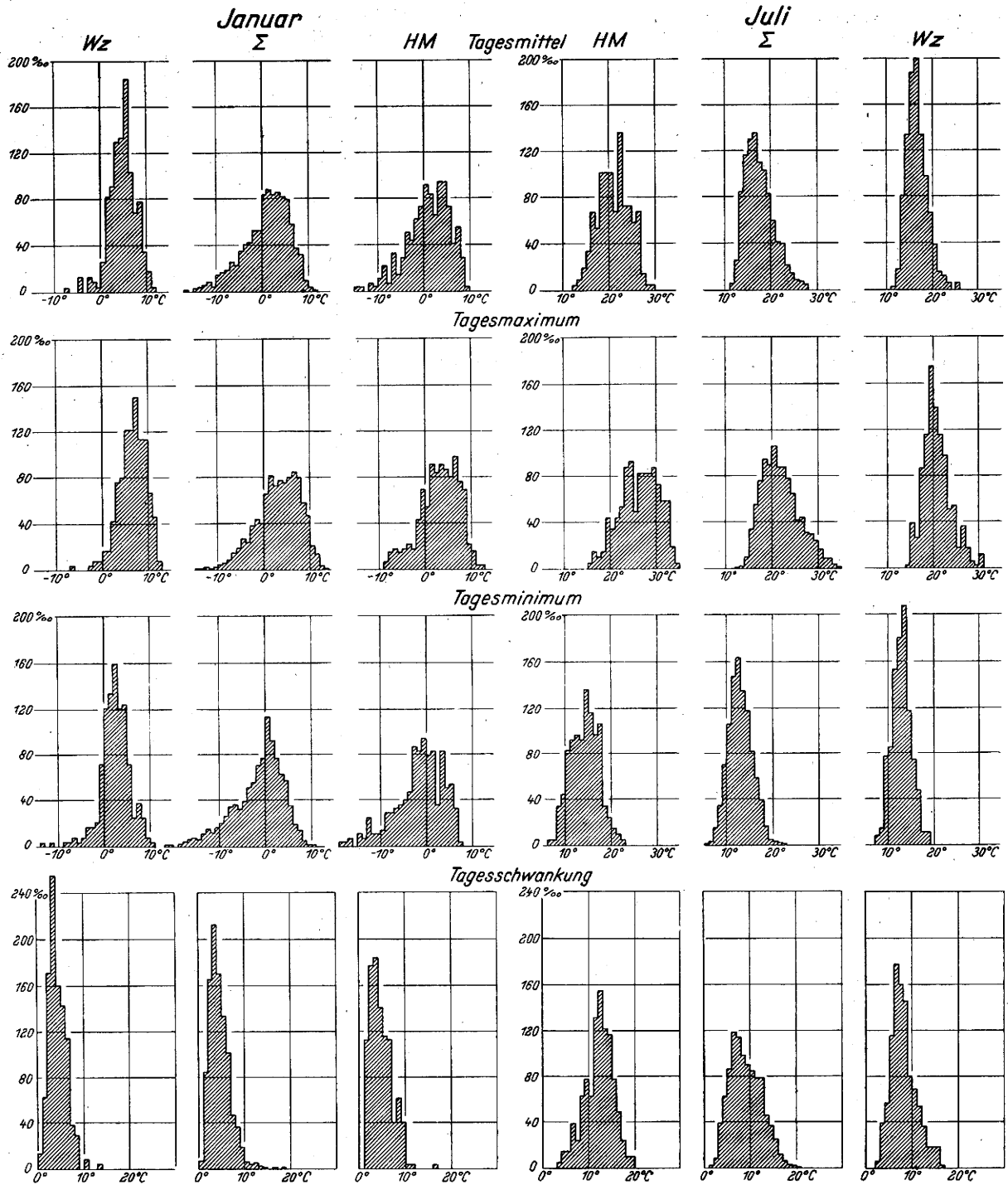


Abb. 2
Häufigkeiten (in %) für Bremen

Tab. 2 Mittlerer Fehler der Durchschnittswerte (nach $\sigma'_\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$) für die Kollektive $n < 100$

Tab.	Karlsruhe								Bremen							
	6a	6a	6a	6a	9	11			6b	6b	6b	6b	9	11		
GWL bzw. GWL-Kombination	Nz	Ws	TB	TrW	TrM+Nz+HNz	SEa+Sa+SWa			Nz	Ws	TB	TrW	TrM+Nz+HNz	SEa+Sa+SWa		
Zeitintervall	Wi	So	Wi	Wi	VIII	XII	II	V	Wi	So	Wi	Wi	VIII	XII	II	V
n	95	90	89	75	78	81	86	78	97	90	89	75	78	83	86	78
$3 \sigma'_\alpha$	1.22	0.77	0.92	1.34	0.91	0.96	1.49	1.14	1.03	0.70	0.94	1.26	0.77	0.91	1.91	1.21

Tab. 3 Äquivalente Wiederholungszahlen (Σ -Kollektive)

a) Monate

	ω (31)		ω (62)		ω (93)		ω (124)		ω (155)		ω (M)	
	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII
Tagesmitteltemperatur												
Karlsruhe	11.49	5.87	12.08	5.91	9.57	6.55	15.10	5.54	11.18	7.28	11.9	6.2
Bremen	11.47	5.69	12.98	4.79	10.28	7.06	10.11	3.83	13.97	7.36	11.8	5.7
Tagesmaximum												
Karlsruhe	10.50	6.24	11.03	6.08	8.99	8.59	14.17	6.76	10.21	8.95	11.0	7.3
Bremen	11.23	4.78	12.87	3.83	9.64	5.47	9.22	2.76	12.68	5.72	11.1	4.5
Tagesminimum												
Karlsruhe	10.79	3.75	11.91	4.49	9.83	3.18	15.19	5.23	12.27	4.06	12.0	4.1
Bremen	11.03	4.86	12.78	4.52	10.21	5.68	9.61	3.71	14.17	5.56	11.6	4.9

b) Jahreszeiten

Winter

	ω (90)	ω (180)	ω (270)	ω (361)	ω (451)	ω (M)
Tagesmitteltemperatur						
Karlsruhe	13.84	15.01	11.38	16.94	12.56	13.9
Bremen	17.26	19.46	16.93	18.29	19.13	18.2

Sommer

	ω (92)	ω (184)	ω (276)	ω (368)	ω (460)	ω (M)
Tagesmitteltemperatur						
Karlsruhe	5.82	5.43	5.77	6.47	6.47	6.0
Bremen	7.11	8.45	7.37	9.00	10.95	8.6

Karlsruhe (K) und Bremen (Br) durchgeführt; einige der errechneten Wiederholungszahlen und das (hilfsweise) aus ihnen gebildete Mittel $\omega(M)$ sind aus Tab. 3 zu ersehen. Das endgültige ω und damit $\sqrt{\omega}$, womit die mit n gebildeten $3\sigma_\alpha$ -Werte zu multiplizieren wären, konnte noch nicht erstellt werden. Die vorläufigen Zahlen der Tab. 3 lassen aber bereits die Größenordnung von ω und die Unterschiede einmal zwischen Januar und Juli bzw. Winter und Sommer, zum anderen zwischen den Extrem- und Mitteltemperaturen beider Stationen erkennen. Besonders hingewiesen werden muß auf die große Erhaltungsneigung im Winter bzw. Januar, für welche F. B a u r

(9) namentlich die in der kalten Jahreszeit gesteigerte Zirkulation, die „dadurch vermehrte Beharrung der einmal eingeleiteten Strömungen“ und die stabilisierend wirkende Schneedecke verantwortlich macht. Die Untersuchungen sollen noch weitergeführt und schließlich auf die GWL Wz und HM ausgedehnt werden. Für die Feststellung der Erhaltungsneigung bei den GWL wäre allerdings eine andere Methode zu wählen. Rechnen wir für alle GWL*) mit einer präsumtiven Wiederholungszahl $\omega = 3$, so müssen wir sämtliche n durch 3 dividieren, um die effektive Anzahl ν der unabhängigen Fälle zu erhalten (und die $3\sigma_\alpha$ -Werte der Tab. 2 hätten wir mit rund $\frac{7}{4}$ zu multiplizieren). Die Zahlen der Tab. 4, die für voneinander unabhängige Beobachtungswerte gelten, ermöglichen die Feststellung des Bereichs $\alpha \pm 3\sigma_\alpha$ bei allen behandelten GWL und GWL-Kombinationen**).

7. Die Tab. 18 enthält die höchsten und tiefsten Tagesmittel, die Tab. 19 die höchsten Tagesmaxima und die tiefsten Tagesminima von Bremen für die einzelnen Monate und alle diejenigen GWL der Tab. 1, die während des 60jährigen Zeitraums in dem betrachteten Monat mindestens zehnmal aufgetreten sind. Das im Einzelfalle in Frage kommende n kann Tab. 21b entnommen werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Variationsbreite durch künftige Fälle geändert wird, ist natürlich um so größer, je kleiner n ist.

*) Der kleinere ω -Wert erklärt sich aus der Kürze der zusammenhängenden Zeitabschnitte. Es gibt aber kein einheitliches ω für alle GWL; die verschiedenen GWL haben verschieden große Erhaltungsneigung, außerdem ändert sich diese (ähnlich wie beim Σ -Kollektiv) auch mit der Jahreszeit.

**) Der Vertrauensbereich $\alpha \pm 3\sigma_\alpha$ entspricht einer statistischen Sicherheit von über 99%, bei großem ν von 99.7%; diese Wahrscheinlichkeit gilt auch bei kleinem ν , wenn man σ_α mit dem etwas größeren Faktor t multipliziert, bei $\nu = 30$ mit 3.28, bei $\nu = 50$ mit 3.16, bei $\nu = 100$ mit 3.08 (s. S. Koller: Graphische Tafeln, Dresden und Leipzig 1943).

Tab. 4 $3\sigma_\alpha$ ($^\circ\text{C}$) für verschiedene ν und σ

$\nu \backslash \sigma$	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
30	1.10	1.37	1.64	1.92	2.19	2.46	2.74	3.01
50	0.85	1.06	1.27	1.48	1.70	1.91	2.12	2.33
75	0.69	0.87	1.04	1.21	1.39	1.56	1.73	1.91
100	0.60	0.75	0.90	1.05	1.20	1.35	1.50	1.65
125	0.54	0.67	0.81	0.94	1.07	1.21	1.34	1.48
150	0.49	0.61	0.73	0.86	0.98	1.10	1.22	1.35
175	0.45	0.57	0.68	0.79	0.91	1.02	1.13	1.25
200	0.42	0.53	0.64	0.74	0.85	0.96	1.06	1.17
250	0.38	0.47	0.57	0.66	0.76	0.85	0.95	1.04
300	0.35	0.43	0.52	0.61	0.69	0.78	0.87	0.95
400	0.30	0.38	0.45	0.53	0.60	0.68	0.75	0.83
500	0.27	0.34	0.40	0.47	0.54	0.60	0.67	0.74
750	0.22	0.27	0.33	0.38	0.44	0.49	0.55	0.60
1000	0.19	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.47	0.52
1500	0.16	0.19	0.23	0.27	0.31	0.35	0.39	0.43
2000	0.13	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.37
3000	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.25	0.27	0.30

8. Bei den in Tab. 21a und 21b angegebenen absoluten Häufigkeiten der Temperaturschwellenwerte von Karlsruhe und Bremen werden sämtliche GWL der Tab. 1 berücksichtigt, ohne eine Minimaleinschränkung für n vorzusehen. Tab. 22a und 22b enthalten die relativen Häufigkeiten; in ihr wurden die GWL zu GT zusammengefaßt und die Werte für $n < 10$ eingeklammert. Wegen der wechselnden und z. T. sehr kleinen Anzahl der Fälle empfiehlt es sich, die Tab. 21a, 22a und 21b, 22b miteinander zu vergleichen. Es war bei den Temperaturschwellenwerten unbedingt nötig, mit den Zahlen der einzelnen Monate zu arbeiten, um die Häufigkeitsänderungen von Monat zu Monat in Erscheinung treten zu lassen.

III. Die Jahreszeiten-Temperaturdurchschnittswerte der Großwetterlagen

1. Vorbemerkungen

Die Tab. 6a und 6b enthalten, nach GT geordnet, die Winter- und Sommerdurchschnittswerte α der Tagesmitteltemperatur für diejenigen GWL bzw. GWL-Kombinationen, deren Häufigkeit eine statistische Bearbeitung zuließ. Wegen der Unsicherheit von ω (s. unter II. 6. b) und der bestehenden Notwendigkeit noch weiterer Berechnungen begnügen wir uns hier mit der Hervorhebung der größeren α -Unterschiede.

Bei der meteorologischen Beurteilung der jahreszeitlichen Durchschnittswerte α ist noch folgendes zu beachten: Jede der betrachteten Jahreszeiten umfaßt drei Monate, und es ist für den errechneten α -Wert durchaus nicht gleichgültig, ob die betreffende GWL bzw. GWL-Kombination in allen 3 Monaten etwa die gleiche Häufigkeit hat oder, wenn z. B. ein Monat sich durch eine besonders große Häufigkeit einer GWL heraushebt, ob es sich hierbei im Winter um den Dezember oder den Januar bzw. im Sommer um den Juni oder Juli handelt. Aus diesem Grunde sind zur Erleichterung der Beurteilung der arithmetischen Mittel in der Tab. 5 für

Tab 5 Relative Häufigkeiten verschiedener Großwetterlagen in % (1890—1950) (Jahr: 100%)

GWL	Winter			Sommer		
	XII	I	II	VI	VII	VIII
Na	3.7	2.6	3.4	15.2	15.2	10.4
HNa	5.6	3.5	5.2	16.8	8.9	7.9
HB	6.4	6.7	10.6	11.7	5.2	7.4
Nz	3.6	5.9	4.9	17.3	7.2	4.9
TrM	6.8	8.2	9.8	5.3	9.4	4.4
NWa	5.4	6.5	5.7	13.1	17.0	12.4
NWz	9.1	10.2	6.7	8.0	14.7	9.8
Wa	5.9	8.8	6.1	6.4	11.2	13.2
Wz	9.7	7.4	7.4	6.9	10.8	13.0
Ws	16.7	11.0	14.8	3.9	2.9	5.4
SWa	14.7	14.4	8.9	2.4	3.7	2.9
SWz	14.5	26.0	9.0	—	1.7	3.4
Sa	10.3	15.7	5.4	—	0.8	0.8
Sz	27.2	8.9	21.0	—	—	—
TB	8.1	3.5	5.9	6.9	11.0	17.7
TrW	5.3	3.9	5.5	7.0	13.7	10.6
SEa	13.0	5.3	5.7	2.2	—	0.7
SEz	10.3	21.0	14.7	—	—	0.6
HFa	11.8	15.6	8.9	4.4	3.2	4.9
NE	3.1	5.6	7.3	11.8	11.5	9.4
HM	8.0	10.9	10.5	8.0	8.2	7.7
BM	12.3	4.7	5.9	6.0	6.1	10.1
TM	5.6	9.7	6.6	5.9	10.4	3.0
Ww	18.3	14.2	5.0	6.7	4.4	9.8

den 60jährigen Zeitraum 1890—1950 die Monatswerte der relativen Häufigkeiten der (in den Tab. 6a und 6b einzeln aufgeführten) GWL zusammengestellt. Falls die maximale oder minimale Häufigkeit des Jahres in einem der erwähnten Monate liegt, ist sie durch Fettdruck bzw. Kursivschrift hervorgehoben.

2. Winter

a) **GWL mit Ostkomponente:** Als kälteste GWL erweisen sich in Karlsruhe die Ostlagen HFa und HNfA, gefolgt von HNa, SEa und NE;

in Bremen steht die SEa mit extrem tiefer Wintertemperatur noch vor den antizyklonalen Ostlagen, an welche sich weiter HNa, SEz und NE anschließen.

Das Verhalten von SEa war eine der Ursachen, in den Tabellen auch die Durchschnittswerte für die GWL-Kombination HFa+HNfA+SEa anzugeben. Es besteht eine große Verwandtschaft zwischen diesen drei GWL, in denen kontinentale Luftmassen die Herrschaft haben und im Verein mit kräftiger Ausstrahlung die Temperaturen in Karlsruhe rd. 4—5°, in Bremen 5½—6½° C unter die Normalwerte sinken lassen. Daß Bremen kälter ist als Karlsruhe erklärt sich daraus, daß in Bremen, welches dem blockierenden Hoch näher liegt, diese GWL durch den ungestörten Zustrom frischer Kaltluft gewissermaßen in Reinkultur ausgebildet sind, während in Karlsruhe infolge der Randlage — besonders bei SEa und HNfA — das sonst heitere Wetter gelegentlich durch schwache, vom Atlantik oder Mittelmeer her ausgreifende Tiefausläufer unterbrochen wird, deren Wolkenfelder die Ausstrahlung behindern. — Auch der zwischen beiden Orten bestehende große Temperaturunterschied bei SEz beruht auf der stärkeren Teilnahme Karlsruhes am zyklonalen Geschehen und der beständigeren SE-Strömung in dem während dieser GWL kälteren Bremen. — In die Reihe dieser GWL gehört schließlich noch die NE-Lage, bei der Bremen (ähnlich wie bei HFa) von den aus dem fennoskandischen Raume strömenden Kaltluftmassen eher und stärker beeinflusst wird als Karlsruhe, jedoch nicht immer störungsfreies Wetter hat.

b) Den eben besprochenen GWL stehen hinsichtlich ihrer winterlichen Durchschnittstemperaturen am nächsten diejenigen des **Nordlagen-GT**. Da an ihnen aber überwiegend maritime Luftmassen beteiligt sind, haben sie, obwohl sämtliche Temperaturen unternormal sind und strenge Fröste nicht fehlen, einen weniger extremen Durchschnittscharakter als HFa und HNfA. Die Werte für die antizyklonale und die zyklonale Ausprägung dieses GT sind im unteren Teil der Tab. 6a und 6b verzeichnet. — Für die Na konnten wegen zu geringer Häufigkeit keine Durchschnittstemperaturen berechnet werden. — Bei HNa liegen die winterlichen Temperaturen 3—4° C unter den Σ -Werten; der tiefe Temperaturwert von Karlsruhe erklärt sich daraus, daß hier in der zugeströmten arktischen Polarluft bei windschwachem Wetter kräftige Strahlungsfröste auftreten. — Dem HNa ähnlich ist das HB; doch gelangen bei dieser GWL um das steuernde Hoch herum auch weniger kalte Luftmassen in den festländischen Raum. Die Mitteltemperaturen liegen deshalb höher, sind aber infolge der Strahlungsfröste in Karlsruhe wesentlich unternormal. — Die Nz, bei der das steuernde Hoch zum Ostatlantik abgewandert ist, hat für eine zyklonale GWL beachtlich tiefe Temperaturen. Diese beruhen auf der Advektion von maritimer Polarluft und arktischer Luft, die auf der Rückseite von sich immer wieder bildenden Tiefdruckgebieten mit frischen Nordwinden nach Deutschland und weiter nach Süden gelangen. — Beim TrM behindert die mit Niederschlägen verbundene starke Bewölkung die Ausstrah-

lung, so daß diese GLW von allen des Nord-GT im Winter die höchste, nur wenig vom Normalwert abweichende Durchschnittstemperatur aufweist.

- c) Die winterlichen **Nordwestlagen** sind, etwas überraschend, nicht kälter, zum Teil sogar beachtlich wärmer als das Σ -Kollektiv. — Bei der unbeständigen NWz verläuft die Frontalzone quer über Deutschland hinweg zu den Ostalpen; die in ihr südostwärts wandernden Störungen, die ganz Deutschland mit maritimer Luft überschwemmen und die Ausstrahlung wesentlich herabsetzen, kommen auch in Karlsruhe zur vollen Auswirkung, was die verhältnismäßig hohe Temperatur erklären mag. — Im Gegensatz hierzu steht die NWa: Karlsruhe besitzt meist heiteres Strahlungswetter, das die Mitteltemperatur auf den Normalwert herabdrückt; Bremen ist infolge der Randlage windiger, bewölkter und nicht immer niederschlagsfrei, es hat deshalb eine höhere Durchschnittstemperatur.
- d) In der **Ww** sind beide Orte im Vergleich mit den Σ -Temperaturen zu warm, Karlsruhe aber mehr als Bremen. Während Karlsruhe, das dem westlichen Ast der Frontalzone zugehört oder an deren Umbiegungsstelle liegt, in dieser niederschlagsreichen GWL ständig von milden maritimen Luftmassen überströmt wird, besteht bei Bremen die Möglichkeit, gelegentlich in die dem blockierenden Osthoch entstammende kältere Luft zu gelangen, wobei dann u. U. auch eine vorübergehende Schneedecke temperaturerniedrigend wirken kann.
- e) Auch beim **TM**, das unternormale Temperaturen bringt, ist Bremen kälter als Karlsruhe. Dies kann hier darauf zurückgeführt werden, daß das auf der Nord- oder Nordwestseite des Tiefs liegende Bremen mit nördlichen bis östlichen Winden bisweilen frische Kaltluft erhält und dabei die zyklonalen Erscheinungen weniger stark entwickelt sind, d. h. daß die bei dieser GWL häufigen Niederschläge zeitweise fehlen, die Bewölkung höher liegt, auch aufreißt und bei vorhandener Schneedecke die Ausstrahlung stärker wirken kann als in Karlsruhe.
- f) **Hochdruck Mitteleuropa**: In der BM sind die Temperaturen unternormal infolge der Ausstrahlungsbegünstigung durch zum Teil heiteres Wetter bei geschlossener Schneedecke. Da in die Durchschnittstemperaturen aber auch die nicht seltenen Nebelagen eingehen, halten sich die Abweichungen von den Σ -Werten in mäßigen Grenzen. Das HM hat in Karlsruhe bei ähnlichen Wettererscheinungen eine von BM wenig verschiedene Durchschnittstemperatur, während in Bremen nahezu der Normalwert erreicht wird. Das HM, aber auch die BM bedeuten in Bremen ja durchaus nicht immer antizyklonalen Witterungscharakter: In der BM wird die Station, die in der Nähe der Frontalzone liegt, gelegentlich von den im Norden vorbeiziehenden Störungen gestreift, und das im GWL-Kalender mit dem Blick auf das gesamte Mitteleuropa festgelegte HM kann, wenn es nicht sehr weit nach Norden ausgedehnt ist, in Bremen zuweilen mit milden Westwinden und ihren Folgeerscheinungen verbunden sein; auf diese Tatsache werden wir in einem anderen Zusammenhange (siehe unter V. 5. b) noch einmal zurückkommen.
- g) **Südlagen-GT**: Von den GWL dieses GT ist nur die Sa etwas kälter als das Gesamtkollektiv; der geringe Temperaturunterschied zwischen Karlsruhe und Bremen kann mit unterschiedlichen Nebel- und Bewölkungsverhältnissen und damit zusammenhängen, daß Bremen mit größerer Wahrscheinlichkeit einmal von kontinental stärker abgekühlter Luft erfaßt wird. — Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Sz, in wel-

cher aber in Abweichung von der Sa (als Folge der mit dem schwach zyklonalen Charakter verbundenen Bewölkungszunahme) beide Orte übernormale Mitteltemperaturen haben. — Etwas stärker sind die zyklonalen Erscheinungen bei TB und beim TrW; für diese milden, Tauwetter und gelegentlichen Regen bringenden GWL ist der Winter die Jahreszeit mit der geringsten Häufigkeit, so daß die etwa 2—3° über dem Normalwert liegenden Mitteltemperaturen aus einem relativ kleinen Kollektiv errechnet wurden. Die Tabellen 6a und 6b enthalten auch die Werte für TB+TrW sowie für den gesamten Südlagen-GT in zyklonaler Ausprägung (Sz+TB+TrW).

- h) **Südwestlagen-GT**: In der SWa sind beide Orte, mit den Σ -Werten verglichen, zu warm; besonders Bremen (um 3°), da hier der antizyklonale Charakter weniger stark ausgeprägt ist und nicht selten starke Bewölkung, Nebel, auch Niederschläge, auftreten, während in Karlsruhe eine wolkenarme Witterung mit günstigeren Ausstrahlungsbedingungen überwiegt*). — Bei der regenreichen, für mildfeuchte Winter charakteristischen SWz wird auch Karlsruhe voll ins zyklonale Wettergeschehen einbezogen, so daß kein Temperaturunterschied gegenüber dem allerdings viel windreicheren Bremen besteht. Die Durchschnittstemperatur weicht +5° vom Normalwert und rund 10° vom HFa-Wert ab, womit die SWz im Winter die wärmste von allen GWL ist. — Um für weitere Untersuchungen sofort Zahlenwerte zur Hand zu haben, wurden im untersten Teil der Tabellen die GWL SWa noch mit Sa und mit SEa+Sa bzw. die SWz mit Sz und mit SEz+Sz kombiniert.
- i) **Westlagen-GT**: Die Westlagen gehören durch die Zufuhr milder maritimer Luft im Winter zu den wärmsten GWL. — Unter der Herrschaft der Wa ist im Innern Deutschlands im wesentlichen der über dem Alpenraum liegende Azorenhochausläufer wetterbestimmend; im Norden vorbeiziehende Störungen machen sich nur durch Bewölkungsschwankungen und sehr seltene, unbedeutende Niederschläge bemerkbar. Karlsruhe hat deshalb bei geringer Luftbewegung Strahlungsfröste und als deren Folge eine etwas tiefere Durchschnittstemperatur als Bremen, wo in der frischen Westströmung unbeständiges Wetter vorwiegt. — In der Wz, der häufigsten aller GWL, und noch mehr in der Ws erfassen die Störungen ganz Deutschland, so daß auch in Karlsruhe der Witterungscharakter sehr unbeständig wird und die Höhe der Durchschnittstemperatur in erster Linie von der Advektion der maritimen Luft abhängig ist. Die Ws ist etwas kälter als die Wz, was mit ihrer Vorgeschichte (F. Baur: Einführ. Großwetterk. 1948, S. 33) zusammenhängen mag, in Karlsruhe aber wesentlich wärmer als in Bremen, weil diese Station die größere Chance hat, auf der Vorder- wie auf der Rückseite wandernder Tiefdruckgebiete zeitweise in frische Kaltluft zu gelangen. — In die Tabellen sind auch die Werte für den zyklonalen GT Ws+Wz aufgenommen worden.

3. Sommer

- a) **GWL mit Ostkomponente**: Das im Winter extrem kalte HFa ist im Sommer, advektions- und strahlungsbedingt, mit einer positiven Abweichung von 3—4° in beiden Orten die wärmste GWL. — Die Sommertemperatur der NE ist in Bremen übernormal und entspricht in dem etwas störungsanfälligeren Karlsruhe etwa dem Normalwert. — Für die SEa und die SEz wurde wegen des zu kleinen Kollektivumfangs kein Mittelwert errechnet.

*) Über den bemerkenswerten Sonderfall vom 20. 2. 1940 siehe Fußnote S. 32.

Tab. 6a Tagesmitteltemperatur (Jahreszeiten)

Karlsruhe

	Winter				Sommer				$\Delta \alpha$ So—Wi
	n	α	σ	q^2	n	α	σ	q^2	
Σ	5324	1.7	4.8	—	5428	18.4	3.3	—	16.7
Na	27	—	—	—	110	16.8	3.0	0.83	—
HNa	122	—2.3	3.8	0.64	286	18.8	2.9	0.81	21.1
HB	174	—0.9	3.5	0.52	178	17.0	2.5	0.59	17.9
Nz	95	—0.2	4.0	0.68	199	14.6	2.5	0.60	14.8
TrM	197	1.7	3.2	0.44	152	16.6	3.0	0.82	14.9
NWa	203	1.7	3.4	0.50	490	17.6	3.1	0.88	15.9
NWz	224	3.3	2.7	0.31	280	16.2	2.7	0.70	12.9
Wa	283	3.5	3.9	0.68	406	19.1	3.0	0.84	15.6
Wz	768	5.7	3.3	0.47	950	18.2	2.8	0.71	12.5
Ws	313	4.7	4.0	0.70	90	17.1	2.4	0.56	12.4
SWa	145	2.8	4.2	0.76	34	—	—	—	—
SWz	116	6.7	3.4	0.52	12	—	—	—	—
Sa	147	1.1	3.8	0.64	8	—	—	—	—
Sz	109	3.6	3.4	0.49	—	—	—	—	—
TB	89	4.6	2.9	0.37	181	18.6	2.9	0.80	14.0
TrW	75	3.8	3.9	0.65	160	20.3	2.9	0.80	16.5
SEa	112	—2.0	4.3	0.80	13	—	—	—	—
SEz	160	1.1	4.2	0.78	2	—	—	—	—
HFa	301	—3.1	4.7	0.95	102	21.2	2.8	0.72	24.3
NE	188	—0.7	4.0	0.69	386	18.3	3.1	0.92	19.0
HM	737	0.0	4.1	0.73	598	20.9	3.0	0.83	20.9
BM	276	—0.4	3.8	0.62	285	19.6	3.2	0.96	20.0
TM	124	0.9	3.3	0.48	114	16.7	3.2	0.93	15.8
Ww	189	4.4	3.5	0.54	109	18.1	2.6	0.64	13.7
Na+HNa+HB	323	—1.3	3.7	0.60	574	17.9	3.0	0.82	19.2
TrM+Nz+HNz	317	0.8	3.9	0.65	413	15.7	2.9	0.80	14.9
Ws+Wz	1081	5.4	3.5	0.54	1040	18.1	2.8	0.72	12.7
Sz+TB+TrW	273	4.0	3.4	0.51	341*)	19.4	3.0	0.87	15.4
TB+TrW	164	4.2	3.4	0.50	341	19.4	3.0	0.87	15.2
HFa+HNFa	363	—3.3	4.6	0.91	144	20.8	2.9	0.79	24.1
HM+BM	1013	—0.1	4.1	0.73	883	20.5	3.1	0.90	20.6
Sa+SWa	292	1.9	4.1	0.73	42	—	—	—	—
Sz+SWz	225	5.2	3.7	0.61	12	—	—	—	—
SEa+Sa+SWa	404	0.9	4.5	0.88	55	—	—	—	—
SEz+Sz+SWz	385	3.5	4.5	0.87	14	—	—	—	—
HFa+HNFa+SEa	475	—3.0	4.5	0.89	157	20.7	2.9	0.81	23.7

*) Kein Fall mit Sz im Sommer.

Tab. 6b Tagesmitteltemperatur (Jahreszeiten)

Bremen

	Winter				Sommer				$\Delta \alpha$ So—Wi
	n	α	σ	q^2	n	α	σ	q^2	
Σ	5383	1.5	4.6	—	5520	16.7	3.2	—	15.2
Na	26	—	—	—	110	14.7	2.4	0.55	—
HNa	122	—1.6	3.5	0.58	286	16.4	3.0	0.84	18.0
HB	174	0.7	3.1	0.45	178	14.9	2.2	0.45	14.2
Nz	97	—0.2	3.4	0.54	199	12.9	2.0	0.39	13.1
TrM	197	1.1	2.7	0.34	152	14.9	2.7	0.67	13.8
NW _a	203	3.0	3.1	0.46	490	15.3	2.4	0.55	12.3
NW _z	224	2.6	3.0	0.42	280	14.7	2.5	0.59	12.1
W _a	275	4.8	3.0	0.42	406	16.6	2.6	0.67	11.8
W _z	761	4.8	2.9	0.39	952	16.1	2.4	0.55	11.3
W _s	313	2.5	3.9	0.72	90	15.6	2.2	0.47	13.3
SW _a	145	4.5	3.6	0.59	34	—	—	—	—
SW _z	116	6.7	2.8	0.36	12	—	—	—	—
S _a	150	0.4	4.4	0.89	8	—	—	—	—
S _z	109	2.5	3.8	0.67	—	—	—	—	—
TB	89	3.7	3.0	0.41	181	17.9	2.6	0.66	14.2
TrW	75	3.9	3.6	0.62	160	19.2	3.2	1.02	15.3
SE _a	109	—4.9	4.7	1.03	13	—	—	—	—
SE _z	160	—1.6	4.5	0.93	2	—	—	—	—
HF _a	296	—3.8	4.4	0.91	102	20.6	3.0	0.85	24.4
NE	188	—1.6	4.3	0.88	386	17.8	2.9	0.83	19.4
HM	735	1.4	4.2	0.80	598	19.8	3.4	1.12	18.4
BM	286	0.0	3.9	0.72	285	17.6	3.0	0.87	17.6
TM	129	—0.3	3.0	0.42	114	16.5	2.8	0.77	16.8
W _w	195	3.2	4.0	0.73	109	17.6	2.4	0.54	14.4
Na+HNa+HB	322	—0.1	3.5	0.57	574	15.6	2.7	0.72	15.7
TrM+Nz+HNz	319	0.4	3.2	0.48	413	14.1	2.6	0.67	13.7
W _s +W _z	1074	4.1	3.4	0.55	1042	16.1	2.4	0.55	12.0
S _z +TB+TrW	273	3.3	3.6	0.59	341*)	18.5	3.0	0.87	15.2
TB+TrW	164	3.8	3.3	0.50	341	18.5	3.0	0.87	14.7
HF _a +HNFa	358	—3.8	4.2	0.84	144	20.3	3.2	1.01	24.1
HM+BM	1021	1.0	4.2	0.82	883	19.1	3.4	1.13	18.1
S _a +SW _a	295	2.4	4.5	0.94	42	—	—	—	—
S _z +SW _z	225	4.7	3.9	0.71	12	—	—	—	—
SE _a +S _a +SW _a	404	0.4	5.6	1.45	55	—	—	—	—
SE _z +S _z +SW _z	385	2.0	5.2	1.28	14	—	—	—	—
HF _a +HNFa+SE _a	467	—4.0	4.4	0.89	157	20.1	3.3	1.02	24.1

*) Kein Fall mit Sz im Sommer.

- b) **Nordlagen-GT:** In den Sommertemperaturen dieser GWL macht sich besonders ein temperaturerniedrigender Advektionseinfluß geltend. — Nur beim HNa hebt die Einstrahlung an heiteren Tagen das Niveau der Durchschnittstemperatur bis in die Nähe des Σ -Wertes. — Die Temperatur der Na bleibt infolge des ständigen Nachflusses kälterer Luft und wohl auch wegen des etwas höheren Bewölkungsgrades schon wesentlich hinter der normalen zurück, und von ähnlicher Größenordnung sind die Abweichungen beim HB und schließlich beim TrM, dessen niedrige Temperatur zum erheblichen Teil auf Einstrahlungsbehinderung infolge unbeständigen Wetters (z. B. Vb-Störungen) zurückzuführen ist. — Die tiefste Temperatur aller GWL mit einer negativen Abweichung von nahezu 4° aber hat im Sommer die Nz, eine Folge der laufenden Erneuerung frischer Kaltluft und des häufigen Schauerwetters.
- c) **Nordwestlagen-GT:** Die Advektion kälterer Luft läßt in Bremen die Durchschnittstemperatur der Nwa beachtlich unter den Normalwert sinken; in der höheren Nwa-Temperatur von Karlsruhe scheint sich die infolge der geringeren Bewölkung verstärkte Einstrahlung widerzuspiegeln. — Recht tief ist die Sommertemperatur der NWz; sie beruht auf der Zufuhr von meist maritimer Polarluft und der unfreundlichen, mit häufigen Niederschlägen verbundenen Witterung.
- d) Bei der Ww liegen die Abweichungen von der Σ -Temperatur noch innerhalb der Fehlergrenzen; möglicherweise ist die geringe positive Temperaturabweichung in Bremen ein Hinweis auf eine (im Vergleich mit Karlsruhe) nicht so große Unbeständigkeit; dies wäre noch zu untersuchen.
- e) Umgekehrt läßt sich die deutlich unternormale Temperatur des TM in Karlsruhe durch den Rückseiteneinfluß und den in höherem Maße unbeständigen Witterungscharakter erklären; Bremen hat ungefähr dieselbe Temperatur; diese entspricht aber hier nahezu dem Normalwert.
- f) **Hochdruck Mitteleuropa:** Das HM hat in beiden Orten eine antizyklonal hohe Sommertemperatur, die nur noch vom HFa übertroffen wird. — Die BM ist weniger warm, in Bremen als Folge gelegentlicher Störungen, die sich aus der Randlage und der Nähe der Frontalzone ergeben.
- g) **Südlagen-GT:** Von diesen GWL sind nur das TB und der TrW vertreten. Der TrW hat übernormale Temperaturen; er folgt als warme GWL unmittelbar auf das HM. — Die Sommertemperatur des TB, das etwas mehr zur Unbeständigkeit neigt, liegt in Karlsruhe beim Normalwert, überschreitet diesen aber deutlich in Bremen.
- h) **Südwestlagen-GT:** Von der SWa und der SWz konnten wegen zu geringer Häufigkeit keine Sommer-Durchschnittstemperaturen berechnet werden.
- i) **Westlagen-GT:** Bei der Wa finden in dem zwischen Karlsruhe und Bremen vorhandenen Temperaturunterschied die nach Norden erfolgende Bewölkungszunahme und die Störungsanfälligkeit des Küstengebiets ihren Ausdruck. — Die im Sommer kühlsche Westlage ist die sehr unbeständige und niederschlagsreiche Ws (für die Berechnung der Mitteltemperatur standen allerdings nur 90 Fälle zur Verfügung). — Die Wz-Temperatur entspricht ungefähr dem Σ -Wert, mit einer Neigung zum Unternormalen; sie ist niedriger als die der Wa und höher als die der Ws, was einerseits mit dem über dem Mittel liegenden Bewölkungsgrad, andererseits der im Vergleich mit Ws geringeren Unbeständigkeit und Niederschlagshäufigkeit übereinstimmt.

Jahreszeitschwankung
($\Delta\alpha$ So—Wi)

	Karlsruhe		Bremen	
	$\Delta\alpha$	GWL	GWL	$\Delta\alpha$
11°			Wz	11.3
			Wa	11.8
12			Ws + Wz	12.0
	12.4	Ws	NWz	12.1
	12.5	Wz	NWa	12.3
	12.7	Ws + Wz		
13	12.9	NWz	Nz	13.1
			Ws	13.3
	13.7	Ww	TrM + Nz + HNz	13.7
14	14.0	TB	TrM	13.8
			TB; HB	14.2
	14.8	Nz	Ww	14.4
	14.9	TrM; TrN + Nz + HNz	TB + TrW	14.7
15	15.2	TB + TrW	Sz + TB + TrW; Σ	15.2
	15.4	Sz + TB + TrW	TrW	15.3
	15.6	Wa	Na + HNa + HB	15.7
	15.8	TM		
16	15.9	NWa		
	16.5	TrW		
17	16.7	Σ	BM	16.7
			TM	16.8
18	17.9	HB	HNa	18.0
			BM	18.4
19	19.0	NE		
	19.2	Na + HNa + HB	NE	19.4
20	20.0	BM		
21	20.9	HM		
	21.1	HNa		
22				
23				
	23.7	HFa + HNa + SEa		
24	24.1	HFa + HNa	HFa + HNa + SEa; HFa + HNa	24.1
	24.3	HFa	HFa	24.4
25				

4. Jahreszeitschwankung

Zum besseren Überblick sind nebenstehend die Jahreszeitschwankungen der GWL-Durchschnittstemperaturen nach der Größe geordnet nochmals zusammengestellt. Bremen hat sowohl den kleinsten als auch den größten Wert; der gesamte Schwankungsbereich ist um 1.2° größer als in Karlsruhe. Es liegt die größte Schwankung in Karlsruhe 7.6°, in Bremen 9.2° über, die kleinste Schwankung in Karlsruhe 4.3°, in Bremen 3.9° unter der normalen Schwankung. Verständlicherweise entsprechen nach dem Schwankungsbetrag die antizyklonalen GWL durch übernormale Schwankungen dem kontinentalen, die zyklonalen durch unternormale dem maritimen Typ, jedoch mit Ausnahmen: Im unternormalen Bereich liegen die antizyklonalen GWL Wa und NWA, in Bremen auch HB, im übernormalen in Bremen die zyklonalen GWL TrW und TM. Die kleinste Schwankung haben infolge ihrer hohen Winter- und ihrer etwas unternormalen Sommertemperaturen Wz und Ws, die größte das exzessive HFa. Vergleichen wir beide Stationen, so kommen auf Karlsruhe bei den meisten GWL die größeren Schwankungsbeträge, nämlich bei den antizyklonalen GWL bis auf die Ostlagen, bei den zyklonalen bis auf Ws, TM, TB und Ww, deren zyklonaler Charakter — worauf schon hingewiesen wurde — in Karlsruhe stärker in Erscheinung tritt. Ähnliches gilt für die zwischen beiden stehende NE. Während aber bei denjenigen GWL, die in Bremen die größere Jahreszeitschwankung haben, die gegenüber Karlsruhe vorhandenen Abweichungsbeträge 1° nicht überschreiten, ergeben sich bei der anderen Gruppe zumeist wesentlich größere Unterschiede; sie machen z. B. bei den GWL HNa, BM, NWA, HB, Wa und dem GT Na+HNa+HB zwischen beiden Orten mehr als 3° (bei der Wa 3.8°) aus. Es ist gewissermaßen so, als ob in Bremen eine grundsätzliche, schwankungsverkleinernde Tendenz überwunden werden müßte.

5. Kurzer Überblick

- a) Bei einer flüchtigen Durchsicht der Tab. 6a und 6b erkennt man, daß im Sommer alle GWL, im Winter (mit Ausnahme einer belanglosen Abweichung bei TrW und der an beiden Stationen gleichwarmen Nz und SWz) die zyklonalen GWL in Karlsruhe wärmer sind als in Bremen. Dasselbe gilt im Winter auch für HFa, SEa und Sa, während die übrigen antizyklonalen GWL in Karlsruhe tiefere Wintertemperaturen haben. Viele der zwischen beiden Orten bestehenden Temperaturunterschiede liegen freilich innerhalb der Zufallsgrenzen. Bei unserer etwas willkürlichen Annahme $\omega = 3$ (siehe oben unter II. 6. b) können wir — auf Grund der für den mittleren Fehler einer Differenz geltenden Formel $\sigma_d = \sqrt{\sigma^2_{a(K)} + \sigma^2_{a(B)}}$ — als „wesentlich“ erst einen Temperaturunterschied von etwa 1-2° bezeichnen. We-

sentlich wären hiernach z. B. die Unterschiede der Sommerwerte bei den GT der Nord- und Nordwestlagen sowie bei Wa und Wz, und auch die verhältnismäßig geringen Differenzen bei HM dürften wir unter der gemachten Voraussetzung wegen des größeren Kollektivumfangs in beiden Jahreszeiten als wesentlich anerkennen, im Gegensatz zur BM, bei welcher nur im Sommer eine charakteristische Temperaturdifferenz zwischen beiden Orten besteht. Diese Unterschiede beruhen auf besonderen Ursachen und Bedingungen geographischer und meteorologischer Natur (Lagebeziehungen, Advektions- und Strahlungsverhältnissen usw.), die näher untersucht werden müssen; in den vorstehenden Abschnitten konnten nur einige unvollständige Hinweise gegeben werden. Solche Unterschiede haben möglicherweise grundsätzliche Bedeutung für den Begriff der GWL überhaupt.

- b) Richten wir unser Augenmerk auf den Gegensatz zyklonal-antizyklonal, so erwarten wir, daß sich am gleichen Orte die antizyklonalen GWL eines GT wegen des geringeren Bewölkungsgrades (im Winter ggf. in Verbindung mit einer verbreiteten Schneedecke) und der hierdurch geförderten Ein- oder Ausstrahlung von den zugeordneten zyklonalen GWL durch tiefere Winter- und höhere Sommertemperaturen unterscheiden. In Karlsruhe ist dies nach Tab. 6a für alle GWL und GWL-Kombinationen der Fall, wenngleich auch hier z. T. nur geringfügige Differenzen auftreten; in Bremen gibt es einige Ausnahmen (man vergleiche z. B. im Winter Wa mit Ws oder NWA mit NWz). Wie aus früherem ersichtlich, erklären sie sich zumeist daraus, daß während der als antizyklonal oder zyklonal bezeichneten GWL an dem betreffenden Orte kein rein antizyklonaler bzw. rein zyklonaler Witterungscharakter anzutreffen ist.
- c) Eine andere Frage ist das Verhältnis der Durchschnittstemperaturen der GWL zur Σ -Temperatur, d. h. die Frage, ob der Normalwert durch die GWL-Temperatur über- oder unterboten wird. Die maximalen Abweichungsbeträge vom Σ -Wert sind im Winter größer als im Sommer: Die im Winter kälteste GWL ist in Bremen die SEA mit einer Abweichung von -6.4°, in Karlsruhe das HNFa mit einer Abweichung von rund -6° (wegen zu kleinen Kollektivs in der Tab. nicht enthalten), während die winterwärmste GWL, nämlich die SWz, in Bremen eine positive Abweichung von 5.2°, in Karlsruhe von 5.0° aufweist. Die sommerlichen Abweichungsbeträge erreichen bei der kältesten GWL, in beiden Orten die Nz, nur -3.8° und bei der wärmsten GWL, HFa, in Karlsruhe nur 2.8°, in Bremen 3.9°. Für die übrigen GWL kann die Größenordnung der Abweichung der nachfolgenden Zusammenstellung entnommen werden.

Temperaturabweichungen vom Normalwert

Abweichung		Winter		Sommer	
		Karlsruhe	Bremen	Karlsruhe	Bremen
wärmer	3.0° und mehr	Wz, Ws, SWz	Wa, Wz, SWa, SWz		HFa, HM
	1.0° bis 2.9°	NWz, Wa, SWa, Sz, TB, TrW, Ww	NWa, NWz, Ws, Sz, TB, TrW, Ww	TrW, HFa, HM, BM	TB, TrW, NE
	0.0° bis 0.9°	TrM, NWA		HNa, Wa, TB	BM, Ww
kälter	-0.1° bis -0.9°	Sa, SEz, TM	HB, TrM, HM	NWa, Wz, NE, Ww	HNa, Wa, Wz, Ws, TM
	-1.0° bis -2.9°	HB, Nz, NE, HM, BM	Nz, Sa, BM, TM	Na, HB, TrM, NWz, Ws, TM	Na, HB, TrM, NWA, NWz
	-3.0° und mehr	HNa, SEa, HFa	HNa, SEa, SEz, HFa, NE	Nz	Nz

d) Bezeichnen wir, ohne die Höhe des Abweichungsbetrages zu beachten, eine GWL mit übernormalen Temperaturen als winterwarm bzw. sommerwarm, bei unternormalen als winterkalt bzw. sommerkühl, so sind

(1) winterkalt und sommerwarm: HM, BM, HFa, SEa, SEz und Sa; dazu die NE, die in Karlsruhe jedoch sommerkühl ist,

(2) winterwarm und sommerwarm: SWa, SWz, Sz, TB und TrW; dazu die Ww, die in Karlsruhe jedoch sommerkühl ist,

(3) winterwarm und sommerkühl: NWz, Wz und Ws; dazu die NWa, die in Karlsruhe im Sommer jedoch normalwarm ist, und die Wa, die in Karlsruhe jedoch sommerwarm ist,

(4) winterkalt und sommerkühl: Na, HB, Nz und TM; dazu der TrM, der in Karlsruhe im Winter jedoch normalwarm ist, und das HNa, das in Karlsruhe jedoch sommerwarm ist.

Diese Gruppierung gilt zunächst nur für die beiden Orte. Außerdem sind bei ihr die reinen Zahlenwerte der Tabellen, also auch ganz minimale Abweichungen berücksichtigt worden, die innerhalb der Zufallsgrenzen liegen. Einen groben Hinweis hinsichtlich der Signifikanz der Anomalien gibt die Zusammenstellung unter c).

e) Es liegt nahe, für jede GWL aus den beiden Jahreszeitentemperaturen noch das arithmetische Mittel zu bilden und dieses mit dem ebenso berechneten Wert des Σ -Kollektivs zu vergleichen (s. Tab. 7).

Tab. 7 Mittel aus den Jahreszeitentemperaturen

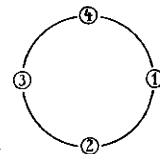
Der 2. Dezimale der mit Hilfe der Grundtabellen ermittelten Zahlen ist kein besonderer Wert beizulegen.

	Karlsruhe		Bremen	
	Mitteltemperatur	Abweichung von Σ	Mitteltemperatur	Abweichung von Σ
Σ	10.05°	—	9.13°	—
HNa	8.30	—1.75	7.42	—1.71
HB	8.06	—1.99	7.78	—1.35
Nz	7.21	—2.84	6.36	—2.77
TrM	9.12	—0.93	8.03	—1.10
NWa	9.62	—0.43	9.16	+0.03
NWz	9.77	—0.28	8.64	—0.49
Wa	11.26	+1.21	10.68	+1.55
Wz	11.94	+1.89	10.48	+1.35
Ws	10.91	+0.86	9.15	+0.02
TB	11.63	+1.58	10.80	+1.67
TrW	12.05	+2.00	11.56	+2.43
HFa	9.03	—1.02	8.39	—0.74
NE	8.81	—1.24	8.09	—1.04
HM	10.45	+0.40	10.58	+1.45
BM	9.58	—0.47	8.80	—0.33
TM	8.75	—1.30	8.09	—1.04
Ww	11.25	+1.20	10.41	+1.28
Na+HNa+HB	8.30	—1.75	7.74	—1.39
TrM+Nz+HNz	8.25	—1.80	7.26	—1.87
Ws+Wz	11.75	+1.70	10.12	+0.99
Sz+TB+TrW	11.69	+1.64	10.89	+1.76
TB+TrW	11.83	+1.78	11.15	+2.02
HFa+HNFa	8.75	—1.30	8.28	—0.85
HM+BM	10.18	+0.13	10.02	+0.89
HFa+HNFa+SEa	8.85	—1.20	8.04	—1.09

Die so erhaltene Abweichung vom Σ -Wert hat selbstverständlich bei gleichsinnigen Jahreszeitenanomalien, z. B. bei den Nordlagen und den zyklonalen Lagen des Süd-GT, das Vorzeichen des Jahreszeitwertes. Treffen aber unternormale Winter- mit übernormalen Sommertemperaturen zusammen, vice versa, so hat sie — mit Ausnahme der Nordwestlagen und des HM*) — wegen c) im allgemeinen das Vorzeichen der Winterabweichung. Diese GWL, und hierzu gehören BM und HFa, Wz und Ws, haben also dasselbe Temperaturverhalten wie das kontinentale und das maritime Klima unserer Breiten, so daß wir sie unter diesem Gesichtswinkel betrachtet mit einigem Recht als die eigentlich kontinentalen bzw. maritimen GWL bezeichnen können.

*) Beim HM ist die positive Anomalie der Sommertemperatur größer als die negative des Winters, bei der NWz die negative des Sommers größer als die positive des Winters, und bei der NWa steht in Karlsruhe einer unternormalen Sommertemperatur eine normale Wintertemperatur gegenüber.

f) Um die GWL vom Temperaturstandpunkt in ein System zu bringen, könnte man die unter d) genannten Gruppen etwa in folgender Form kreisförmig an-



ordnen und innerhalb jeder Gruppe derart Untergruppen bilden, daß man den GWL mit großer Winter- und kleiner Sommeranomalie diejenigen mit kleinerer Winter- und größerer Sommeranomalie gegenüberstellt. In einem solchen System wird man auch diejenigen GWL, in denen die Strahlungseinkwirkung dominiert, von denjenigen scheiden können, in welchen die Advektion den Ausschlag gibt, und es

wird möglich sein, in ihm außer den o. e. kontinentalen und maritimen Typen noch andere, wie den Strahlungstyp (HM), den zyklonalen Südtyp, den zyklonalen Nordtyp usw. unterzubringen. Hierüber wird an anderer Stelle berichtet werden.

IV. Monatsdurchschnittswerte

1. Vorbemerkungen

- a) Der Jahresgang der Temperatur ist abhängig einmal von den „ortsbürtigen“ Strahlungsvorgängen, zum anderen von den „fremdbürtigen“ Elementen der Advektion, der Luftströmungen, welche gewisse Klimaeigenheiten der Gegenden, aus denen sie kommen und die sie überstreichen, in das von ihnen betroffene Gebiet tragen. Jede GWL hat daher ihren eigenen Temperaturjahresgang, der sich von dem (durch die Summierung aller GWL) komplexen Jahresgang der Σ -Temperatur mehr oder weniger unterscheidet.
- b) Die im vorigen Abschnitt behandelten Winter- und Sommer-Durchschnittstemperaturen geben in dieser Hinsicht nur einige Anhaltspunkte. Ihre Ergänzung durch Frühjahrs- und Herbstwerte, welche die Verzögerungen oder Verfrühungen der Erwärmung bzw. Abkühlung erkennen lassen, war noch nicht möglich;

doch wurden für einige GWL und GWL-Kombinationen Monatsdurchschnittswerte errechnet, die noch aufschlußreicher sind.

- c) Den Jahresgang charakterisiert man durch folgende Angaben: Absolute Höhe der Temperaturen, jährliche Schwankungsgröße und „Gestalt und Lage“ der Temperaturkurve (d. h. Asymmetrie und Phasenverschiebung).

Um Asymmetrie und Phasenverschiebung festzustellen, empfiehlt es sich, die beiden anderen Größen dadurch auszuschalten, daß man mit den von Köppen (10) (11) eingeführten Relativtemperaturen arbeitet. Diese erhält man, indem man die Monatsmitteltemperaturen in Prozenten der Jahresschwankung — kühlerster Monat: 0%; wärmerster Monat: 100% — ausdrückt. Köppen errechnete (11) aus einer Vielzahl von Stationen für das Binnenland, die Küste und das Übergangsgebiet charakteristische Jahresgänge, denen Conrad (12) noch die Relativtemperaturen für den freien Ozean hinzugefügt hat (Tab. 8a).

Da im binnenländischen Klima der Wellenberg breiter ist als das Wellental, im maritimen das Wellental breiter als der Wellenberg, so fallen — wie aus Tab. 8a ersichtlich — die zum Juli zeitlich symmetrischen Monatssummierungen für das Binnenland

Tab. 8a Relativtemperaturen für typische Klimate
Nach W. Köppen und V. Conrad

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III+XI	IV+X	V+IX	XI-III	X-IV	IX-V
a) Sinusnormalkurve	0	7	25	50	75	93	100	93	75	50	25	7	50	100	150	0	0	0
b) Binnenland	0	8	26	52	77	92	100	95	78	54	27	8	53	106	155	1	2	1
c) Übergang	0	10	23	48	72	91	100	97	80	52	24	6	47	100	152	1	4	8
d) Küste	0	4	16	38	64	86	100	97	78	53	26	9	42	91	142	10	15	14
e) Ozean	1	2	8	30	54	83	98	100	82	53	28	9	36	83	136	20	23	28

Tab. 8b Relativtemperaturen von Karlsruhe und Bremen für Σ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III+XI	IV+X	V+IX	XI-III	X-IV	IX-V
Tagesmittel																		
Karlsruhe	0	7	26	48	73	91	100	95	76	48	22	5	48	96	*149	-4	0	3
Bremen	0	4	20	43	72	90	100	97	78	51	24	7	44	94	150	4	8	6
Tagesmaximum																		
Karlsruhe	0	10	33	54	77	92	100	97	79	50	21	4	54	104	156	-12	-4	2
Bremen	0	6	25	49	77	92	100	97	80	52	22	5	47	101	157	-3	3	3
Tagesminimum																		
Karlsruhe	0	4	21	42	67	88	100	96	77	50	25	7	46	92	144	4	8	10
Bremen	0	2	16	36	63	85	100	98	79	52	26	9	42	88	142	10	16	16

größer aus als bei der Sinuskurve und noch größer als beim maritimen Klima (die für den Ozean angegebenen Summen sind wegen der Maximumverschiebung auf den August nur bedingt vergleichbar). Die ganz rechts stehenden Monatsdifferenzen gestatten Rückschlüsse über die Phasenverschiebung. Besonders deutlich zeigt Abb. 5a, in der die Jahresgänge graphisch wiedergegeben sind, daß die größeren Unterschiede zwischen den verschiedenen Gebieten sich auf das erste Halbjahr beschränken, während die Unterschiede im zweiten Halbjahr gering

sind. Dieselben Zahlen sind in Abb. 6 oben noch nach einer von Conrad (12) vorgeschlagenen Methode dargestellt, bei welcher man in der Abszisse die Monatszählung vom Januar bis zum Juli nach rechts durchführt, dort umkehrt und schließlich den Dezemberwert mit dem des Januar verbindet. Die Abbildung läßt erkennen, daß beim binnenländischen Klima die beiden Kurvenäste fast zusammenfallen, daß aber der Januar-Juli-Ast sich vom Juli-Januar-Ast um so weiter nach rechts verschiebt, je maritimer das Klima wird.

Tab. 9 Tagesmitteltemperatur (Monate)

Karlsruhe													Bremen												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Σ	n	1829	1666	1829	1770	1829	1829	1829	1770	1829	1770	1829	1829	1829	1694	1860	1800	1860	1800	1860	1860	1800	1860	1800	1860
	α	1.0	2.2	5.8	9.8	14.3	17.5	19.2	18.4	14.8	9.8	5.1	2.0	0.9	1.5	4.3	8.0	12.9	15.8	17.4	16.9	13.9	9.3	4.9	2.1
	σ	5.0	4.6	3.7	3.6	3.9	3.4	3.2	2.9	3.3	3.6	3.7	4.6	5.0	4.5	3.6	3.5	4.0	3.5	3.1	2.8	2.9	3.5	3.7	4.3
TM+Nz+HNz	n	120	116	164	215	191	193	142	78	137	134	122	81	120	116	164	215	191	193	142	78	137	134	130	83
	α	-0.1	1.7	3.5	7.5	11.7	14.9	16.3	16.7	12.8	7.7	4.2	0.9	0.0	1.2	2.0	5.9	9.7	13.0	15.2	14.8	11.8	7.0	3.2	0.2
	σ	4.5	3.5	3.2	3.0	3.5	2.9	2.7	2.7	2.7	3.1	2.9	2.9	3.7	2.8	2.8	3.1	3.4	2.7	2.1	2.3	2.3	3.0	2.8	2.6
	q^2	0.82	0.58	0.72	0.71	0.82	0.72	0.73	0.85	0.65	0.75	0.60	0.39	0.54	0.38	0.60	0.81	0.73	0.60	0.47	0.68	0.61	0.73	0.56	0.41

Tab. 10 Relativtemperaturen (Tagesmittel) von TrM+Nz+HNz

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III+XI	IV+X	V+IX	XI-III	X-IV	IX-V
Karlsruhe	0	11	21	45	70	89	97	100	78	46	26	6	47	91	148	5	1	8
Bremen	0	8	13	39	64	86	100	98	78	46	21	2	34	85	142	8	7	14

Es wurden von Karlsruhe und Bremen zunächst die Relativtemperaturen (Tagesmittel) des Σ -Kollektivs bestimmt und die Berechnungen auf die Tagesextremtemperaturen erweitert. Die entsprechenden Zahlen sind in Tab. 8b zusammengestellt und in Abb. 5b graphisch wiedergegeben worden. Man bemerkt, daß im Vergleich mit dem Tagesmittel (T_m) sich das Tagesmaximum (T_x) binnenländischer und das Tagesminimum (T_n) mehr maritim verhält.

Die Grundgedanken von Köppen und Conrad zu den Relativtemperaturen sollen auf einige GWL bzw. GWL-Kombinationen angewandt werden. Sie erweisen sich auch hierbei als wertvoll. Da die Grundkurven der Abb. 5a und 6 oben aber für das komplexe Σ -Kollektiv bestimmt wurden, ist es durchaus möglich, daß bei den einzelnen GWL gewisse Abweichungen in Erscheinung treten, die dann beachtenswert sind, wenn sie — durch genügend viele Beispiele erhärtet — für die betreffende GWL als typisch bezeichnet werden können.

- d) Monatsdurchschnittswerte der Tagesmittel liegen vor von $TrM+Nz+HNz$, $SEa+Sa+SWa$ und $HFa+HNFa+SEa$. Eingehender können wegen ihrer größeren Häufigkeit Wz und HM behandelt werden; für diese GWL sind Monatswerte des Tagesmittels, der Tagesextreme und der täglichen Temperaturschwankung berechnet worden.

2. $TrM+Nz+HNz$

Der zyklonale Nord-GT hat, wie Tab. 9 zeigt, seine größte Häufigkeit mit Maximum im April zwischen März und Juni, seine geringste im August und Dezember. Bis auf eine belanglose Abweichung im Januar ist Bremen kälter als Karlsruhe, am meisten in der wärmeren Jahreszeit, weil sich da die abkühlende Wirkung der frischeren Kaltluft und der unbeständige Witterungscharakter im Küstengebiet stärker bemerkbar machen.

Das Jahresmittel von $TrM+Nz+HNz$ beträgt in Karlsruhe 8.2° , in Bremen 7.0° ; es liegt, da die Σ -Mittel 10.0° bzw. 9.0° ausmachen, um 1.8° bzw. 2.0° unter dem Normalwert. Unternormal sind auch die Temperaturen aller Einzelmonate. Karlsruhe hat die größte Anomalie (-2.9°) im Juli, Bremen (-3.2°) im Mai, die kleinste fällt in beiden Orten auf den Februar. Das höchste Monatsmittel beträgt 15.2° in Bremen, 16.7° in Karlsruhe, wo der August (Stichprobeneffekt?) der wärmste Monat ist. Da das Januar Mittel bei 0° liegt, hat $TrM+Nz+HNz$ nur eine Jahresschwankung von 15.2° bzw. 16.8° gegen 16.5° bzw. 18.2° im Σ -Kollektiv.

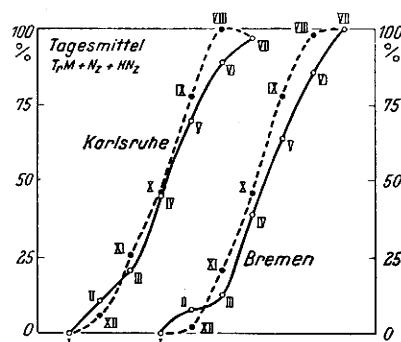


Abb. 3
Relativtemperaturen für $TrM+Nz+HNz$ (Rückkehrkurven)

Dem in Abb. 3 dargestellten Jahresgang der Relativtemperaturen liegen die Zahlenwerte der Tab. 10 zugrunde.

Da der GT $TrM+Nz+HNz$ überwiegend unter der Herrschaft von Luftmassen maritimen Ursprungs steht, dür-

fen wir erwarten, daß der Temperaturjahresgang einen maritimeren Charakter hat als der des Σ -Kollektivs. Beim Vergleich der Abb. 3 mit den Σ -Tagesmittelkurven von Karlsruhe und Bremen (Abb. 6 links) ist diese Richtung zu erkennen, wenn auch kein ausgeprägter maritimer Gang und keine sehr großen Unterschiede auftreten (vgl. auch die Summen und Differenzen der Tab. 10 und 8b „Tagesmittel“); besonders bemerkenswert sind die über den Mai- und Juni Temperaturen liegenden Temperaturen vom September und August.

3. $SEa+Sa+SWa$ und $HFa+HNFa+SEa$

Die GWL SEa , Sa und SWa haben in der unteren Troposphäre charakteristische Temperaturunterschiede. Unter Anlehnung an den Großwetterlagen-Katalog werden hier unter SEa und Sa nur diejenigen Lagen bezeichnet, denen auch eine südöstliche bzw. südliche Höhenströmung entspricht, während diejenigen, die über einer südöstlichen bzw. südlichen Grundströmung eine südwestliche Höhenströmung haben, von unserem auf die Steuerung gerichteten Blickpunkte aus in Übereinstimmung mit Scherhag (13, S. 270) als SWa gelten. Da Übergänge vorhanden sind (s. a. 2) und Scherhag die selbständige Existenz der beiden anderen GWL (bis auf die Vb-Lage) bezweifelt, hielten wir es für zweckmäßig, auch die Durchschnittstemperaturen der Kombination $SEa+Sa+SWa$ zu bestimmen. — Die Zusammenfassung der GWL HFa , $HNFa$ und SEa lag nahe, weil diese GWL unter der Herrschaft kontinentaler Luftmassen einen ähnlichen Witterungscharakter und ähnliche Temperaturverhältnisse aufweisen; hierzu war übrigens schon oben (unter III. 2. a) Stellung genommen worden. — Beide GWL-Kombinationen $SEa+Sa+SWa$ und $HFa+HNFa+SEa$ haben wiederum das gemeinsam, daß ihre Sommerhäufigkeit gering ist; es konnten deshalb nur die Monatswerte für die Zeit vom September bis zum Mai bestimmt werden (Tab. 11), die Jahreszeitenwerte sind in den Tab. 6a und 6b enthalten.

- a) **$SEa+Sa+SWa$:** Die Durchschnittstemperatur sinkt vom hohen Sommerwert gegen Anfang November unter die Normaltemperatur, erreicht in Karlsruhe im Dezember, in Bremen im Januar eine Anomalie von rd. $-1\frac{1}{2}^\circ$ und klettert bereits Anfang bzw. Ende Februar wieder über den Σ -Wert. Die tiefste Temperatur liegt bei 0° , in Bremen etwas tiefer als in Karlsruhe, das überhaupt — bis auf eine kleine Abweichung im Dezember — stets etwas wärmer als Bremen ist; der Unterschied beträgt innerhalb des hier zur Erörterung stehenden Zeitraumes jedoch nur vom Februar bis zum April mehr als 1° . Relativtemperaturen konnten nicht errechnet werden; die mit den reellen Temperaturen gebildeten Monatsdifferenzen ergeben:

	XI—III	X—IV	IX—V
Karlsruhe	—2.7	—1.8	—0.9 ⁰
Bremen	—2.0	—0.8	—0.3 ⁰

Das Frühjahr ist also wärmer als der Herbst.

- b) **$HFa+HNFa+SEa$** ist stets kälter als $SEa+Sa+SWa$. Die Durchschnittstemperatur unterschreitet in Karlsruhe schon in der ersten Hälfte, in Bremen in der 2. Dekade des September die Normaltemperatur, fällt rasch weiter und erreicht im Januar eine Anomalie von $-5\frac{1}{2}$ bis $-6\frac{1}{2}^\circ$; der Wiederanstieg ist bis Februar mäßig, dann jedoch so steil, daß bereits kurz nach Mitte März wieder die Normaltemperatur erreicht wird. Von da ab verläuft die Temperaturkurve bis zum Mai zwischen denjenigen des kälteren Σ -Kollektivs und der oben besprochenen GWL-Kombination $SEa+Sa+SWa$. Vergleichen wir beide Stationen, so hat Karlsruhe bei $HFa+HNFa+SEa$ in allen Monaten die höhere Temperatur, am ausgeprägtesten wieder zur Zeit des Anstiegs vom Februar bis zum April. Der kontinentale Charakter dieser

Tab. 11 Tagesmitteltemperatur (Monate)

Karlsruhe										Bremen									
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
SEa+Sa+SWa	n	111	182	235	161	157	86	138	110	78	111	182	235	164	154	86	138	110	78
	α	16.4	10.4	4.7	0.6	0.1	2.8	7.4	12.2	17.3	16.3	10.0	4.2	1.1	-0.6	1.2	6.2	10.8	16.6
	σ	3.8	3.2	3.8	4.6	4.0	4.6	3.2	3.3	3.3	3.5	3.7	4.3	5.5	5.3	5.9	3.5	4.0	3.6
	q^2	1.29	0.78	1.08	1.01	0.65	0.99	0.74	0.85	0.74	1.43	1.10	1.39	1.61	1.13	1.71	0.94	1.36	0.81
HFa+HNFa+SEa	n	125	182	125	162	180	133	113	173	209	125	182	125	167	167	133	113	173	209
	α	14.4	7.7	3.3	-1.9	-4.6	-2.2	5.4	11.5	15.8	14.1	6.8	2.0	-2.9	-5.6	-3.5	3.7	9.8	15.0
	σ	3.7	3.4	3.0	4.2	4.4	4.4	3.6	3.1	3.5	2.9	3.5	3.2	4.1	4.1	4.5	3.7	3.6	3.6
	q^2	1.22	0.89	0.66	0.82	0.80	0.90	0.91	0.74	0.82	0.99	0.98	0.78	0.90	0.67	0.97	1.04	1.08	0.82

GWL-Kombination kommt deutlich in den folgenden Monatsdifferenzen der realen Temperaturen zum Ausdruck:

	XI—III	X—IV	IX—V
Karlsruhe	-2.1	-3.8	-1.4 ⁰
Bremen	-1.7	-3.0	-0.9 ⁰

Die tiefste Temperatur liegt etwas unter $-4\frac{1}{2}^{\circ}$ bzw. $-5\frac{1}{2}^{\circ}$; für den gesamten Winter waren in den Tab. 6a und 6b Durchschnittstemperaturen von -3° bzw. -4° angegeben worden, während als Sommertemperaturen Werte gefunden wurden, die etwa $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}^{\circ}$ über den Σ -Temperaturen liegen.

4. Wz und HM

a) **Häufigkeit:** Wz und HM sind die häufigsten GWL Mitteleuropas. Selbstverständlich wechselt in Abhängigkeit vom allgemeinen Witterungscharakter die Häufigkeit von Jahr zu Jahr, und aus Tab. 12 ersieht man, wie groß die Schwankungen auch noch zwischen fünfjährigen Zeiträumen sind. In den von uns betrachteten 60 Jahren betrug die mittlere relative Häufigkeit bei der Wz 14,3%, bei HM 11,5%. Über die Verteilung der beiden GWL auf die einzelnen Monate gibt Tab. 13 Auskunft. Die Wz hat als Vertreter der planetarischen Zirkulation ihr Hauptmaximum im August und Juli, ein sekundäres

Tab. 12 Höchste und geringste Anzahl von Wz- und HM-Lagen in fünfjährigen Zeiträumen (1890—1950)

	Wz		HM	
	höchste Anzahl	geringste Anzahl	höchste Anzahl	geringste Anzahl
Winter	119 Fälle (1910—14)	33 Fälle (1930—34)	86 Fälle (1895—99)	37 Fälle (1920—24)
Frühling	76 „ (1900—04)	38 „ (1915—19, 1935—39)	63 „ (1920—24)	22 „ (1940—44)
Sommer	140 „ (1890—94)	77 „ (1935—39)	71 „ (1895—99)	19 „ (1905—09)
Herbst	101 „ (1935—39)	32 „ (1910—14)	75 „ (1895—99)	29 „ (1915—19)
Jahrfünft	333 Fälle (1890—94)	252 Fälle (1915—19)	260 Fälle (1895—99)	170 Fälle (1940—44)

Tab. 13 Relative Häufigkeit (%) von Wz und HM (1890—1950)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Wz	7.4	7.4	6.7	7.1	5.5	6.9	10.8	13.0	8.0	9.3	8.2	9.7	100
HM	10.9	10.5	8.8	5.2	7.6	8.0	8.2	7.7	11.8	8.8	4.5	8.0	100

Maximum im Dezember, ihr Minimum im Mai. Die größte Häufigkeit des HM liegt im September, mit einem nochmaligen Gipfel in den Monaten Januar und Februar; die geringste Häufigkeit fällt auf die Monate November und April, im November tritt anstatt des abgeschlossenen mitteleuropäischen Hochs häufiger die BM auf.

b) **Tagesmittel:** Die Temperaturjahresgänge der beiden GWL Wz und HM sind in den Zahlen der Tab. 14 enthalten und in Abb. 4 oben dargestellt. Ein flüchtiger Blick auf die Abbildung lehrt, daß die großen Abweichungen von der Σ -Kurve bei Wz auf die kalte Jahreszeit, bei HM (mit Ausnahme des Dezember von Karlsruhe) auf die warme Jahreszeit fallen.

Wz: Sie hat im Januar ihre größte positive Temperatur-Anomalie, über $3\frac{1}{2}^{\circ}$ in Bremen, über $4\frac{1}{2}^{\circ}$ in Karlsruhe. Vom Februar ab nähern sich die Wz-Temperaturen infolge ihres langsamen Anstiegs rasch den Normalwerten, die Mitte April bzw. zur Wende April/Mai erreicht werden. Die Anomalie des Sommers beträgt in keinem Monat mehr als -1° . Ende August erhebt sich die Wz-Kurve in Karlsruhe, Ende September in Bremen wieder über die Σ -Kurve, deren Werte im Dezember schließlich fast $3\frac{1}{2}^{\circ}$ bzw. fast 3° tiefer liegen. Das höchste Monatsmittel der Wz beträgt in Karlsruhe 18,8⁰, in Bremen 16,6⁰; das niedrigste (in Karlsruhe der Dezember) liegt bei 5,4⁰ bzw. 4,7⁰, so daß die Jahresschwankung

Tab. 14
Tagesmitteltemperatur (Monate)

Karlsruhe												Bremen												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Σ	1829	1666	1829	1770	1829	1770	1829	1829	1770	1829	1770	1829	1829	1694	1860	1800	1860	1800	1860	1860	1800	1860	1800	1860
	n																							
	α	1.0	2.2	5.8	9.8	14.3	17.5	19.2	18.4	14.8	9.8	5.1	2.0	0.9	1.5	4.3	8.0	12.9	15.8	17.4	16.9	13.9	9.3	4.9
	σ	5.0	4.6	3.7	3.6	3.9	3.4	3.2	2.9	3.3	3.6	3.7	4.6	5.0	4.5	3.6	3.5	4.0	3.5	3.1	2.8	2.9	3.5	3.7
ρ	-0.57	-0.64	-0.14	+0.17	+0.01	+0.13	+0.40	+0.33	+0.13	-0.25	+0.02	-0.31	-0.71	-0.75	-0.13	+0.43	+0.34	+0.44	+0.69	+0.61	+0.44	-0.32	-0.28	-0.56
HM	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	112	200	273	262	221	131	189	200	205	193	295	221	113	200
	n																							
	α	-0.3	1.3	6.3	11.6	17.1	20.4	22.1	15.9	10.1	3.3	-1.2	1.0	2.0	5.4	9.9	15.8	19.2	21.1	18.9	15.1	10.4	4.1	1.1
	σ	4.4	3.6	3.7	3.7	4.0	3.0	2.7	2.8	3.3	3.7	3.9	4.2	4.6	3.7	3.8	3.3	4.4	3.6	3.4	2.8	3.1	3.4	4.1
ρ	-0.37	-0.48	-0.08	-0.04	-0.47	-0.08	-0.45	+0.01	-0.02	+0.07	+0.19	-0.05	-0.67	-0.49	-0.26	+0.20	-0.03	+0.08	+0.05	+0.12	+0.40	-0.21	-0.06	-0.24
q²	0.79	0.59	0.98	1.04	1.05	0.78	0.72	0.90	0.97	1.05	1.11	0.82	0.86	0.66	1.11	0.91	1.21	1.04	1.17	1.02	1.12	0.94	1.25	0.91
Wz	238	230	209	220	171	214	335	401	248	290	244	300	231	230	209	220	171	214	335	403	248	290	253	300
	n																							
	α	5.7	6.1	8.1	10.3	13.7	17.5	18.8	18.1	15.5	11.5	7.5	5.4	4.7	4.9	5.8	8.0	11.9	15.2	16.6	16.2	13.7	10.3	4.9
	σ	3.3	2.9	3.1	2.9	3.3	3.2	2.6	2.6	2.7	3.2	3.4	3.3	2.9	2.7	3.1	2.7	3.2	2.7	2.3	2.2	2.4	2.8	3.0
ρ	-1.20	-0.38	-0.25	+0.20	+0.28	+0.28	+0.61	+0.41	+0.01	+0.03	-0.22	-0.34	-0.67	-0.65	-0.41	+0.26	+0.42	+0.49	+0.77	+0.46	+0.09	-0.22	-0.09	-0.43
q²	0.45	0.40	0.69	0.63	0.73	0.87	0.64	0.79	0.67	0.77	0.85	0.52	0.34	0.36	0.71	0.60	0.64	0.61	0.52	0.63	0.66	0.62	0.61	0.48

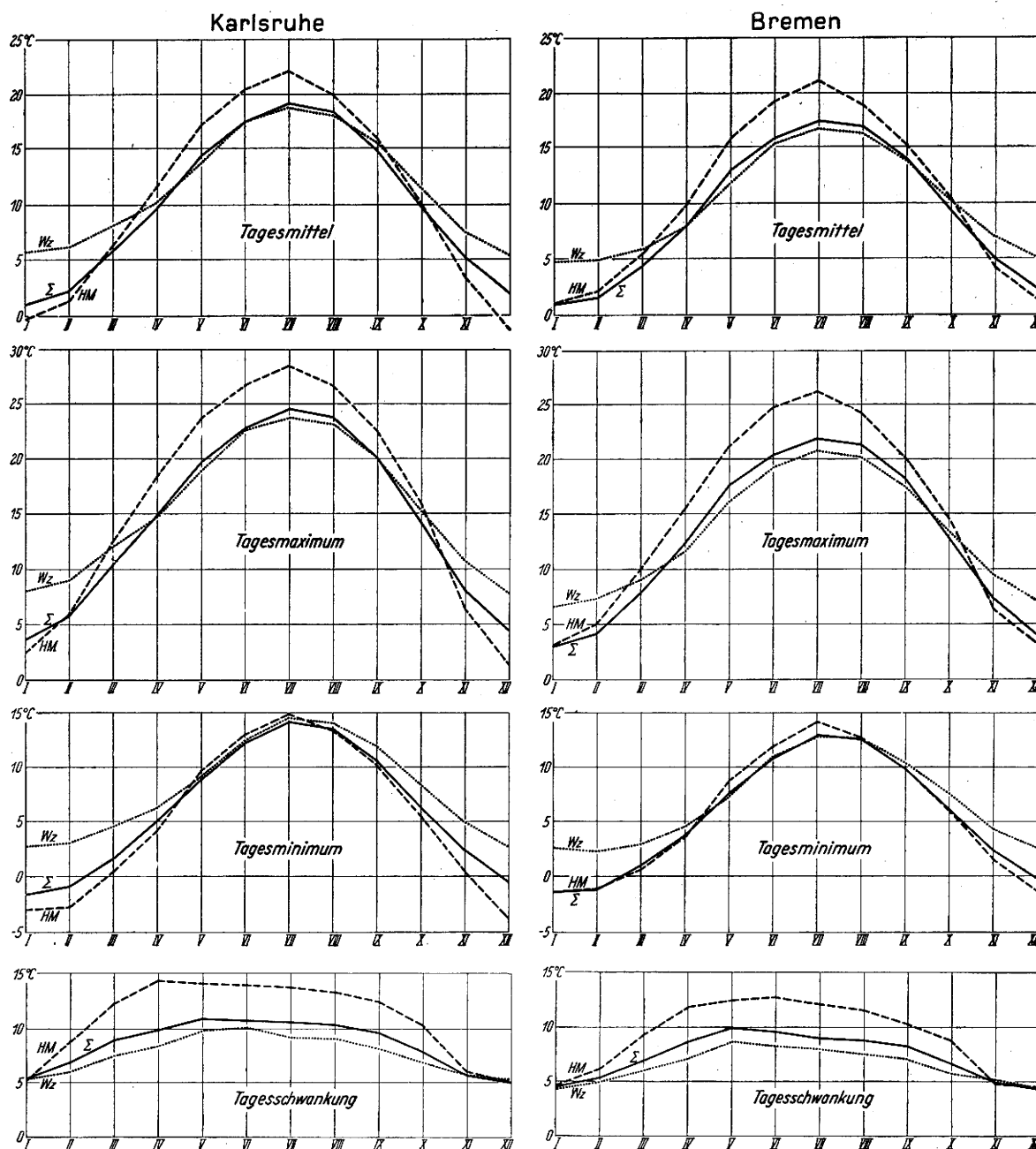


Abb. 4
Temperaturjahresgang von Karlsruhe und Bremen

sich in Karlsruhe zu $13,4^{\circ}$, in Bremen zu $11,9^{\circ}$ errechnet gegenüber $18,2^{\circ}$ bzw. $16,5^{\circ}$ im Σ -Kollektiv. Während dessen mittlere Jahrestemperatur in Karlsruhe $10,0^{\circ}$, in Bremen $9,0^{\circ}$ beträgt, erreicht die Wz $11,5^{\circ}$ bzw. $9,9^{\circ}$; sie ist also um $1,5^{\circ}$ bzw. $0,9^{\circ}$ übernormal und in Karlsruhe um $1,6^{\circ}$ höher als in Bremen.

HM: Seine mittlere Jahrestemperatur ist in dem an sich wolkenärmeren Karlsruhe mit $10,6^{\circ}$ nur um $0,6^{\circ}$, in dem sonst wolkenreicheren Bremen aber mit $10,3^{\circ}$ um $1,3^{\circ}$ übernormal. Der Unterschied zwischen beiden Orten ist entsprechend kleiner geworden. In der Jahresschwankung des HM, $23,3^{\circ}$ in Karlsruhe und $20,1^{\circ}$ in Bremen, unterscheiden sich beide Orte um $3,2^{\circ}$, in der tiefsten Monatstemperatur, $-1,2^{\circ}$ bzw. $1,0^{\circ}$, um $2,2^{\circ}$ und in der höchsten, $22,1^{\circ}$ bzw. $21,1^{\circ}$, um nur $1,0^{\circ}$. — Die tiefste Monatstemperatur hat Karlsruhe wie bei der Wz im Dezember; in diesem

Monat ist HM um $3,2^{\circ}$ unternormal. Im Januar beträgt die Abweichung nur noch $-1,3^{\circ}$, und schon von den ersten Tagen des März an hat HM in Karlsruhe eine positive Anomalie, die im Mai $2,8^{\circ}$ ausmacht, sich bis zum Juli dann nicht mehr nennenswert ändert, im August noch bei $1,6^{\circ}$ liegt, weiter rasch abnimmt, bis Ende Oktober wieder der Normalwert erreicht wird. — In Bremen erhebt sich die HM-Kurve schon um den 10. Januar über die Σ -Kurve, oberhalb der sie bis in die ersten Novembertage verbleibt. Das niedrigste HM-Monatsmittel liegt also schon etwas über dem niedrigsten Σ -Mittel; im Mai ist die HM-Temperatur um $2,9^{\circ}$, im Juli um $3,7^{\circ}$, im September und Oktober noch um wenig über 1° übernormal, während November und Dezember um rund 1° zu kalt sind.

Werfen wir noch einen Blick auf die für die Tagesmittel errechneten Relativtemperaturen, deren Zah-

Tab. 15.

Relativtemperaturen von Karlsruhe und Bremen für Wz und HM
(1890 — 1950)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III+XI	IV+X	V+IX	XI-III	X-IV	IX-V
Wz																		
Karlsruhe																		
Tagesmittel	2	5	20	36	62	90	100	95	75	45	15	0	35	81	137	-5	9	13
Tagesmaximum	1	7	26	43	70	93	100	96	77	47	18	0	44	90	147	-8	4	7
Tagesminimum	1	4	16	31	55	83	100	96	78	49	20	0	36	80	133	4	18	23
Bremen																		
Tagesmittel	0	2	10	28	60	88	100	97	75	47	20	2	30	75	135	10	19	15
Tagesmaximum	0	5	16	35	67	89	100	96	77	48	20	3	36	83	144	4	13	10
Tagesminimum	3	0	6	21	48	83	100	98	77	50	19	2	25	71	125	13	29	29
HM																		
Karlsruhe																		
Tagesmittel	4	11	32	55	79	93	100	91	73	49	19	0	51	104	152	-13	-6	-6
Tagesmaximum	3	17	41	63	82	94	100	93	78	53	19	0	60	116	160	-22	-10	-4
Tagesminimum	3	6	22	42	72	90	100	92	75	50	23	0	45	92	147	1	8	3
Bremen																		
Tagesmittel	0	5	22	44	74	91	100	89	70	47	16	1	38	91	144	-6	3	-4
Tagesmaximum	0	8	30	54	78	93	100	91	73	50	14	4	44	104	151	-16	-4	-5
Tagesminimum	0	2	13	32	66	86	100	90	72	47	19	1	32	79	138	6	15	6

lenwerte in Tab. 15 enthalten sind und in Abb. 5c sowie im linken Teil der Abb. 6 veranschaulicht werden! — Großzügig gesehen liegen bei Karlsruhe die Σ -Relativtemperaturen zwischen Binnenland und Übergang, bei Bremen zwischen Übergang und Küste. — Die Relativtemperaturen der Wz zeigen maritimere Züge, was bei der Herkunft der beteiligten Luftmassen nicht wundernimmt. Bis zum April ist der Temperaturanstieg so gering, daß die für maritim beeinflusste Lagen typische Einmündung der Kurve gut in Erscheinung tritt. Die Herbsttemperaturen liegen zum Teil wesentlich über denjenigen des Frühjahrs; in Karlsruhe fällt aber zum Spätherbst die Temperaturkurve sehr stark ab, so daß die November-Dezember-Temperatur niedriger ist als die Februar-März-Temperatur. — Der kontinentalere Charakter des HM ist offensichtlich. Doch hat der Frühjahrsast nur bis zum März bzw. April einen etwas steileren Anstieg als die Σ -Kurve; in Karlsruhe ist er durch das schon im Dezember auftretende Minimum leicht gehoben. Ungewöhnlich groß ist in beiden Orten der Temperaturabfall vom Juli zum August, was zur Folge hat, daß die HM-Kurve, besonders in Bremen, im Spätsommer und Frühherbst sehr weit unterhalb der Σ -Kurve verläuft. Dieser auffällige Zug hängt offenbar mit der größeren Strahlungsabhängigkeit des HM, zum Teil wohl auch

mit der Vorgeschichte der sommerlichen HM-Lagen zusammen.

- c) **Tagesmaximum:** Nach 1 c (vorletzter Absatz) hat — jede GWL bzw. das Σ -Kollektiv für sich betrachtet — das Tagesmaximum kontinentalere Züge als das Tagesmittel. So ist z. B. die Jahresschwankung gem. Tab. 16a und 16b (vergl. auch Abb. 4) für das Σ -Kollektiv um 2,3 bzw. 2,7°, für Wz um 2,3 bzw. 2,5°, für HM um 3,9 bzw. 3,0° größer als beim Tagesmittel. Die Abweichungen der Monatswerte des Tagesmaximums von denjenigen des Tagesmittels betragen

	bei Karlsruhe		bei Bremen	
	im Dez./Jan.	im Sommer	im Dez./Jan.	im Sommer
für Σ :	2,4—2,6°	5,3—5,4°	1,9—2,1°	4,4—4,5°
für Wz:	2,3—2,4°	4,9—5,1°	1,9—2,1°	4,0—4,2°
für HM:	2,5°	6,3—6,7°	2,1°	5,1—5,5°

d. h. im Sommer 2—2½mal soviel wie im Winter, verständlicherweise am wenigsten bei der Wz und am meisten beim HM.

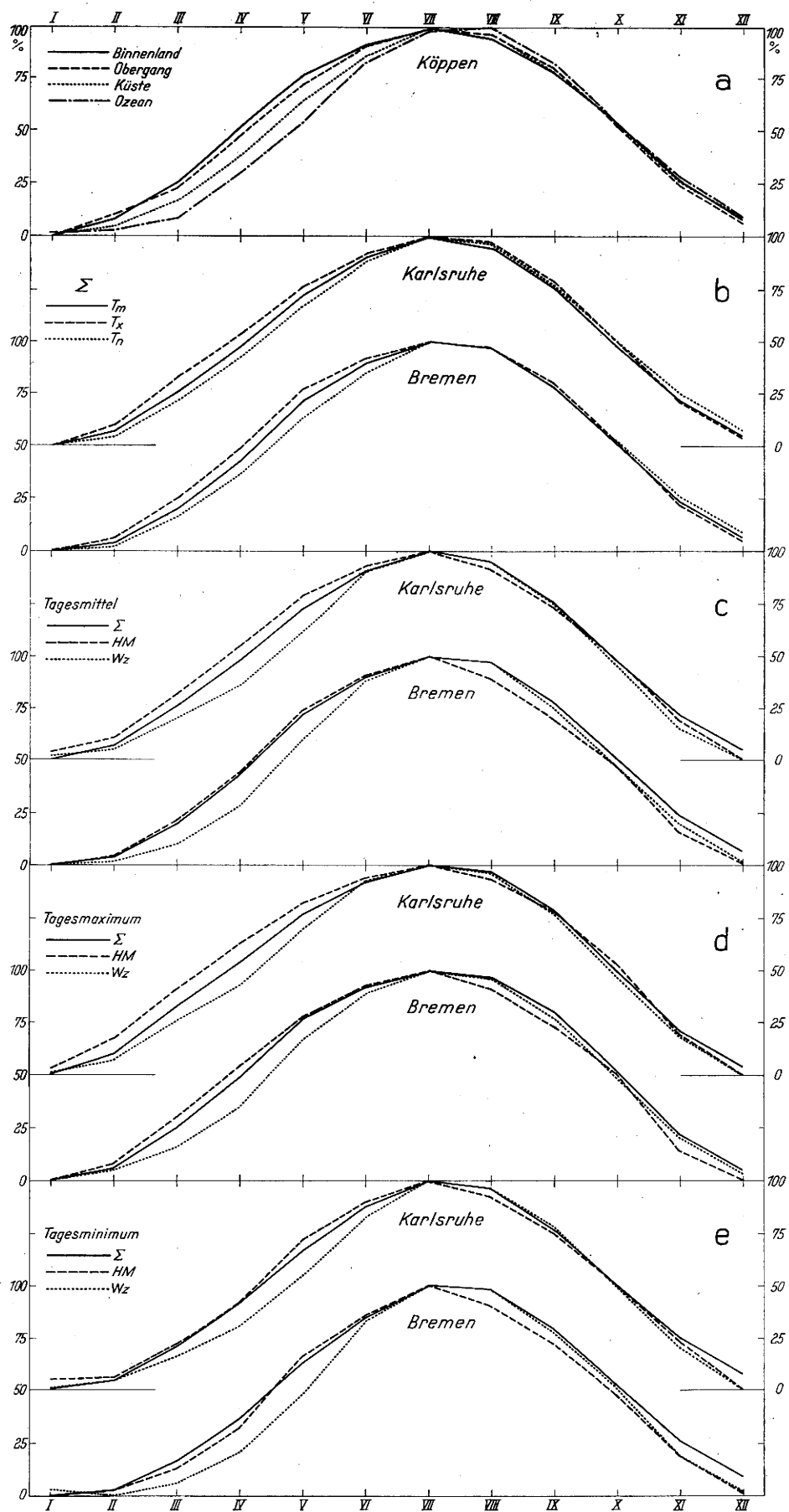
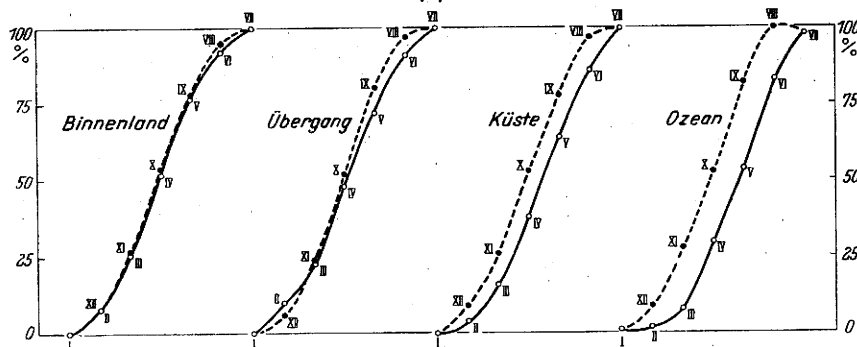
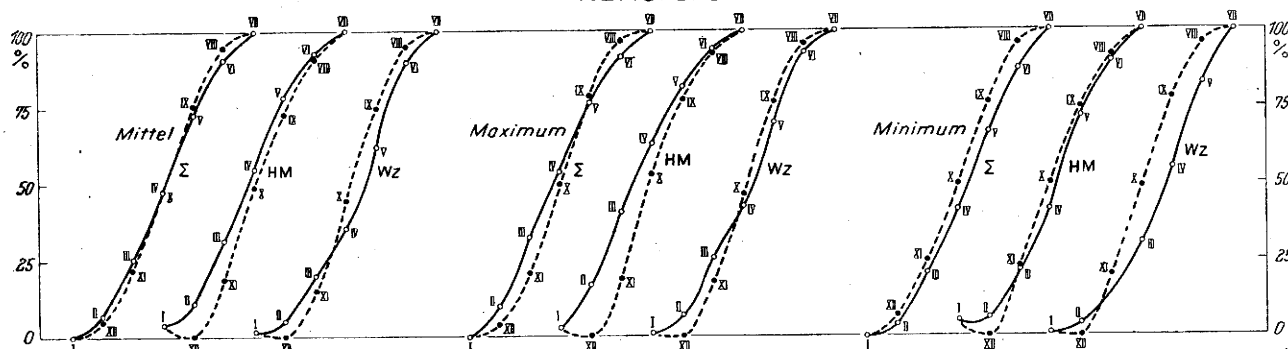


Abb. 5
Relativtemperaturen

Köppen



Karlsruhe



Bremen

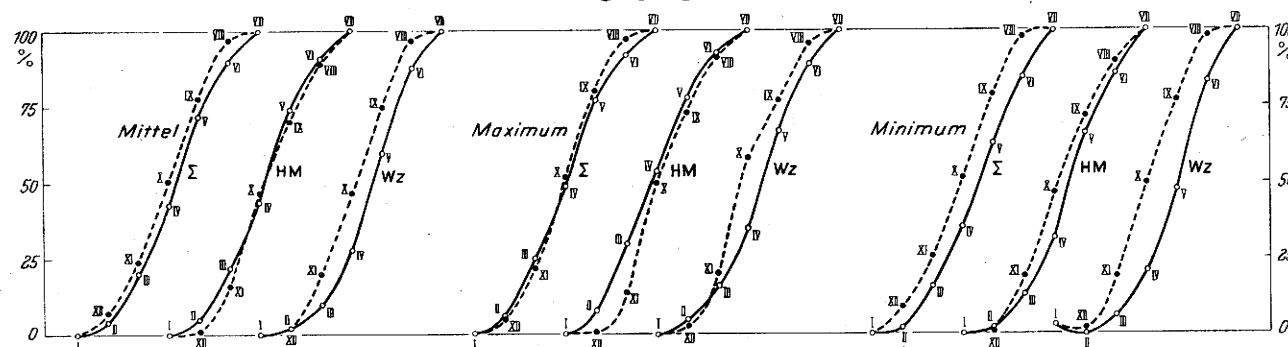


Abb. 6
Relativtemperaturen (Rückkehrkurven)

Wz: Die Januar-Durchschnittstemperatur ($8,0^{\circ}$) hat in Karlsruhe mit $4,4^{\circ}$ die größte Abweichung vom Σ -Wert. Die positive Anomalie nimmt rasch ab; von Mitte April bis Mitte September besteht eine geringfügige negative Anomalie, die auch beim Temperaturhöchstwert ($23,7^{\circ}$) nur $-0,8^{\circ}$ beträgt. Die tiefste Temperatur, die im Dezember erreicht wird, sich aber nur um $0,2^{\circ}$ von der des Januar unterscheidet, übertrifft den Normalwert wieder um $3,4^{\circ}$. — Ähnliche Verhältnisse herrschen in Bremen, das im Januar mit einer Durchschnittstemperatur von $6,6^{\circ}$ und einer positiven Abweichung von $3,6^{\circ}$ beginnt. Hier ist von Anfang April bis Ende September eine negative Abweichung von nicht wesentlich höherem Betrage als in Karlsruhe vorhanden. — Die Jahreschwankung, in Karlsruhe $15,9^{\circ}$, in Bremen $14,2^{\circ}$, ist um $5,0^{\circ}$ bzw. $4,6^{\circ}$ kleiner als beim Σ -Kollektiv, dessen Werte bei $20,9^{\circ}$ bzw. $18,8^{\circ}$ liegen.

HM: Seine mittlere Jahresschwankung beträgt $27,2^{\circ}$ in Karlsruhe und $23,1^{\circ}$ in Bremen, also $6,3^{\circ}$ bzw. $4,3^{\circ}$ mehr als beim Σ -Kollektiv. — Das niedrigste Monatsmittel ($1,3^{\circ}$) fällt in Karlsruhe wieder auf den Dezember, den Monat mit der größten negativen Anomalie ($-3,1^{\circ}$); schon kurz vor Mitte Februar steigt die

HM-Kurve über die Σ -Kurve, die im Mai und Juli um 4° zurückbleibt. Der rasche Abfall vom höchsten Monatsmittel ($28,5^{\circ}$) wird im September/Okttober (Altweibersommer!) etwas abgebremst; zur Wende Oktober/November wird wieder die Normaltemperatur erreicht. — In Bremen ist die HM-Durchschnittstemperatur von Mitte Januar bis in die erste Hälfte des November übernormal, im Juli ($26,2^{\circ}$) um $4,4^{\circ}$; auch hier erscheint die konvexe Wölbung der HM-Kurve im Herbst.

Die Wz ist (bei höheren Durchschnittstemperaturen in allen Monaten) in Karlsruhe durchgängig wärmer, das HM mit negativer Winter- und positiver Sommerabweichung in Karlsruhe extremer als in Bremen. Hieraus ergibt sich, daß die Unterschiedsbeträge zwischen den Wz- und HM-Durchschnittstemperaturen während des Winters (Dezember/Januar) in Karlsruhe größer, in Bremen kleiner sind als im Sommer.

Betrachten wir noch kurz die Relativtemperaturen des Tagesmaximums (Tab. 15 sowie Abb. 5 und 6), so tritt

Tab. 16a Tagesextreme von Karlsruhe

		Tagesminimum												Tagesmaximum											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Σ	n	1829	1666	1829	1770	1829	1770	1829	1829	1770	1829	1770	1829	1829	1666	1829	1770	1829	1770	1829	1829	1770	1829	1770	1829
	α	-1.7	-1.0	1.5	5.0	8.9	12.2	14.1	13.5	10.5	6.3	2.3	-0.5	3.6	5.7	10.4	14.8	19.7	22.8	24.5	23.8	20.1	14.1	8.0	4.4
	σ	5.7	5.3	3.9	3.5	3.6	3.0	2.7	2.7	3.4	3.9	3.9	4.9	5.0	4.7	4.7	4.8	4.9	4.3	4.3	4.1	4.4	4.3	4.1	4.7
	ρ	-0.86	-0.89	-0.23	-0.08	-0.29	-0.02	-0.47	-0.21	-0.30	-0.27	-0.03	-0.63	-0.32	-0.42	+0.03	+0.26	+0.01	+0.08	+0.04	+0.42	+0.40	+0.03	+0.11	-0.08
	q²	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	112	200	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	112	200
HM	n	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	112	200	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	112	200
	α	-3.0	-2.8	0.4	4.1	9.6	12.9	14.8	13.4	10.1	5.5	0.4	-3.8	2.2	5.9	12.5	18.4	23.7	26.7	28.5	26.7	22.5	15.8	6.4	1.3
	σ	5.0	4.3	3.4	3.6	4.2	3.3	2.8	2.9	3.6	3.9	4.1	4.8	4.2	4.0	5.0	4.6	4.6	3.7	3.5	3.6	3.8	4.6	4.2	3.9
	ρ	-0.49	-0.42	+0.25	+0.26	-0.46	-0.04	-0.27	0.01	-0.11	+0.07	+0.21	-0.21	-0.16	-0.18	-0.21	-0.06	-0.02	+0.04	-0.56	+0.11	+0.20	+0.09	+0.28	+0.26
	q²	0.79	0.66	0.75	1.04	1.36	1.18	1.03	1.18	1.13	1.00	1.09	0.98	0.72	0.70	1.10	0.93	0.87	0.73	0.66	0.76	0.73	1.11	1.04	0.68
Wz	n	238	230	209	220	171	214	335	401	248	290	244	300	238	230	209	220	171	214	335	401	248	290	244	300
	α	2.7	3.0	4.5	6.3	9.1	12.4	14.5	14.0	11.9	8.4	4.9	2.6	8.0	9.0	12.0	14.7	18.9	22.6	23.7	23.1	20.1	15.2	10.7	7.8
	σ	4.0	3.4	3.4	3.1	3.5	2.8	2.4	2.5	2.7	3.4	3.9	3.6	3.5	3.2	3.6	3.8	3.9	3.9	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.3
	ρ	-1.56	-0.53	-0.34	-0.25	-0.41	+0.03	+0.19	-0.30	-0.39	-0.09	-0.21	-0.69	-0.92	-0.29	+0.51	+0.57	+0.04	+0.26	+0.66	+0.69	+0.39	+0.14	-0.30	-0.22
	q²	0.49	0.40	0.76	0.82	0.95	0.84	0.77	0.88	0.65	0.76	0.98	0.53	0.44	0.46	0.60	0.65	0.62	0.80	0.69	0.73	0.68	0.69	0.77	0.51

Tab. 16b Tagesextreme von Bremen

	Tagesminimum												Tagesmaximum											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Σ	1860	1694	1860	1800	1860	1800	1860	1860	1800	1860	1800	1860	1860	1694	1860	1800	1860	1800	1860	1860	1800	1860	1800	1860
	n																							
	α	-1.4	-1.2	0.9	3.7	7.6	10.7	12.9	12.5	9.8	6.1	2.3	-0.2	3.0	4.1	7.8	12.3	17.6	20.3	21.8	21.3	18.2	12.7	7.3
	σ	5.4	5.1	3.6	3.3	3.6	3.0	2.6	2.5	3.1	3.8	3.9	4.6	4.8	4.6	4.3	4.4	4.9	4.5	4.1	3.7	3.6	3.8	4.3
	q	-0.82	-1.01	-0.36	+0.12	+0.07	+0.04	+0.27	+0.09	-0.19	-0.36	-0.31	-0.80	-0.57	-0.61	+0.17	+0.54	+0.31	+0.42	+0.40	+0.77	+0.80	-0.11	-0.44
HM	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	113	200	200	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	200
	n																							
	α	-1.4	-1.1	0.6	3.6	8.8	11.9	14.1	12.7	9.8	6.0	1.5	-1.3	3.1	5.0	10.0	15.5	21.2	24.7	26.2	24.2	20.1	14.7	6.3
	σ	5.3	4.3	3.7	3.0	4.0	3.5	3.1	2.7	3.3	3.9	4.4	4.5	4.2	3.6	4.8	4.2	5.2	4.2	4.2	3.5	3.7	3.7	4.0
	q	-0.79	-0.50	-0.26	+0.38	-0.24	-0.15	+0.04	+0.03	+0.09	-0.07	+0.08	-0.33	-0.53	-0.43	-0.17	-0.00	-0.34	-0.04	-0.30	+0.18	+0.52	+0.10	-0.17
Wz	0.96	0.71	1.04	0.85	1.27	1.36	1.42	1.24	1.17	1.01	1.27	0.96	0.80	0.62	1.20	0.89	1.14	1.05	0.88	0.85	1.09	0.94	1.16	0.84
	n																							
	α	2.6	2.3	2.9	4.5	7.3	11.0	12.8	12.6	10.4	7.6	4.3	2.6	6.6	7.3	9.0	11.6	16.1	19.2	20.8	20.2	17.5	13.4	9.5
	σ	3.4	3.0	3.2	2.9	3.4	2.5	2.1	2.2	2.5	2.9	3.0	3.1	3.0	2.7	3.4	3.2	3.8	3.5	3.0	2.9	2.8	2.8	3.0
	q	-1.05	-1.49	-0.53	-0.15	-0.08	-0.08	+0.10	-0.14	-0.20	-0.21	-0.13	-0.79	-0.73	-0.47	+0.34	+0.60	+0.66	+0.84	+0.72	+0.94	-0.27	-0.22	-0.44
Wz	0.40	0.36	0.80	0.77	0.91	0.67	0.67	0.79	0.66	0.56	0.60	0.45	0.39	0.33	0.61	0.52	0.59	0.62	0.55	0.58	0.60	0.55	0.64	0.50
	n																							
	α	2.6	2.3	2.9	4.5	7.3	11.0	12.8	12.6	10.4	7.6	4.3	2.6	6.6	7.3	9.0	11.6	16.1	19.2	20.8	20.2	17.5	13.4	9.5
	σ	3.4	3.0	3.2	2.9	3.4	2.5	2.1	2.2	2.5	2.9	3.0	3.1	3.0	2.7	3.4	3.2	3.8	3.5	3.0	2.9	2.8	2.8	3.0
	q	-1.05	-1.49	-0.53	-0.15	-0.08	-0.08	+0.10	-0.14	-0.20	-0.21	-0.13	-0.79	-0.73	-0.47	+0.34	+0.60	+0.66	+0.84	+0.72	+0.94	-0.27	-0.22	-0.44
Wz	0.40	0.36	0.80	0.77	0.91	0.67	0.67	0.79	0.66	0.56	0.60	0.45	0.39	0.33	0.61	0.52	0.59	0.62	0.55	0.58	0.60	0.55	0.64	0.50
	n																							
	α	2.6	2.3	2.9	4.5	7.3	11.0	12.8	12.6	10.4	7.6	4.3	2.6	6.6	7.3	9.0	11.6	16.1	19.2	20.8	20.2	17.5	13.4	9.5
	σ	3.4	3.0	3.2	2.9	3.4	2.5	2.1	2.2	2.5	2.9	3.0	3.1	3.0	2.7	3.4	3.2	3.8	3.5	3.0	2.9	2.8	2.8	3.0
	q	-1.05	-1.49	-0.53	-0.15	-0.08	-0.08	+0.10	-0.14	-0.20	-0.21	-0.13	-0.79	-0.73	-0.47	+0.34	+0.60	+0.66	+0.84	+0.72	+0.94	-0.27	-0.22	-0.44
Wz	0.40	0.36	0.80	0.77	0.91	0.67	0.67	0.79	0.66	0.56	0.60	0.45	0.39	0.33	0.61	0.52	0.59	0.62	0.55	0.58	0.60	0.55	0.64	0.50
	n																							
	α	2.6	2.3	2.9	4.5	7.3	11.0	12.8	12.6	10.4	7.6	4.3	2.6	6.6	7.3	9.0	11.6	16.1	19.2	20.8	20.2	17.5	13.4	9.5
	σ	3.4	3.0	3.2	2.9	3.4	2.5	2.1	2.2	2.5	2.9	3.0	3.1	3.0	2.7	3.4	3.2	3.8	3.5	3.0	2.9	2.8	2.8	3.0
	q	-1.05	-1.49	-0.53	-0.15	-0.08	-0.08	+0.10	-0.14	-0.20	-0.21	-0.13	-0.79	-0.73	-0.47	+0.34	+0.60	+0.66	+0.84	+0.72	+0.94	-0.27	-0.22	-0.44
Wz	0.40	0.36	0.80	0.77	0.91	0.67	0.67	0.79	0.66	0.56	0.60	0.45	0.39	0.33	0.61	0.52	0.59	0.62	0.55	0.58	0.60	0.55	0.64	0.50
	n																							
	α	2.6	2.3	2.9	4.5	7.3	11.0	12.8	12.6	10.4	7.6	4.3	2.6	6.6	7.3	9.0	11.6	16.1	19.2	20.8	20.2	17.5	13.4	9.5
	σ	3.4	3.0	3.2	2.9	3.4	2.5	2.1	2.2	2.5	2.9	3.0	3.1	3.0	2.7	3.4	3.2	3.8	3.5	3.0	2.9	2.8	2.8	3.0
	q	-1.05	-1.49	-0.53	-0.15	-0.08	-0.08	+0.10	-0.14	-0.20	-0.21	-0.13	-0.79	-0.73	-0.47	+0.34	+0.60	+0.66	+0.84	+0.72	+0.94	-0.27	-0.22	-0.44

in beiden Orten, besonders aber in Bremen, bei der Wz bis zum April der gegenüber Σ stark verzögerte Temperaturanstieg augenfällig in Erscheinung; die Monatssummen und -differenzen der Tab. 15 lassen beim Vergleich der Zeilen „Tagesmittel“ und „Tagesmaximum“ die Richtung zum „Kontinentaleren“ schwach erkennen; doch sind die Herbsttemperaturen (bis auf den November von Karlsruhe) noch höher als die Frühjahrstemperaturen. — Die Relativtemperaturen des HM steigen im Vergleich mit Σ bis zum März bzw. April schneller an. Die schon beim Tagesmittel festgestellte starke Temperaturabnahme vom Juli zum August besteht auch hier; die HM-Kurve liegt in dieser Zeit deshalb wieder verhältnismäßig weit unterhalb der Kurven für Σ und Wz. In Bremen ist auch der rasche Temperaturabfall vom Oktober zum November beachtenswert. Der Herbst ist wesentlich kälter als das Frühjahr; die Monatssummen sind (bis auf III + XI in Bremen) übernormal, so daß man, wenn man die Köppensche Klassifizierung auch hier anwendet, den Jahresgang des Tagesmaximums beim HM als ausgesprochen binneländisch bezeichnen kann.

- d) **Tagesminimum** (Tab. 15, 16a und 16b; Abb. 4 — 6): Die Jahresschwankung ist beim Tagesminimum kleiner als beim Tagesmittel, bei der Wz nur um etwa $1\frac{1}{2}^{\circ}$, beim HM aber um mehr als $4\frac{1}{2}^{\circ}$; beim Σ -Kollektiv beträgt der Unterschied zwischen Tagesminimum und Tagesmittel in Karlsruhe $-2,4^{\circ}$, in Bremen $-2,2^{\circ}$, d. s. ungefähr dieselben Beträge, um welche die Jahresschwankung des Tagesmaximums die des Tagesmittels übersteigt.

Wz: Betrachten wir nur die Werte des Tagesminimums, so sind in Karlsruhe die Monatsdurchschnitte der Wz stets höher als diejenigen von Σ , im Sommer nur geringfügig, vom Dezember bis zum März um $3 - 4\frac{1}{2}^{\circ}$. In Bremen, wo die Anomalien um rund $\frac{1}{2} - 1^{\circ}$ geringer sind, pendelt die Wz-Kurve vom Mai bis zum August eng um die Normalkurve. Bremen hat den niedrigsten Monatsdurchschnitt im Februar, Karlsruhe im Dezember. Die Jahresschwankung beträgt in Karlsruhe $11,9^{\circ}$ gegen $15,8^{\circ}$, in Bremen $10,5^{\circ}$ gegen $14,3^{\circ}$ normal.

HM: Auch beim HM fallen in Karlsruhe die größeren Abweichungsbeträge vom Σ -Kollektiv auf den Winter (im Dezember $-3,3^{\circ}$); von Anfang Mai bis Mitte August besitzt HM eine geringe positive Anomalie. In Bremen entspricht die HM-Kurve vom Januar bis zum April und vom August bis zum Oktober etwa der Σ -Kurve; vom Mai bis zum Juli hat sie eine Anomalie von $+1,2^{\circ}$, im Dezember eine von $-1,1^{\circ}$. Die Jahresschwankung beträgt in Karlsruhe $18,6^{\circ}$, in Bremen $15,5^{\circ}$; sie ist im Vergleich mit dem Σ -Kollektiv also um $2,8$ bzw. $1,2^{\circ}$ übernormal. Der zwischen beiden Orten bestehende Unterschied im Betrag der Jahresschwankung ($3,1^{\circ}$) ist um 1° geringer als der für HM beim Tagesmaximum ermittelte, aber nahezu gleich dem beim Tagesmittel festgestellten.

Recht deutlich ersieht man aus den Relativtemperaturen, daß das Tagesminimum einen Jahresgang mit „maritimen“ Kennzeichen hat; zum Vergleich dienen Tab. 15 und Abb. 5 und 6. Selbst beim HM sind die Monatssummen (im Köppenschen Sinne) stets unternormal, die Relativtemperaturen des Herbstes höher als die des Frühljahrs, und Abb. 5e zeigt im Frühjahr — außer dem langsamen Temperaturanstieg der Wz — in Bremen bis zum April auch beim HM eine im Vergleich mit Σ unternormale Temperaturzunahme. An beiden Orten, besonders deutlich aber in Bremen, ist schließlich wieder das schon beim Tagesmittel und beim Tagesmaximum

festgestellte Ausschlagen der HM-Kurve zu erkennen, das auf der raschen Temperaturabnahme vom Juli zum August beruht.

- e) **Tagesschwankung** (Tab. 17 und Abb. 4): Manche für die Tagesschwankung geltenden Gesichtspunkte ergeben sich schon aus den vorstehenden Ausführungen. Die Tagesschwankung der Temperatur hat entsprechend der Sonnenhöhe im Winter kleine, im Sommer große Werte und wird außerdem noch durch den Bewölkungsgrad beeinflusst. Die wolkenreichere Wz wird daher im allgemeinen kleinere Tagesschwankungen als das HM, Bremen bei der Wz wie beim HM kleinere als Karlsruhe haben.

In den Monaten der kleinsten Tagesschwankung, November bis Januar, haben Σ , Wz und HM fast übereinstimmende Werte; nur in dieser Zeit auch gibt es geringfügige Abweichungen von der Regel, daß die Werte für HM größer sind als die für Σ und diese wiederum größer als die für Wz (winterliche Nebel- und Hochnebellagen bei HM). Vom Januar/Februar ab steigen die Kurven rasch bis zum Scheitelpunkte an, der vom Σ -Kollektiv im Mai, von der Wz im Mai bzw. Juni, vom HM im April bzw. Juni erreicht wird. Während des Sommers ist die darauffolgende Abnahme der Tagesschwankung zunächst sehr gering; die größte Monatsänderung haben Σ und HM vom Oktober zum November, bei der Wz ist die Abnahme vom September zum Oktober am größten. — Von Frühjahr bis Herbst verläuft die Wz-Kurve etwa $1 - 1\frac{1}{2}^{\circ}$ unterhalb der Σ -Kurve und diese wieder ungefähr $2 - 3^{\circ}$ (Bremen) oder $2\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}^{\circ}$ (Karlsruhe) unterhalb der HM-Kurve. Zwischen den HM- und Wz-Werten besteht die größte Abweichung im April: $4,7^{\circ}$ in Bremen, $5,9^{\circ}$ in Karlsruhe. — In allen Monaten liegen die Werte der Tagesschwankung in Bremen tiefer als in Karlsruhe, im Winter bei allen drei Kollektiven um rd. $\frac{1}{2} - 1^{\circ}$, in der übrigen Zeit bei Σ und Wz um rd. $1 - 2^{\circ}$, bei HM um rd. $1\frac{1}{2} - 3^{\circ}$; am meisten unterscheiden sich die Werte der beiden Stationen bei Σ und HM im März ($2,0$ bzw. $2,9^{\circ}$), bei Wz im Juni ($1,8^{\circ}$). — Die enge Winter-Bündelung der drei Tagesschwankungs-Kurven und der ganze Jahresgang der Tagesschwankung, die maritime Eigenart der Wz und die kontinentale des HM, treten in den beiden unteren Darstellungen der Abb. 4 deutlich in Erscheinung.

V. Über die Streuungen

Die allgemeinen Ausführungen im Abschnitt II und die Bemerkungen unter III. 5. a) über die Streuung und die von ihr abgeleiteten Größen bedürfen noch einer Ergänzung, namentlich im Hinblick auf die Einzelwerte.

1. Vorbemerkungen

- a) In den Tabellen wird zu jedem a die Streuung σ mitgeteilt, um Aufschluß über den Erkenntnisinhalt der errechneten Durchschnittstemperaturen zu geben, deren wahrer Wert mit großer Wahrscheinlichkeit (s. S. 7) in dem durch $\pm 3\sigma_a$ begrenzten Bereiche liegt, während andererseits das Vorliegen eines übereinstimmenden Ursachen- und Bedingungskomplexes bei zwei Durchschnittswerten dann angezweifelt werden muß, wenn ihre Differenz den Betrag $3\sigma_d$ (bzw. $t\sigma_d$) übersteigt.
- b) Das Gesamtkollektiv Σ enthält die Einzeltemperaturen sämtlicher GWL. Die Werte einer einzelnen GWL bzw. GWL-Kombination, die wir ihm entnehmen, bilden ein neues Kollektiv mit neuem Verteilungsgesetz, dem im allgemeinen außer einem anderen Mittelwerte auch eine andere Streuung zu-

2. Jahreszeiten

Die σ - und q^2 -Werte der Tab. 6 a und 6 b sind zur Erleichterung des Überblicks in nebenstehender Liste nach der Größe geordnet nochmals zusammengestellt worden.

- a) Infolge der größeren Maritimität hat Bremen — mit Karlsruhe verglichen — in beiden Jahreszeiten beim Σ -Kollektiv das kleinere σ (d. h. σ_{Σ}) und damit bei gleichem σ_{GWL} ein größeres q^2 .

Gehen wir die Reihe der GWL und GT ab, so erkennen wir, daß auch bei ihnen das kleinere σ zumeist auf Bremen fällt, und zwar:

im Winter bei den GWL der Nord-, West-, Südwest- und Ostlagen sowie bei NWa, TrW und TM,

im Sommer bei den GWL der Nordlagen (mit Ausnahme von HNa), der Nordwest- und Westlagen sowie bei TB, NE, BM, TM und Ww.

Dies ist i. a. die Folge der frischeren Advektion, des reineren, weniger gealterten Charakters der Luftmassen und des Bewölkungsgrades.

- b) σ_{Σ} ist im Sommer wesentlich kleiner als im Winter (14), (15), (4), in Karlsruhe um 1,5°, in Bremen um 1,4°. Ähnliches gilt für die GWL und GT. Bei einigen von ihnen (TrM, NWz, TB, TM) reichen die Sommerwerte allerdings an die Winterwerte heran; am größten ist der Winter-Sommer-Unterschied bei HFa (1,9° in Karlsruhe, 1,4° in Bremen), bei Ws (1,6 bzw. 1,7°) und bei Nz (1,5 bzw. 1,4°).

Im Sommer ist die Ursachen- und Bedingungs-gesamtheit einheitlicher, die Auswirkung des gesamten Witterungscharakters auf die Tagesmitteltemperatur weniger divergierend als im Winter.

- c) Die kleineren σ -Werte kommen, wie die Zusammenstellung zeigt, in erster Linie den zyklonalen und den mit maritimer Luftzufuhr verbundenen GWL zu, während verständlicherweise die großen σ -Werte auf antizyklonale und auf kontinental gerichtete GWL fallen.
- d) Das kleinste Winter- σ , nämlich 2,7°, hat in Karlsruhe die NWz, in Bremen der TrM, das größte mit 4,7° in Karlsruhe das HFa und in Bremen (wenn wir von den über den Rahmen eines GT hinausgehenden Kombinationen absehen) die SEa. Im Sommer wird das kleinste σ (und damit die geringste Streuung überhaupt) in Bremen mit 2,0° bei der Nz festgestellt; in Karlsruhe beträgt es 2,4°, und zwar bei der Ws. Das größte Sommer- σ hat in Bremen (abgesehen vom Gt HM+BM) mit 3,4° das HM, in Karlsruhe mit 3,2° die BM.
- e) Da innerhalb einer Jahreszeit bei jedem der beiden Orte der Vergleich mit demselben σ_{Σ} erfolgt, kommt den unter d) erwähnten GWL auch jeweils der kleinste bzw. größte q^2 -Wert der Jahreszeitenreihe zu.
- Im allgemeinen ist — für dieselbe GWL oder GWL-Kombination — der Quotient q^2 im Winter kleiner als im Sommer. Diese Regel versagt jedoch nach den bisher vorliegenden Werten in folgenden Fällen:
- Im Sommer und Winter gleich ist q^2 in Bremen bei HB und Ws+Wz, und im Winter größer als im Sommer ist es (wenn wir hier nur die einzelnen GWL, nicht die GWL-Kombinationen ins Auge fassen) an beiden Stationen bei den GWL Nz, Ws, HFa, in Bremen zusätzlich bei NE und Ww.
- f) Die Gesamtstreuung σ einer aus mehreren GWL zusammengesetzten GWL-Kombination wird um so

kleiner sein, je ähnlicher die GWL miteinander sind. Die Häufigkeitskurve einer GWL-Kombination wird jedoch um so flacher, ihre Streuung σ um so größer, je weiter die GWL-Teilkollektive (nach dem Betrag und der relativen Häufigkeit ihrer Einzeltemperaturen) voneinander abweichen. So liefert uns ein Vergleich der σ -Werte der einzelnen GWL mit demjenigen der GWL-Kombination einen Hinweis auf die Temperaturverwandtschaft der beteiligten GWL; man vergleiche in diesem Zusammenhang etwa die GT der Nord-, West- und Südlagen mit den GWL-Kombinationen SEz+Sz+SWz und SEa+Sa+SWa.

3. Monatswerte

Die Jahreszeitenwerte gestatteten nur einen Hinweis auf die Winter-Sommer-Abnahme der quadratischen Streuung; die Monatswerte ermöglichen einen tieferen Einblick in den σ -Jahresgang. Zur Verfügung stehen die Zahlenangaben der Tab. 9, 11, 14, 16 a, 16 b und 17.; die σ -Jahresgänge für Σ , Wz und HM sind außerdem in Abb. 7 dargestellt.

- a) Σ : Betrachten wir in Abb. 7 a—c zunächst den Jahresgang der Streuung beim Gesamtkollektiv Σ für das Tagesmittel und die Extremtemperaturen! Alle drei Kurven haben gemeinsam

(1) die schon oben besprochene Streuungsabnahme vom Winter zum Sommer,

(2) einen nur mäßigen Streuungsabfall vom Januar zum Februar,

(3) eine nochmalige Streuungszunahme zum Mai, die beim Tagesminimum nur schwach ausgeprägt ist, beim Tagesmaximum aber bis zur Höhe des Januarwertes führt.

Von der σ -Kurve der Tagesmitteltemperatur unterscheidet sich

(4) die des Tagesmaximums

(a) durch einen viel schwächeren Jahresgang mit etwa gleich hohem Wintermaximum, aber wesentlich höheren σ -Beträgen in den übrigen Monaten, (b) durch eine nochmalige geringe Streuungsabnahme im November nach leichtem Anstieg im September/Okttober,

(5) die des Tagesminimums

(a) durch einen besonders gut ausgeprägten Jahresgang mit höherem Wintermaximum und tieferen σ -Werten in den Monaten April bis August,

(b) durch einen auffällig starken Streuungsabfall vom Februar zum März.

Zwischen Karlsruhe und Bremen bestehen hinsichtlich der σ -Monatswerte beim Tagesmittel und beim Tagesminimum nur unbedeutende Unterschiede (Karlsruher Werte zumeist geringfügig höher); beim Tagesmaximum hat Karlsruhe im März/April und zwischen August und Dezember ein um 0,4—0,8° größeres σ .

Der σ -Jahresgang der Tagesschwankung (Abb. 7 d) geht etwa mit dem Betrag der Tagesschwankung parallel (vergl. Abb. 4); die σ -Beträge sind klein zur Zeit der kleinen Tagesschwankungen des Winters, groß vom Frühjahr bis zum Herbst, wenn die Schwankung selbst hohe Werte annimmt. Das Minimum von σ fällt auf den Dezember, das Maximum auf Frühjahr/Frühsummer. — Selbstverständlich ist die Streuung der Tagesschwankungen kleiner als die der Tagesmaxima; sie ist vom November bis zum Februar auch kleiner als die der Tagesminima und der Tagesmittel, während sie vom Frühjahr bis zum Herbst deren Streuung übersteigt (beim Tages-

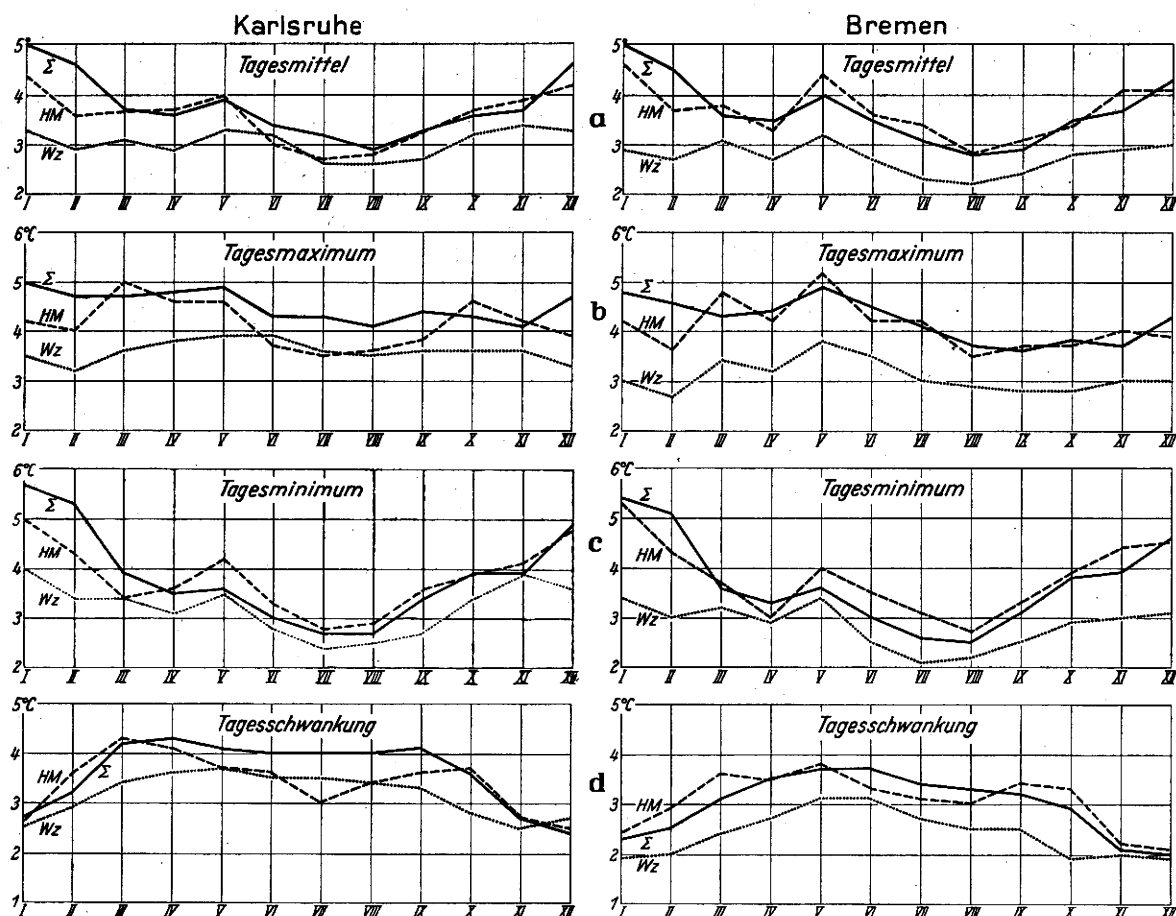


Abb. 7
σ-Monatswerte

mittel in Bremen vom Juni bis zum September). — Karlsruhe hat, mit Bremen verglichen, in jedem Monat den größeren σ -Wert; am größten sind die σ -Abweichungen zwischen beiden Orten im März und September (1,1 bzw. 0,9°).

- b) **Wz:** Auch hier sollen zunächst nur die Darstellungen 7a—c diskutiert werden.

Auffälliges Merkmal der σ -Jahresgänge der Wz sind die hohen Maiwerte, die — bis auf das Tagesminimum von Karlsruhe — an die Winterbeträge der Streuung heranreichen oder sie übertreffen. Der winterliche σ -Anstieg ist beim Tagesminimum und Tagesmittel gut ausgeprägt, beim Tagesmaximum von Bremen noch erkennbar, bei Tagesmaximum von Karlsruhe nicht vorhanden. Der tiefste Jahreswert von σ fällt beim Tagesmaximum auf den Februar, beim Tagesmittel und Tagesminimum auf den Sommer.

Bremen hat kleinere Streuungswerte als Karlsruhe.

Die Wz hat infolge ihres maritimen Charakters im allgemeinen wesentlich kleinere σ -Werte als das Gesamtkollektiv; der durch die Auswahl der Wz-Lagen eingetretene Streuungsgewinn (worunter die Verkleinerung der Streuung verstanden wird) ist

im Jahreslaufe besonders groß im Winter und bis auf das Tagesminimum relativ gleichmäßig vom Frühjahr bis zum Herbst,

in Bremen — bis auf den März, beim Tagesminimum auch den September — größer als in Karlsruhe.

Der günstige (kleinste) q^2 -Wert fällt entweder auf den Januar, zumeist aber auf den Februar; zum

März erfolgt eine rasche Zunahme, da — im Gegensatz zum Σ -Kollektiv — bei der Wz die Streuung bereits wieder ansteigt. Umgekehrt sinkt der q^2 -Betrag kräftig vom November zum Dezember, weil die Wz die rasche Streuungszunahme im Σ -Kollektiv nicht oder nur in wesentlich geringerem Maße mitmacht.

Die σ -Werte der Tagesschwankung (Abb. 7d) nehmen vom Minimum im Januar gleichmäßig bis zum Maximum im Mai/Juni zu, sinken dann zunächst allmählich, vom September ab rascher zu einem zweiten Minimum, das in Karlsruhe auf den November, in Bremen auf den Oktober fällt. — Wie beim Σ -Kollektiv ist auch bei der Wz das σ der Tagesschwankung kleiner als das des Tagesmaximums; vom Oktober bis zum Februar (in Bremen bis zum Mai) ist es auch kleiner als beim Tagesmittel und beim Tagesminimum. — Zum Vergleich der σ -Werte der Tagesschwankung bei der Wz mit denjenigen beim Gesamtkollektiv Σ benutzen wir außer der Abb. 7d wieder die q^2 -Angaben (Tab 17). In Bremen sind sämtliche q^2 -Werte kleiner, ist der Streuungsgewinn also größer als in Karlsruhe. Am größten ist dieser an beiden Orten in den Monaten März/April und September/Okttober. Im November und Dezember ist er sehr gering, und in Karlsruhe ist im Dezember die Streuung bei der Wz sogar größer als beim Gesamtkollektiv (also $q^2 > 1$).

- c) **HM:** Alle drei Temperaturangaben der Abb. 7a bis c (Tagesmittel, Tagesmaximum, Tagesminimum) lassen wieder den Streuungsanstieg zum Mai erkennen, das Tagesmaximum außerdem eine recht große Zunahme im März, so daß das März- σ in Karlsruhe zum höchsten des Jahres wird und in

Bremen an den höchsten Wert, der auf den Mai fällt, nahe heranreicht. Beim Tagesmittel und Tagesminimum hat den höchsten σ -Wert der Januar. Die geringste Streuung findet sich im Sommer, in Karlsruhe im Juli, in Bremen im August.

Wie oben erwähnt, hat bei der Wz von beiden Stationen stets Bremen die kleinere Streuung. Die Temperaturverhältnisse des HM unterliegen in Bremen der Einwirkung einer wesentlich größeren Anzahl von Faktoren, die sich bald in der einen, bald in der anderen Richtung geltend machen, so daß die einzelnen Temperaturwerte in mehreren Monaten weiter um den Mittelwert streuen als in Karlsruhe.

In den Wintermonaten, besonders im Januar und Februar, liegen die σ -Werte des HM unter denjenigen des Gesamtkollektivs. Vom Frühjahr bis zum Herbst hat (im Vergleich mit den Werten des Σ -Kollektivs) das Tagesminimum die ungünstigsten Streuungsverhältnisse. Beim Tagesmaximum pendelt in dieser Zeit die Bremer σ -Kurve um diejenige des Gesamtkollektivs, während in Karlsruhe, wo einfachere Voraussetzungen bestehen und der antizyklonale Charakter des HM deutlicher in Erscheinung tritt, ein gut erkennbarer Streuungsgewinn erzielt wird. Beim Tagesmittel herrschen, mit den Extremtemperaturen verglichen, in dieser Hinsicht mittlere Verhältnisse vor. Genauere Hinweise liefern die q^2 -Angaben der Tabellen 14, 16 a und 16 b. Ihnen kann auch entnommen werden, daß zumeist im Februar (beim Tagesmaximum von Karlsruhe nach dem Dezember) der Streuungsgewinn am größten ist.

Die Tagesschwankungen des HM (Abb. 7 d, Tab. 17) streuen am weitesten im Frühjahr und Herbst; die Hauptspitze fällt in Karlsruhe auf den März, in Bremen auf den Mai, die herbstliche Nebenspitze auf den Oktober bzw. September. Die geringste Streuung haben erklärlicherweise die Monate November bis Januar; ein sekundäres Streuungsminimum finden wir in den Sommermonaten, in Karlsruhe mit einer bemerkenswert großen Streuungsabnahme im Juli. In diesem Monat und im Mai sinken die σ -Werte von Karlsruhe unter diejenigen von Bremen, während sie sonst darüber liegen, am meisten vom Februar bis zum April. Trotzdem hat Bremen — infolge der relativ kleinen Streuung im Gesamtkollektiv — in allen Monaten das größere q^2 . Unterhalb der σ -Kurve des Gesamtkollektivs verläuft die Kurve des HM in Bremen nur vom Juni bis zum August, in Karlsruhe (abgesehen vom Januar) vom April bis zum September.

Von den übrigen Kollektiven (TrM+Nz+HNz, SEa+Sa+SWa, HFa+HNFa+SEa) liegen nur für das Tagesmittel Monatswerte der mittleren quadratischen Streuung vor.

- d) **TrM+Nz+HNz** (Tab. 9): Die σ -Werte stimmen in Karlsruhe vom März bis zum Oktober,

in Bremen in den Monaten Februar, März, Mai bis Dezember fast mit denjenigen der Wz überein. Bemerkenswert höher liegen die Streuungen des GT im Januar, außerdem in Bremen im April und in Karlsruhe im Februar; die Monate November und Dezember haben in Karlsruhe eine noch wesentlich geringere Streuung als die Wz. Dabei fällt — bis auf den April — der größere σ -Betrag stets auf Karlsruhe. Das Maximum der σ -Kurve befindet sich im Januar, das Minimum in den Monaten Juli bis September. Es ergibt sich (aus der Ähnlichkeit mit dem Wz- σ) also in jedem Monat ein Streuungsgewinn gegenüber dem Gesamtkollektiv; dieser ist, wie die q^2 -Werte ergeben, am größten in den Monaten Dezember und Februar und in Bremen (bis auf April und Dezember) größer als in Karlsruhe. Die relativ kleinen σ -Werte von TrM+Nz+HNz erweisen die innere Verwandtschaft der einzelnen GWL und ihre Zusammengehörigkeit zu einem einheitlichen GT.

- e) **SEa+Sa+SWa und HFa+HNFa+SEa** (Tab. 11): Bei diesen beiden GWL-Kombinationen kann die Streuung σ nur vom Herbst bis zum Frühjahr verfolgt werden. Die in anderen Fällen beobachtete Streuungszunahme im Mai ist nicht (bzw. bei HFa+HNFa+SEa nur in Karlsruhe) erkennbar (überdeckt?), gut aber das winterliche Maximum. HFa+HNFa+SEa hat das Maximum im Januar oder Februar, SEa+Sa+SWa im Februar und Dezember mit einer dazwischen liegenden Streuungsverminderung im Januar. In Bremen überschreitet die Streuung von SEa+Sa+SWa in fast allen Monaten die des Σ -Kollektivs, im Dezember und im Februar so stark, daß die Wesensverschiedenheit*) der hier zusammengefaßten GWL offenbar wird; in Karlsruhe sind die drei kombinierten GWL temperaturähnlicher, zumindest in den Monaten Oktober, Januar und März bis Mai. — Auf die größere Berechtigung zur Bildung der GWL-Kombination HFa+HNFa+SEa wurde bereits oben hingewiesen (s. IV.3); in Karlsruhe ist die Streuung σ vom Oktober bis zum Mai, in Bremen (wenn wir von den kleinsten Abweichungen absehen) wenigstens in den Monaten November bis Januar und im Mai kleiner als beim Gesamtkollektiv.

4. Zur Verteilungsschiefe

Die Verteilungsschiefe q ergänzt die σ -Angaben. Sie ist in den Tab. 14, 16a, 16b und 17 mit den Monatswerten des Tagesmittels, der Tagesextreme und der Tagesschwankung für das Σ -Kollektiv sowie die GWL Wz und HM enthalten. Die Ausführungen dieses Abschnittes beziehen sich auf die Werte dieser Tabellen**). Zur Erleichterung des Überblicks sind nachfolgend für das Tagesmittel und die Tagesextreme die Monate $|q| > 0.35$ zusammengestellt und in Klammern die Monate $|q| > 1.00$ hinzugefügt:

	Σ	Wz	HM
Tagesmittel			
Karlsruhe	I, II, VII	I, II, VII, VIII (I)	I, II, V, VII
Bremen	I, II, IV, VI—IX, XII	I—III, V—VIII, XII	I, II, IX
Tagesmaximum			
Karlsruhe	II, VIII, IX	I, III, IV, VII—IX	VII
Bremen	I, II, IV, VI—IX, XII	I, II, IV—VIII, XI, XII	I, II, IX
Tagesminimum			
Karlsruhe	I, II, VII, XII	I, II, V, IX, XII (I)	I, II, V
Bremen	I—III, X, XII (II)	I—III, XII (I, II)	I, II, IV

*) Hier nur an den bodennahen Temperaturen nachgewiesen.

**) Der mittlere Fehler von q , der bei der Abschätzung der Ver-

trauensgrenzen beachtet werden muß, beträgt in einem Kollektiv mit dem Umfang n angenähert $\sqrt{\frac{\sigma}{n}}$

Die Wintermonate Dezember bis Februar sind am häufigsten vertreten, die Wz mit mehr Monaten als das HM und beim Σ -Kollektiv (bis auf das Tagesminimum auch bei der Wz) Bremen mehr als Karlsruhe.

Hinsichtlich des Vorzeichens von ϱ wird auf Abschn. II unter 5. c verwiesen. Die Verteilungsschiefe wird durch Einzelwerte hervorgerufen, die relativ selten sind und weit vom Mittelwert α entfernt liegen, bei positivem ϱ auf der Seite der höheren, bei negativem auf der der tieferen Werte, wobei in der Normalverteilung der Mittelwert etwas nach derjenigen Seite gezogen wird, auf welcher sich die extremen Einzelwerte befinden. In Deutschland wird, worauf schon Sprung (14), Köppen (15) u. a. hingewiesen haben, der Mittelwert α im wesentlichen durch die Temperaturen der häufigen stark bewölkten Tage, die Schiefe ϱ durch die Temperaturen der viel selteneren wolkenlosen oder heiteren Tage bestimmt*).

Da im Winter die Ausstrahlung, im Sommer die Einstrahlung den Ausschlag gibt, haben die Häufigkeitsverteilungen der Tagesmittel von Σ und Wz (Tab. 14) in der kalten Jahreszeit negative, in der warmen positive Schiefen; die Absolutbeträge von ϱ sind im Winter zumeist größer als im Sommer. Beim HM treten viel häufiger fast symmetrische Verteilungen auf; doch haben Januar und Februar gut erkennbare negative Schiefen, außerdem sind auffallend in Bremen die verhältnismäßig große positive Schiefe im September und in Karlsruhe die großen negativen Schiefen der Monate Mai und Juli. Die Zusammenhänge (Altweibersommer, Maikälte, Entwicklung einzelner HM-Lagen aus dem polaren System?) sind noch näher zu untersuchen.

Das Tagesmaximum (Tab. 16a und 16b) bringt beim Σ -Kollektiv keine grundsätzlich neuen Gesichtspunkte. Bei der Wz bedürfen die verhältnismäßig hohen positiven Schiefen mehrerer Monate (in Karlsruhe März/April und Juli/August, in Bremen April bis August) noch einer Erklärung (Strahlungseinfluß bei zeitweise geringerer Bewölkung usw.), wegen des Januarbetrages siehe Fußnote. Das HM hat in Bremen noch im Juli ein negatives ϱ und im September wieder einen hohen positiven Wert; in Karlsruhe ist an der bemerkenswert großen negativen Schiefe des Juli der in der Fußnote erwähnte Einzelfall (1900) wesentlich beteiligt.

Beim Tagesminimum (Tab. 16a und 16b) treten im Σ -Kollektiv in Karlsruhe das ganze Jahr über (z. T. allerdings innerhalb der Fehlergrenzen liegende) negative, in Bremen auch geringe positive Schiefen auf. Die Wz hat im Januar bzw. Januar/Februar ein großes negatives ϱ (s. auch Fußnote) und neigt im Hochsommer zu positiven Schiefen. Beim HM ist die Schiefe im Winter, aber auch in einigen anderen Monaten, z. B. im Mai, negativ.

*) Weit streuende Einzelwerte wirken sich in der Schiefe ϱ sehr stark aus; einige solche Fälle, die am ϱ -Betrag wesentlich beteiligt sind, seien deshalb mitgeteilt:

Karlsruhe	Bremen
Tagesmitteltemperatur:	
Wz: —10.0° am 7. 1. 1922	
—10.2° am 1. 1. 1932	
Tagesmaximum:	
Wz: —7.4° am 1. 1. 1932	Wz: —6.° am 17. 1. 1929
HM: 14.8° am 10. 7. 1900	
Tagesminimum:	
Wz: —13.4° am 7. 1. 1922	Wz: —11.8° am 17. 1. 1929
—12.8° am 8. 1. 1922	—13.1° am 18. 1. 1929
—13.3° am 17. 1. 1929	—16.1° am 18. 2. 1940
—14.2° am 1. 1. 1932	—10.4° am 10. 3. 1947
—15.6° am 31. 12. 1906	—7.1° am 12. 3. 1947
	—7.5° am 13. 3. 1947
Tagesschwankung:	
	Wz: 16.4° am 18. 2. 1940

Ein Sonderfall ist der 20. 2. 1940 (erster Tag einer SWa) wegen eines besonders großen Temperaturunterschiedes zwischen Bremen und Karlsruhe. Während das Tagesminimum in Karlsruhe —2.9° betrug, sank es in Bremen infolge ungehinderter nächtlicher Ausstrahlung auf —22.1°. Solche Beträge und Unterschiede kommen natürlich auch in den ϱ -Werten zur Geltung.

Für die Verteilungsschiefen der (bei 0° einseitig begrenzten) Tagesschwankung (Tab. 17) sind die Darstellungen der Abb. 2 charakteristisch. Das Σ -Kollektiv und die Wz haben während des ganzen Jahres ein positives ϱ mit besonders großen Beträgen im Winter, wo hohe α -Werte nur vereinzelt auftreten (zum Februar siehe Fußnote); die fast ganzjährig großen Schiefen der Wz sind ein Hinweis auf das zyklonale Wetter, den vorherrschend bedeckten Himmel und die nur seltenen Tage mit leichter Bewölkung, d. h. größerer Tagesschwankung. Beim HM sind die Häufigkeitsverteilungen in mehreren Monaten fast symmetrisch und die positiven Schiefen des Winters durchschnittlich kleiner; in der wärmeren Jahreszeit aber herrschen geringe bis mäßige negative Schiefen vor, die auf die größere Häufigkeit wolkenloser oder heiterer Tage gegenüber den Tagen mit stärkerer Bewölkung zurückgeführt werden können.

5. Überblick und Zusammenfassung

- Die unterschiedlichen Abweichungen der Temperatureinzelwerte (des Tagesmittels, der Tagesextreme und der Tagesschwankung) vom arithmetischen Mittel α werden in der mittleren quadratischen Streuung σ zusammengefaßt, die Beträge von σ mit Hilfe der Verhältniszahl q^2 verglichen; σ und q^2 wechseln in z. T. charakteristischer Weise von GWL zu GWL (bzw. GWL-Kombination) und im Jahresverlaufe. Bei diesem besteht in den meisten Fällen ein wesentlicher Unterschied zwischen den Winter- und Sommerwerten und häufig eine bemerkenswerte σ -Zunahme zum Mai. Beim Vergleich Karlsruhe—Bremen erweisen sich die zirkulationsbedingten Merkmale im allgemeinen als dominierend; in Einzelfällen gehen die lokalen Unterschiede über den Charakter gradueller Variationen hinaus (Frage der Abgrenzung des für die GWL gültigen geographischen Raumes usw.). Diese Fälle bedürfen noch einer näheren Untersuchung.

Untersucht und meteorologisch-klimatologisch erklärt werden müssen auch die übrigen σ - und q^2 -Unterschiede. Bei der Erklärung handelt es sich im wesentlichen um die Gegensätze zyklonal-antizyklonal und maritim-kontinental, um Bewölkungscharakter, Niederschlagsbereitschaft und Strahlungsanfälligkeit der betreffenden GWL, um Richtung und Stärke der Advektion, um die beteiligten Luftmassen, hier auch um die Frage, ob eine GWL hinsichtlich der Luftmassen weitgehend einheitlich ist oder ob und mit welcher Häufigkeit sich in ihr Luftmassen verschiedenen Charakters ablösen. Bei den q^2 -Angaben ist zusätzlich zu beachten, welcher Anteil der betreffenden GWL am Gesamtkollektiv Σ zukommt, weil dieser Anteil die Eigenschaften des Gesamtkollektivs mitbestimmt und mit wachsender Größe die zwischen GWL und Gesamtkollektiv bestehenden Unterschiede herabsetzt, usw. Eine eingehende Behandlung dieses umfangreichen Fragenkreises ist im Rahmen dieser Arbeit leider nicht möglich.

- Besondere Beachtung verdienen große σ - und q^2 -Werte einer GWL oder eines GT (bei einer über einen GT hinausgehenden GWL-Kombination können hohe Werte auf die Wesensverschiedenheit der vereinigten GWL hinweisen; s. o. 2. f und 3. e). Ein großes σ oder q^2 ist ein Ausdruck dafür, daß zwischen den einzelnen Tageswerten des betrachteten Zeitraums große Sprünge auftreten. Bei wolkenarmen Lagen z. B. ist es die Veränderlichkeit der Tagesmaxima und Tagesminima, welche die Streuung vergrößert, sind es weniger die während eines solchen Zeitabschnitts an sich höheren Maxima und tieferen Minima (diese wirken sich in erster Linie darin aus, daß sie das arithmetische Mittel nach

oben bzw. nach unten ziehen). Tritt hierzu noch ein in der großräumigen Advektion oder in kleinräumigen Zirkulationen begründeter Wechsel des Luftmassencharakters, so kann die Streuung Werte annehmen, die bis an die Streuung des umfassenderen Σ -Kollektivs heranreichen oder sie gar überschreiten. Die Häufigkeitskurve wird immer flacher und breiter, und beim gleichmäßigen Fortschreiten in der Temperatur-(Merkmals-)Reihe erscheinen gewöhnlich noch unregelmäßige Häufigkeitssprünge, d. h. im Verteilungsbild eine Mehrzahl von Gipfeln und Senken — Zeugnis für den komplexen Charakter der Ursachen- und Bedingungsgesamtheit, wie er bevorzugt in den Randgebieten des Wirkungsbereichs einer GWL und überall dort anzutreffen ist, wo also außer maritimen auch kontinentale Luftmassen (und umgekehrt), außer antizyklonalen auch zyklonale (oder außer zyklonalen auch antizyklonale) Witterungserscheinungen auftreten.

Ein gutes Beispiel hierfür ist das HM (s. Abb. 1, 2 und 7). Ihre große Streuung verdankt diese GWL zunächst ihrer Strahlungsabhängigkeit. Hinzu kommt, daß sich das HM einmal als selbständige Zelle vom nordostwärts vorgeschobenen Azorenhoch abspaltet und, subtropischen Ursprungs, von vornherein verhältnismäßig hohe Temperaturen hat, ein andermal sich aus dem polaren System entwickelt und besonders im Anfang wesentlich kühler ist. Die Folge sind mehrere Häufungsstellen der Temperatur, die namentlich in den Monaten März bis Mai und im November gut in Erscheinung treten. Die hohen σ -Werte von Karlsruhe mögen im wesentlichen auf diesen beiden Ursachen beruhen, wozu — namentlich beim Tagesminimum — noch die Nebelbereitschaft zu erwähnen ist. Sie wirkt sich insofern in der Streuung aus, als in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt und von der Diathermansie der Luft in einem Falle Nebel auftritt, im anderen nicht, so daß die Temperatur weit absinken kann. Bei Bremen spiegelt sich in den besonders ungünstigen q^2 -Werten offenbar auch die antizyklonale und kontinentale Randlage wider; im K n o c h - Heft (4) wurde schon kurz darauf hingewiesen: Erstreckt sich das Hochdruckgebiet weit nach Norden, so steht Bremen im allgemeinen unter dem Einfluß kontinentaler Luftmassen. Bei schwachem Gradienten kann die Strömung aber schon hier zeitweise zu landwärts gerichteten Winden umkippen, so daß maritim beeinflusste Luft zur Station gelangt, und wenn die deutsche Nordseeküste bereits der nördlichen Randzone des Hochs zugehört, so hat Bremen — trotz HM — eine regelrechte Westströmung (s. hierzu auch 5). Alle diese verschiedenen, bei HM vorkommenden Fälle sind in unserem Kollektiv enthalten, somit auch die hierbei auftretenden Temperaturunterschiede, die im σ -Betrag ihren Ausdruck finden.

Wesentlich andere Verhältnisse bestehen bei Wz, TrM+Nz+HNz und ähnlichen maritimen (und zyklonalen) Lagen: Hier werden dem Σ -Kollektiv die Fälle mit relativ gleichmäßigen Temperaturverhältnissen entnommen und zu einem Teilkollektiv vereinigt, so daß man „unternormale“ q^2 -Werte erwarten darf.

- c) Die Schiefe q , die als Ergänzung zu σ noch kurz zu besprechen war, erreicht — absolut genommen — ihre höchsten Beträge zumeist im Winter, ihre kleinsten in den Übergangsmonaten oder im Sommer. Die Wz, in den Grundlinien dem Σ -Kollektiv ähnlich, hat im allgemeinen größere Schiefen als das HM.
- d) Der Exzeß ε wurde, wie unter II. 5. d berichtet, nur für die Tagesmitteltemperaturen von Wz und HM berechnet. Er ist erwartungsgemäß für die Wz in

den meisten Monaten positiv, für das HM in den meisten Monaten negativ, dabei aber (nach grober Prüfung) nur in den folgenden Monaten deutlich signifikant:

	Wz		HM	
	ε pos.	ε neg.	ε pos.	ε neg.
Karlsruhe	I, VII	—	—	X
Bremen	I, II, III, VII	—	—	VII

- e) Einen ungefähren Eindruck von der Variationsbreite der GWL-Temperaturen vermitteln die Tab. 18 und 19. Tab. 18 enthält die höchsten und tiefsten Tagesmittel, Tab. 19 die höchsten Tagesmaxima und die tiefsten Tagesminima, die in Bremen während des 60jährigen Zeitraumes bei den verschiedenen GWL aufgetreten sind. Weggelassen wurden diejenigen GWL, deren Häufigkeit weniger als 10 betrug; die im Einzelfall in Frage kommende Häufigkeit findet man in Tab. 21b. Von einer Einzeldiskussion der Tabellenangaben, die selbstverständlich nur eine „vorläufige“ Gültigkeit haben (siehe auch II. 7), soll hier abgesehen werden.
- f) Es wurde von vornherein angenommen, daß die Häufigkeitsverteilungen der GWL-Temperaturen nicht so einfacher Natur sind wie andere Verteilungen, z. B. die der Luftkörper. Die Bearbeitung hat dies bestätigt und die Notwendigkeit offenbart, die verwickelten GWL-Verhältnisse noch weiter zu untersuchen. Man muß versuchen, den bei den GWL bestehenden Ursachen- und Bedingungskomplex zu entflechten, die Auswirkung der Einzelursachen und Einzeleinflüsse herauszuarbeiten. Hierzu ist die moderne Häufigkeitszerlegung ein Wegweiser.

VI. Temperaturschwellenwerte

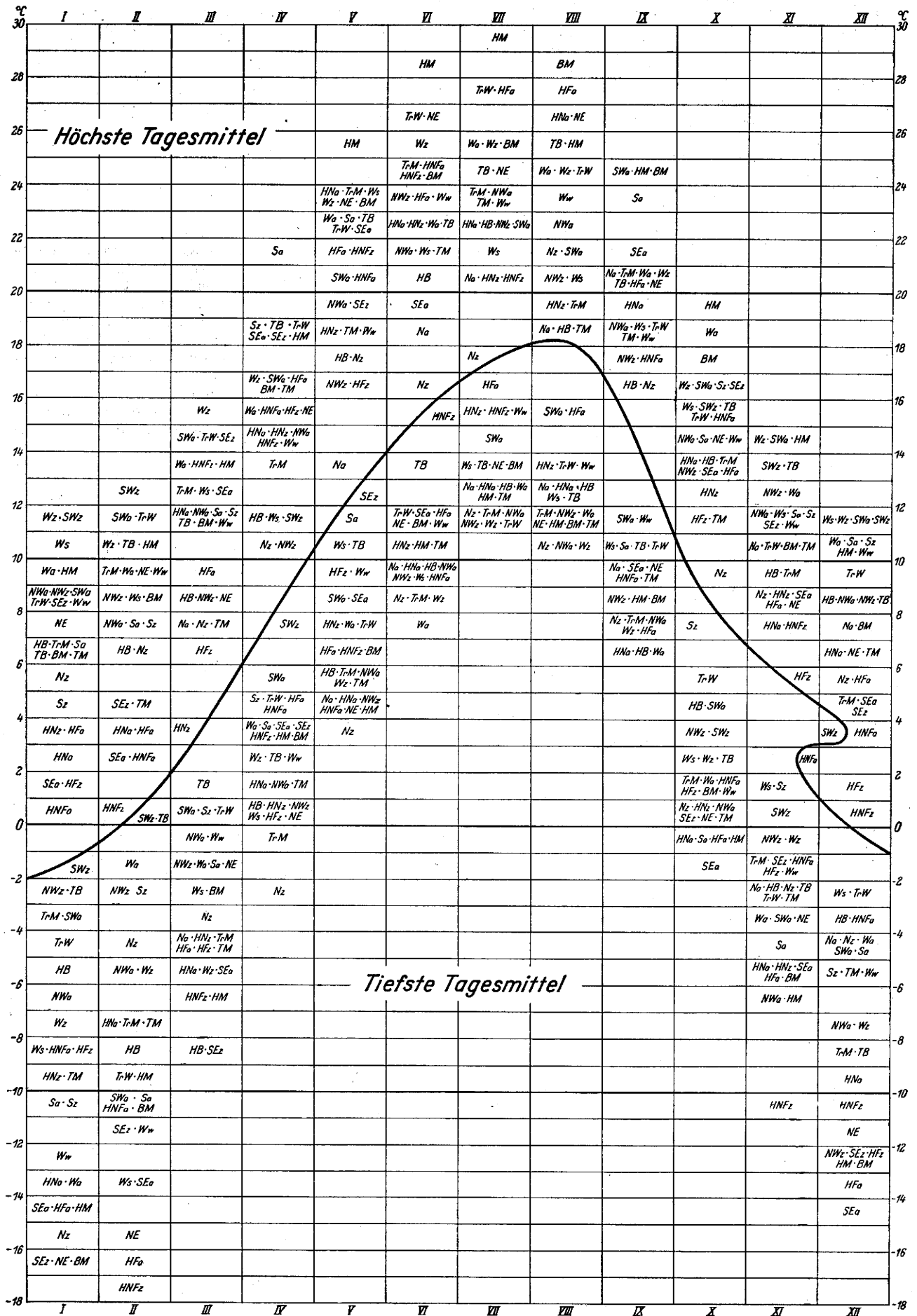
1. Allgemeines und Jahresüberblick

Die Zusammenfassung der Einzeltemperaturen im Mittelwert α kommt dem Vereinfachungsbedürfnis des menschlichen Geistes entgegen, dem auf diese Weise eine bequeme Möglichkeit gegeben wird, die Vielzahl der Beobachtungen zu überblicken. Eine andere Möglichkeit besteht in der Ordnung nach bestimmten Temperaturschwellenwerten. Von diesen werden hier lediglich die Eistage, Frosttage, Sommertage und heißen Tage ($\equiv$ Tropentage) behandelt*, und zwar zunächst nur nach ihrer Häufigkeit. Andaueruntersuchungen bleiben einer späteren Bearbeitung vorbehalten.

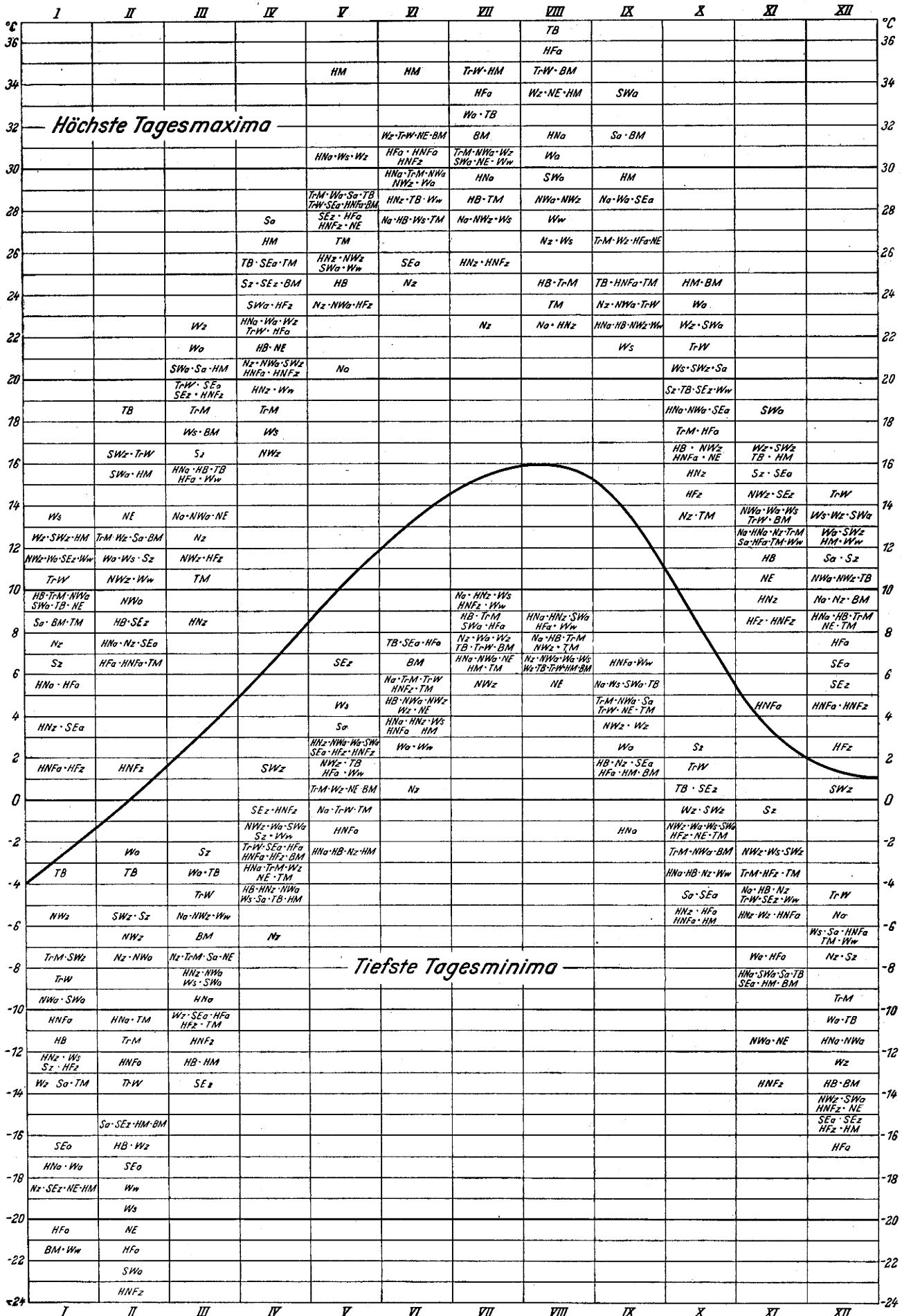
Aus Tab. 20 ist zu ersehen, wieviel Eis-, Frost-, Sommer- und Tropentage in Karlsruhe und Bremen während des 60jährigen Zeitraums insgesamt (Σ) bzw. bei den verschiedenen GWL und GT aufgetreten sind. Die angegebenen Zahlen müssen natürlich immer mit der Anzahl n der überhaupt aufgetretenen Fälle verglichen werden. In den Zahlen spiegelt sich, da die hier behandelten Schwellenwerte, namentlich aber die Eis- und Tropentage, extremen Charakter tragen, sowohl der Gegensatz antizyklonal—zyklonal wie der Gegensatz kontinental—maritim wider. Man vergleiche hierzu z. B. bei Karlsruhe die NWa mit der NWz oder den GT der zyklonalen Westlagen mit dem GT Hochdruck Mitteleuropa und beachte auch die zwischen den beiden Orten Karlsruhe und Bremen bestehenden Unterschiede,

*) Eistag: Tagesmaximum $< 0^\circ\text{C}$,
 Frosttag: Tagesminimum $< 0^\circ\text{C}$,
 Sommertag: Tagesmaximum $\geq 25^\circ\text{C}$,
 heißer Tag ($\equiv$ Tropentag): Tagesmaximum $\geq 30^\circ\text{C}$.

Tab. 18 Bremen: Höchste und tiefste Tagesmittel ($n \geq 10$)



Tab. 19 Bremen: Höchste Tagesmaxima und tiefste Tagesminima ($n \geq 10$)



Tab. 20 **Temperaturschwellenwerte**
Gesamtanzahl im 60jährigen Zeitraum

Karlsruhe						Bremen					
	n	E	F	S	h		E	F	S	h	n
Σ	21914	928	4261	2596	523		1090	4124	1207	181	21914
Na	270	4	42	26	4		6	34	5	—	270
HNa	851	43	204	141	18		50	196	59	2	851
HB	732	52	213	47	3		25	182	8	—	732
a. Nordlagen	1853	99	459	214	25		81	412	72	2	1853
TrM	790	18	156	38	5		19	172	12	1	795
Nz	671	17	116	11	—		18	137	1	—	676
HNz	232	12	38	15	—		13	63	5	—	232
z. Nordlagen	1693	47	310	64	5		50	372	18	1	1703
NWa	1153	24	169	141	21		14	111	24	1	1153
NWz	861	8	89	41	4		8	100	15	—	861
Wa	1325	18	176	234	43		7	99	61	4	1325
Wz	3100	13	192	324	49		15	175	83	9	3111
Ws	736	18	101	19	1		25	153	7	1	736
z. Westlagen	3836	31	293	343	50		40	328	90	10	3847
SWa	381	11	102	40	19		7	55	21	4	381
SWz	231	—	37	10	3		—	19	2	—	234
Sa	475	32	184	37	8		48	154	29	1	478
Sz	191	8	59	4	—		12	49	1	—	191
TB	509	2	40	88	16		3	36	40	4	509
TrW	511	2	56	120	27		5	42	75	17	511
z. Südlagen	1211	12	155	212	43		20	127	116	21	1211
SEa	457	52	144	33	3		83	177	18	—	457
SEz	348	28	114	6	—		74	154	4	—	348
HFa	821	142	316	104	26		186	362	75	20	826
HNFa	281	38	75	37	6		44	78	24	7	281
a. Ostlagen	1102	180	391	141	32		230	440	99	27	1107
HFz	138	31	57	9	—		27	68	7	—	138
HNFz	273	27	90	23	3		45	104	13	1	277
z. Ostlagen	411	58	147	32	3		72	172	20	1	415
NE	1179	55	210	171	28		73	242	117	9	1179
HM	2504	184	759	608	180		142	600	380	85	2505
BM	1267	59	309	219	49		90	303	88	14	1281
Hochdruck Mitteleuropa	3771	243	1068	827	229		232	903	468	99	3786
TM	583	21	120	19	4		36	178	16	—	589
Ww	514	9	93	31	3		15	81	17	1	520

die sich aus der geographischen Lage, den besonderen Verhältnissen in der Oberrheinebene bzw. in der Nähe der Nordseeküste ergeben. Der Hochdruck Mitteleuropa hat in Bremen nicht halb so viel heiße Tage und noch nicht drei Fünftel so viel Sommertage wie Karlsruhe; bei den Nord- und Nordwestlagen haben die antizyklonalen GWL in Karlsruhe, die zyklonalen in Bremen die größere Anzahl von Frosttagen, usw. Schließlich sei noch hingewiesen auf die relativ große Anzahl von Eis- und Frosttagen, die in Bremen bei den GWL Ws, SEa, SEz, HFa, NE und TM festgestellt wurde.

2. Monatshäufigkeiten der Temperaturschwellenwerte

Die Tab. 21a und 21b enthalten die absoluten, die Tab. 22a und 22b die relativen Häufigkeiten der Eis-, Frost-, Sommer- und Tropentage für die einzelnen Monate. In den Tab. 21a und 21b bezeichnet

- n: die absolute Häufigkeit der GWL oder des GT bzw. den Umfang des Σ -Kollektivs,
- m: die absolute Häufigkeit der E, F, S, h; in den Tab. 22a und 22b bedeutet
- r: den Anteil (%) der E, F, S, h an den aufgetretenen GT-Tagen*),
- R: das Verhältnis des für einen GT bestimmten r-Wertes zu dem r des Gesamtkollektivs.

Die Diskussion der Tabellen beschränkt sich auf die Hervorhebung einiger wesentlich erscheinender Merkmale; hierzu wurden Verteilungskurven der relativen Häufigkeiten (Monate als Abszisse, r-Werte als Ordinate) herangezogen.

a) **Gesamtkollektiv Σ :** Die Unterschiede zwischen Karlsruhe und Bremen sind bei den Eis- und Frosttagen verhältnismäßig gering, bei den Sommer- und Tropentagen beträchtlich. — Bei den Eistagen liegt Bremen vom Januar bis zum März an der Spitze; der Unterschied beträgt im Januar kaum 2%, im Februar über 5%, was bei den geringen relativen Häufigkeiten von 10.7 bzw. 15.9% sehr viel ist. — In den Monaten März und April hat Bremen auch einen höheren Anteil an Frosttagen, während vom November bis zum Februar Karlsruhe frostanfälliger ist, am meisten im Dezember. — Im Juli verzeichnete Karlsruhe mehr als doppelt so viel Sommertage und fast dreimal so viel heiße Tage wie Bremen. Im September darf Bremen durchschnittlich nur noch 1½ Sommertage erwarten, Karlsruhe bringt es auf 4.3 und alle 5 Jahre sogar noch im Oktober zu einem Sommertag. — Die Verteilungskurve der heißen Tage ist sehr flach; im Juli sind 11.8 bzw. 4.0% aller Tage Tropentage.

b) Nordlagen:

Antizyklonale Nordlagen: Wie die R-Werte der Tab. 22a und 22b zeigen, ist die relative Häufigkeit der Eistage im Februar bei Bremen, im November bei Karlsruhe geringer, bei Karlsruhe außerdem die der Sommertage im Juni etwas größer als beim Σ -Kollektiv. In allen anderen Fällen aber liegen, wie bei diesem kalten GT zu erwarten, die relativen Häufigkeiten der Eis- und Frosttage über denjenigen des Gesamtkollektivs, die der Sommer- und Tropentage darunter. — Bremen hat bei den antizyklonalen Nordlagen vom Dezember bis zum Februar merklich weniger Eistage als Karlsruhe. Bei beiden Orten unterscheidet sich aber die relative Häufigkeit der

Eistage im Dezember nicht sehr vom Maximum im Januar, während zum Februar ein rascher Abfall erfolgt. — Für die Frosttage ergeben sich bei beiden Orten sehr gleichmäßige Verteilungskurven, die den Zeitraum September bis Mai überspannen und sich bei kleineren Werten in Bremen vom November bis zum Februar verhältnismäßig weit voneinander entfernen. Die Monate Dezember bis Februar haben an jedem Orte nahezu gleiche relative Häufigkeiten, in Bremen zwischen 70 und 74%, in Karlsruhe zwischen 82 und 84%. — Sommertage hat Bremen, das im frischen nördlichen Zustrom liegt, viel weniger als Karlsruhe; in Karlsruhe traten bereits im April (bei HNa) vereinzelt Sommertage auf, und im Juni war die relative Häufigkeit doppelt, im Juli mehr als dreimal so groß wie in Bremen. — Heiße Tage sind bei diesem GT ganz selten; die wenigen Fälle beruhen im wesentlichen auf den günstigen Strahlungsbedingungen bei HNa.

Zyklonale Nordlagen: Mit ganz wenigen Ausnahmen — in Karlsruhe bei den Frosttagen, in Bremen bei den Sommertagen der Randmonate Mai und September, in Bremen außerdem infolge eines einzigen heißen (Zufalls-) Tages im Juli — sind die relativen Häufigkeiten aller Temperaturschwellenwerte kleiner als bei dem eben betrachteten GT. — Karlsruhe hatte im Januar, Bremen in den übrigen Monaten die größere Anzahl Eistage. — In einem einzigen Falle (bei HNZ) verzeichnete Karlsruhe schon im September einen Frosttag; die großen R-Zahlen, die im September in Karlsruhe bei beiden Formen des Nord-GT, in Bremen bei den antizyklonalen Nordlagen erscheinen, erklären sich aus der Tatsache, daß es sich um die einzigen Fälle des gesamten Σ -Kollektivs handelt, bei denen bereits im September Frosttage auftraten. Von Oktober bis April hatte Bremen mehr Frosttage als Karlsruhe. Bemerkenswert ist eine bei beiden Stationen vorhandene Ausbuchtung der Verteilungskurve im März, die auch bei NWz und TM gut erkennbar und bei den antizyklonalen Ostlagen, der NE und dem Hochdruck Mitteleuropa angedeutet ist; im Rahmen der hier zur Erörterung stehenden zyklonalen Nordlagen entfallen (absolut) die meisten Märzfröste auf die Nz und den TrM. — Der TrM hat auch die größte absolute Häufigkeit an Sommertagen innerhalb dieses sommertagarmen GT, bei dem in Karlsruhe im Juli und August nur 16 — 17%, in Bremen im Juni (Monat mit dem größten Anteil) nur 4% aller Tage Sommertage sind. — Die heißen Tage dieses GT sind kaum erwähnenswert: Während des ganzen 60jährigen Zeitraums hatte Bremen nur einen einzigen Fall, Karlsruhe nur 5 Fälle, sämtlich bei TrM.

c) **Nordwestlagen:** Sie gehören infolge der maritimen Herkunft der Luftmassen nach den R-Zahlen hinsichtlich der Temperaturschwellenwerte zu den gemäßigten GWL; die wenigen Ausnahmen mit $R > 1$ sind Erscheinungen der Randmonate, in denen vereinzelte „Zufallstage“ zahlenmäßig großes Gewicht haben. An den Maifrösten sind weder NWa noch NWz beteiligt.

NWa: Die Anzahl der Eistage ist gering; selbst der Januar hatte bei $n = 75$ in Karlsruhe nur 14, in Bremen 6 Fälle. — Die relativen Häufigkeiten der Frosttage steigen in Bremen linear bis zum Maximum (40%), das im Februar liegt, an; in Karlsruhe, wo eine abgerundete, symmetrische Verteilungskurve entsteht, ist vom Dezember bis zum Februar rund jeder zweite GWL-Tag ein Frosttag. — Die wenigen Fälle mit Sommertagen beschränken sich in Bremen auf die Monate Juni bis August; in Karlsruhe ist der antizyklonale Charakter besser ausgeprägt, hier traten im Juli 35, im August 25% Sommertage auf. —

*) r ist aus Gleichmäßigkeitsgründen stets in Prozenten angegeben; bei kleinem n (s. Tab. 21a und 21b) ersetzt man die Prozentangabe durch den im Einzelfall erforderlichen Bruch. — Bei $n < 10$ sind die Zahlen für r und R eingeklammert worden.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		E	F	E	F	S	h	S	h	F	S	E	F
Σ	n	1860 406	1694 181	1860 18	1800 123	1860 21	1800 543	1860 807	1860 659	1800 2	1860 123	1800 30	1860 293
	m	1034 8	896 9	619 7	36 9	279 55	86 7	220 9	156 5	38 3	12 1	486 15	957 10
Na	n	8	—	4	—	2	—	—	1	—	—	7	6
HN _a	n	30 16	44 9	31 —	3 9	108 13	7 54	6 34	4 33	— 1	80 18	41 1	48 17
HB	n	49 16	78 13	29 3	— 23	80 3	7 24	2 10	— 10	— —	50 3	41 —	47 20
a. Nordlagen	n	87 35	131 22	76 4	3 32	243 18	8 85	9 53	5 48	2 7	136 22	97 1	105 37
TrM	n	65 7	78 3	30 —	— 7	56 2	1 8	3 17	1 3	— 2	53 3	83 —	54 8
Nz	n	40 11	33 3	31 —	— 10	115 2	5 5	— 1	— 4	— —	36 —	21 1	22 2
HN _z	n	15 9	2 2	11 1	— 1	20 4	— 5	— —	— 1	— 1	45 4	18 —	5 —
z. Nordlagen	n	120 27	116 8	72 1	— 18	191 8	1 18	3 23	7 13	— 1	134 7	122 1	81 10
NW _a	n	75 14	66 2	24 —	— 7	79 4	2 28	1 68	6 35	1 6	58 6	89 —	62 8
NW _z	n	88 2	58 —	12 7	— 1	38 3	1 10	1 17	2 8	— 3	53 —	68 —	78 5
W _a	n	124 10	81 4	21 —	4 6	77 15	5 31	18 79	13 68	4 35	134 8	122 2	78 2
W _z	n	238 6	230 1	22 —	1 220	171 13	8 67	22 110	15 401	2 27	290 4	244 7	300 5
W _s	n	81 3	109 9	22 —	3 3	16 5	— 4	— 21	— 4	— 2	84 —	53 —	123 6
z. Westlagen	n	319 9	339 10	44 —	1 8	187 18	8 71	22 114	15 108	2 29	374 4	297 7	423 11
SW _a	n	55 3	34 —	5 —	2 1	15 5	2 5	2 6	4 9	— 13	46 —	53 7	56 7
SW _z	n	61 —	21 —	8 —	10 —	6 1	— —	2 3	1 6	— —	33 1	46 —	34 —

Sa	n	75	26	42	30	19	—	4	4	4	54	67	108	46
	m	21	3	16	1	9	1	4	4	4	17	7	6	2
Sz	n	17	40	20	16	1	—	—	—	—	3	25	17	52
	m	6	14	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	2
TB	n	18	30	23	53	67	35	56	90	26	16	32	48	41
	m	—	7	—	1	19	9	31	7	8	1	—	7	1
TrW	n	20	28	38	39	48	36	70	54	52	53	53	46	27
	m	—	11	—	2	11	24	50	29	4	1	1	—	1
z. Südlagen	n	55	98	81	108	116	71	126	144	71	110	110	111	120
	m	6	27	10	4	30	33	81	55	6	2	2	7	4
SEa	n	27	26	55	56	44	10	—	3	34	69	69	74	59
	m	11	20	—	2	19	3	—	2	7	3	3	4	31
SEz	n	73	51	62	45	17	—	—	—	7	22	22	33	36
	m	18	21	13	1	6	—	—	—	—	—	—	—	7
Hfa	n	137	73	55	86	73	36	26	40	71	94	94	39	91
	m	85	57	4	2	17	21	22	34	9	17	17	2	30
HNfa	n	16	34	3	31	92	30	7	5	20	19	19	12	12
	m	12	20	—	1	9	18	4	3	—	4	4	—	6
a. Ostlagen	n	153	107	58	117	165	66	33	45	91	113	113	51	103
	m	97	91	4	3	26	39	26	38	11	21	21	2	36
Hfz	n	18	9	13	17	11	—	6	7	7	15	15	15	20
	m	12	6	1	2	—	—	4	4	—	4	4	—	12
HNfz	n	1	34	90	20	59	16	11	3	6	7	7	13	13
	m	—	14	2	1	1	8	7	1	—	—	—	3	8
z. Ostlagen	n	19	43	103	37	70	16	17	10	13	22	22	28	33
	m	12	20	3	3	1	8	11	5	—	4	4	3	20
NE	n	66	86	116	138	172	139	136	111	110	45	45	24	36
	m	23	25	3	11	2	35	76	45	5	3	3	1	3
HM	n	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	221	112	200
	m	83	17	2	16	6	136	171	128	77	15	15	5	77
BM	n	53	75	66	97	60	77	78	130	146	146	146	191	148
	m	13	15	—	5	17	35	49	72	42	15	15	2	29
Hochdruck Mitteleuropa	n	328	337	287	228	249	277	283	323	441	367	367	303	348
	m	96	32	2	21	6	171	220	200	119	30	30	7	106
TM	n	57	39	76	74	79	35	61	18	23	34	34	59	28
	m	17	3	—	3	—	3	13	3	—	3	3	—	1
Ww	n	74	26	53	25	14	35	23	51	25	23	23	76	89
	m	5	7	—	1	—	3	13	12	—	2	2	—	3

Tab. 21b Temperaturschwellenwerte Bremen

Absolute Häufigkeiten 1890—1950

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	E	F	E	F	E	F	F	S	F	S	S	h	S	h	S	h	F	S	F	S	E	F	E	F
Σ	n	1860 439 965	1694 269 871	1860 53 668	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10	1800 210 10
Na	n	8 1 8	9 — —	27 3 15	9 — —	55 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	41 1 —	21 — —	21 — —	6 1 —	6 1 —	15 1 5	15 1 5	10 1 4	10 1 4
HNa	n	30 15 26	44 9 41	51 2 30	91 17 —	108 5 3	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	143 36 —	72 2 —	72 2 —	80 17 —	80 17 —	41 2 23	41 2 23	48 22 35	48 22 35
HB	n	49 9 30	78 7 55	57 3 30	65 16 —	80 3 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	86 5 —	87 — —	87 — —	50 2 —	50 2 —	41 1 12	41 1 12	47 5 34	47 5 34
a. Nordlagen	n	87 25 64	131 16 96	135 8 75	165 33 —	243 9 3	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	270 42 —	180 2 1	180 2 1	136 20 —	136 20 —	97 4 40	97 4 40	105 28 73	105 28 73
TrM	n	65 1 39	78 8 42	77 2 27	103 7 —	56 — 3	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	42 5 —	69 — 1	69 — 1	53 2 —	53 2 —	88 — 20	88 — 20	54 8 35	54 8 35
Nz	n	40 10 28	33 3 17	67 1 40	77 23 —	115 3 —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	117 — —	61 — —	61 — —	36 1 —	36 1 —	24 1 9	24 1 9	24 3 16	24 3 16
HNz	n	15 7 15	5 1 3	20 2 16	35 10 —	20 1 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	34 3 —	7 — —	7 — —	45 6 —	45 6 —	18 3 9	18 3 9	5 — 4	5 — 4
z. Nordlagen	n	120 18 82	116 12 62	184 5 83	215 40 —	191 3 4	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	193 8 —	137 — 1	137 — 1	134 9 —	134 9 —	130 4 38	130 4 38	83 11 55	83 11 55
NWa	n	75 6 26	66 3 26	79 — 15	81 5 —	79 — —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	151 12 —	74 — —	74 — —	58 5 —	58 5 —	89 1 17	89 1 17	62 4 17	62 4 17
NWz	n	88 1 25	58 — 19	53 — 15	77 6 —	38 — 1	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	69 6 —	68 — —	68 — —	53 1 —	53 1 —	68 — 6	68 — 6	78 7 28	78 7 28
Wa	n	124 5 34	81 — 12	88 — 12	70 9 —	77 6 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	85 11 —	145 — 5	145 — 5	134 5 —	134 5 —	122 1 17	122 1 17	78 1 10	78 1 10
Wz	n	238 6 39	230 2 27	209 2 33	220 12 —	171 — 4	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	214 19 1	248 — 1	248 — 1	290 3 —	290 3 —	253 1 19	253 1 19	300 4 42	300 4 42
Ws	n	81 7 24	109 17 56	124 — 26	35 7 —	16 2 1	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	29 2 —	21 — —	21 — —	84 2 —	84 2 —	53 — 4	53 — 4	123 1 34	123 1 34
z. Westlagen	n	319 13 63	339 19 83	333 2 59	255 19 —	187 — 6	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	243 21 1	269 — 1	269 — 1	374 5 —	374 5 —	306 1 23	306 1 23	423 5 76	423 5 76
SWa	n	55 2 20	34 2 8	41 — 6	24 2 —	15 — 1	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	9 2 —	23 — 9	23 — 9	46 1 —	46 1 —	53 — 6	53 — 6	56 3 12	56 3 12
SWz	n	61 — 11	21 — 3	8 — 1	10 — —	6 — —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	33 1 —	33 1 —	49 — 3	49 — 3	34 — —	34 — —

Sa	n	75	26	42	30	19	—	4	4	54	67	108	49
	m	34 59	4 17	— 17	2 3	— 6	—	3 —	—	— 14 1	6 —	7 36	3 17
Sz	n	17	40	20	16	—	—	—	—	3	25	17	52
	m	8 13	2 17	— 3	2 —	— —	—	—	—	— 1 —	— —	— 1	2 13
TB	n	18	30	23	53	67	35	56	90	16	32	48	41
	m	1 4	— 7	— 3	2 1	— 7	3 —	17 2	12 —	— —	— —	1 6	1 14
TrW	n	20	28	38	39	48	36	70	54	52	53	46	27
	m	1 4	1 5	— 8	3 —	1 9	11 2	38 7	17 8	— —	— —	— 12	3 9
z. Südlagen	n	55	98	81	108	116	71	126	144	71	110	111	120
	m	10 21	3 29	— 14	7 1	1 16	14 2	55 9	29 10	— 1 —	— —	1 19	6 36
SEa	n	27	26	55	56	44	10	—	3	34	69	74	59
	m	24 26	13 24	7 25	9 4	— 10	1 —	—	1 —	— 2 —	6 —	9 36	36 51
SEz	n	73	51	62	45	17	—	—	2	7	22	33	36
	m	37 58	22 40	6 19	1 —	— 4	—	—	—	— —	— —	1 6	8 30
HFa	n	137	73	55	86	73	36	26	40	71	94	39	96
	m	104 131	32 63	3 30	11 —	— 7	20 1	18 5	27 14	— 3 —	23 —	1 21	46 83
HNFa	n	16	34	3	31	92	30	7	5	20	19	12	12
	m	14 16	23 34	1 3	3 —	1 5	14 3	1 —	4 4	— —	3 —	3 9	3 9
a. Ostlagen	n	153	107	58	117	165	66	33	45	91	113	51	108
	m	118 147	55 97	4 33	14 —	1 12	34 4	19 5	31 18	— 3 —	26 —	4 30	49 92
HFz	n	18	9	13	17	11	—	6	7	7	15	15	20
	m	7 17	5 9	6 9	6 —	— —	—	4 —	3 —	— —	3 —	— 7	9 17
HNfz	n	1	34	90	20	59	16	11	3	6	7	17	13
	m	1 1	25 34	9 47	1 —	— 1	8 1	1 —	3 —	— —	— —	5 8	5 13
z. Ostlagen	n	19	43	103	37	70	16	17	10	13	22	32	33
	m	8 18	30 43	15 56	7 —	— 1	8 1	5 —	6 —	— —	3 —	5 15	14 30
NE	n	66	86	116	138	172	139	136	111	110	45	24	36
	m	31 51	34 72	— 59	20 —	— 5	23 2	50 2	37 5	— 2 —	2 —	7 9	7 29
HM	n	275	262	221	131	189	200	205	193	295	221	113	200
	m	62 158	23 150	5 92	14 1	3 45	94 22	123 44	79 11	— 38 —	14 —	7 45	45 124
BM	n	53	75	66	97	60	77	78	130	146	146	195	158
	m	15 32	22 58	— 26	9 —	— 4	8 3	28 3	36 5	— 12 3	10 —	8 68	45 100
Hochdruck Mitteleuropa	n	328	337	287	228	249	277	283	323	441	367	308	358
	m	77 190	45 208	5 118	23 1	3 49	102 25	151 47	115 16	— 50 3	24 —	15 113	90 224
TM	n	57	39	76	74	79	35	61	18	23	34	60	33
	m	17 43	10 26	7 52	10 1	1 1	5 —	9 —	—	— —	10 —	— 14	2 22
Ww	n	74	26	53	25	14	35	23	51	25	23	76	95
	m	13 27	1 6	— 9	3 —	— 1	5 —	6 1	5 —	— —	2 —	— 18	7 16

Tab. 22a **Temperaturschwellenwerte Karlsruhe**
Relative Häufigkeiten 1890—1950

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII			
	E	F	E	F	E	F	F	S	F	S	S	h	S	h	S	h	F	S	F	S	E	F	E	F		
Σ	r 21.8	55.6	10.7	52.9	1.0	33.3	6.8	2.0	1.1	15.0	1.2	30.2	4.8	43.4	11.8	35.5	8.4	0.1	14.5	2.1	6.6	0.7	1.7	27.0	15.8	51.5
a. Nordlagen	r 40	82	17	84	3	56	19	2	3	7	0.4	31	3	34	6	32	3	1	4	1	16	—	1	57	35	82
	R 1.9	1.5	1.6	1.6	3.0	1.7	2.6	0.9	2.3	0.5	0.3	1.0	0.6	0.8	0.5	0.9	0.4	5.5	0.3	0.5	2.5	—	0.6	2.1	2.2	1.6
z. Nordlagen	r 23	67	7	49	1	44	8	—	3	4	—	9	1	16	2	17	1	1	2	—	5	—	1	21	12	55
	R 1.0	1.2	0.6	0.9	0.6	1.3	1.2	—	2.4	0.3	—	0.3	0.1	0.4	0.2	0.5	0.2	7.0	0.1	—	0.8	—	0.5	0.8	0.8	1.1
NWa	r 19	51	3	47	—	31	9	—	—	5	1	19	1	35	6	25	4	—	8	1	10	—	—	38	13	47
	R 0.9	0.9	0.3	0.9	—	0.9	1.3	—	—	0.3	1.1	0.6	0.3	0.8	0.5	0.7	0.5	—	0.6	0.6	1.6	—	—	1.4	0.8	0.9
NWz	r 2	32	—	22	2	23	1	—	—	8	—	15	1	13	1	10	2	—	4	—	—	—	—	12	6	35
	R 0.1	0.6	—	0.4	1.9	0.7	0.2	—	—	0.5	—	0.5	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	—	0.3	—	—	—	—	0.4	0.4	0.7
Wa	r 8	40	5	31	—	24	9	6	—	20	4	37	6	54	12	39	8	—	24	3	6	2	2	30	3	40
	R 0.4	0.7	0.5	0.6	—	0.7	1.3	2.9	—	1.3	3.3	1.2	1.2	1.2	1.0	1.1	0.9	—	1.7	1.3	0.9	2.3	0.9	1.1	0.2	0.8
z. Westlagen	r 3	16	3	20	—	13	3	0.4	1	10	2	29	3	32	6	25	3	—	11	1	1	1	0.3	10	3	21
	R 0.1	0.3	0.3	0.4	—	0.4	0.5	0.2	0.5	0.6	1.3	1.0	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	—	0.8	0.3	0.2	0.8	0.2	0.4	0.2	0.4
SWa	r 6	62	—	44	—	12	4	8	—	33	7	(56)	(22)	43	14	82	36	—	57	44	—	—	2	15	13	70
	R 0.3	1.1	—	0.8	—	0.4	0.6	4.2	—	2.2	5.6	(1.8)	(4.6)	1.0	1.2	2.3	4.3	—	3.9	20.7	—	—	1.1	0.6	0.8	1.4
SWz	r —	28	—	10	—	—	—	—	—	(17)	—	—	—	(75)	(50)	(75)	(13)	—	—	—	3	—	—	11	—	35
	R —	0.5	—	0.2	—	—	—	—	—	(1.1)	—	—	—	(1.7)	(4.2)	(2.1)	(1.5)	—	—	—	0.5	—	—	0.4	—	0.7
Sa	r 28	73	12	69	—	38	3	10	—	47	5	—	—	(100)	(25)	(100)	(25)	—	31	9	10	—	6	38	4	100
	R 1.3	1.3	1.1	1.1	—	1.1	0.5	5.0	—	3.2	4.4	—	—	(2.3)	(2.1)	(2.8)	(3.0)	—	2.2	4.4	1.6	—	3.3	1.4	0.3	1.9
z. Südlagen	r 11	49	1	30	—	12	4	7	—	26	—	47	7	64	16	38	12	—	9	1	2	—	1	18	3	53
	R 0.5	0.9	0.1	0.6	—	0.4	0.5	3.3	—	1.7	—	1.5	1.5	1.5	1.4	1.1	1.4	—	0.6	0.7	0.3	—	0.5	0.7	0.2	1.0
SEa	r 41	89	23	77	—	35	4	4	—	43	—	30	10	—	—	(67)	(33)	—	21	3	4	—	5	42	52	76
	R 1.9	1.6	2.2	1.5	—	1.0	0.5	1.8	—	2.9	—	1.0	2.1	—	—	(1.9)	(4.0)	—	1.4	1.4	0.7	—	3.2	1.6	3.3	1.5
SEz	r 25	73	6	41	—	21	2	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	20	61
	R 1.1	1.3	0.6	0.8	—	0.6	0.3	—	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	1.2	1.2
a. Ostlagen	r 63	97	38	85	7	52	3	1	—	16	—	59	7	79	27	84	40	—	12	1	19	—	4	45	35	73
	R 2.9	1.7	3.6	1.6	6.9	1.6	0.4	0.4	—	1.1	—	2.0	1.4	1.8	2.3	2.4	4.8	—	0.8	0.5	2.8	—	2.3	1.7	2.2	1.4
z. Ostlagen	r 63	95	47	96	3	41	8	3	1	10	—	50	—	65	18	50	—	—	—	—	18	—	11	39	61	82
	R 2.9	1.7	4.4	1.8	2.9	1.2	1.2	1.4	1.3	0.7	—	1.7	—	1.5	1.5	1.4	—	—	—	—	2.8	—	6.3	1.5	3.8	1.6
NE	r 35	67	29	78	3	50	8	—	1	6	—	25	2	56	11	41	9	—	5	—	7	—	4	33	8	47
	R 1.6	1.2	2.7	1.5	2.6	1.5	1.2	—	1.1	0.4	—	0.8	0.5	1.3	0.9	1.1	1.1	—	0.3	—	1.0	—	2.5	1.2	0.5	0.9
Hochdruck Mitteleuropa	r 29	70	10	77	1	48	9	5	2	39	5	62	17	78	35	62	18	—	27	3	8	2	2	39	30	76
	R 1.3	1.3	0.9	1.5	0.7	1.5	1.4	2.4	2.2	2.6	4.3	2.0	3.5	1.8	3.0	1.8	2.2	—	1.9	1.2	1.3	3.4	1.4	1.4	1.9	1.5
TM	r 30	63	8	49	—	42	4	—	—	—	—	9	—	21	3	17	11	—	—	—	9	—	—	19	4	57
	R 1.4	1.1	0.7	0.9	—	1.3	0.6	—	—	—	—	0.3	—	0.5	0.3	0.5	1.3	—	—	—	1.3	—	—	0.7	0.2	1.1
Ww	r 7	43	4	38	—	11	4	4	—	14	—	9	—	57	9	24	2	—	—	—	9	—	—	25	3	26
	R 0.3	0.8	0.4	0.7	—	0.3	0.6	2.0	—	1.0	—	0.3	—	1.3	0.7	0.7	0.2	—	—	—	1.3	—	—	0.9	0.2	0.5

Tab. 22b **Temperaturschwellenwerte Bremen**
Relative Häufigkeiten 1890—1950

	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.		X.		XI.		XII.			
	E	F	E	F	E	F	F	S	F	S	S	h	S	h	S	h	F	S	F	S	E	F	E	F		
Σ	r 23.6	51.9	15.9	51.4	2.9	35.9	11.7	0.6	1.0	6.8	0.6	16.3	1.9	21.0	4.0	16.0	2.9	0.1	4.9	0.4	6.8	—	3.0	24.8	14.8	44.0
a. Nordlagen	r 29	74	12	73	6	56	20	—	4	1	0.4	16	—	10	—	7	1	1	1	—	15	—	4	41	27	70
	R 1.2	1.4	0.8	1.4	2.1	1.6	1.7	—	3.7	0.2	0.7	1.0	—	0.5	—	0.4	0.2	11.0	0.1	—	2.2	—	1.4	1.7	1.8	1.6
z. Nordlagen	r 15	68	10	53	3	51	19	—	2	2	—	4	—	3	1	1	—	—	1	—	7	—	3	29	13	66
	R 0.6	1.3	0.7	1.0	1.1	1.4	1.6	—	1.6	0.3	—	0.3	—	0.1	0.2	0.1	—	—	0.1	—	1.0	—	1.0	1.2	0.9	1.5
NW ^a	r 8	35	5	40	—	19	6	—	—	—	—	8	—	4	1	4	—	—	—	—	9	—	1	19	6	27
	R 0.3	0.7	0.3	0.8	—	0.5	0.5	—	—	—	—	0.5	—	0.2	0.1	0.2	—	—	—	—	1.3	—	0.4	0.8	0.4	0.6
NW ^z	r 1	29	—	33	—	28	8	—	—	3	—	9	—	4	—	4	—	—	—	—	2	—	—	9	9	36
	R 0.1	0.6	—	0.6	—	0.8	0.7	—	—	0.4	—	0.5	—	0.2	—	0.2	—	—	—	—	0.3	—	—	0.4	0.6	0.8
Wa	r 4	27	—	15	—	14	13	—	—	8	—	13	—	17	2	8	1	—	3	—	4	—	1	14	1	13
	R 0.2	0.5	—	0.3	—	0.4	1.1	—	—	1.2	—	0.8	—	0.8	0.5	0.5	0.2	—	0.7	—	0.5	—	0.3	0.6	0.1	0.3
z. Westlagen	r 4	20	6	25	1	18	7	—	—	3	1	9	0.4	9	1	7	1	—	0.4	—	1	—	0.3	8	1	18
	R 0.2	0.4	0.4	0.5	0.2	0.5	0.6	—	—	0.5	1.8	0.5	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	—	0.1	—	0.2	—	0.1	0.3	0.1	0.4
SW ^a	r 4	36	6	24	—	15	8	—	—	7	—	(22)	—	21	7	55	—	—	39	13	2	—	—	11	5	22
	R 0.2	0.7	0.4	0.5	—	0.4	0.7	—	—	1.0	—	(1.4)	—	1.0	1.8	3.4	—	—	8.0	32.5	0.3	—	—	—	0.4	0.5
SW ^z	r 18	—	—	14	—	(13)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(25)	—	—	—	—	3	—	—	6	—	—
	R —	0.4	—	0.3	—	(0.4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1.6)	—	—	—	—	0.4	—	—	0.3	—	—
Sa	r 45	79	15	65	—	41	7	10	—	32	—	—	—	(75)	—	(75)	—	—	26	2	9	—	7	33	6	35
	R 1.9	1.5	1.0	1.3	—	1.1	0.6	16.7	—	4.7	—	—	—	(3.6)	—	(4.7)	—	—	5.3	4.6	1.3	—	2.2	1.3	0.4	0.8
z. Südlagen	r 18	38	3	30	—	17	7	1	1	13	—	20	3	44	7	20	7	—	1	—	—	—	1	17	5	30
	R 0.8	0.7	0.2	0.6	—	0.5	0.6	1.5	0.9	2.0	—	1.2	1.5	2.1	1.8	1.3	2.4	—	0.3	—	—	0.3	0.7	0.3	0.7	
SE ^a	r 89	96	50	92	2	46	16	7	—	23	—	10	—	—	—	(33)	—	—	6	—	9	—	12	49	61	86
	R 3.8	1.9	3.2	1.8	0.6	1.3	1.4	12.0	—	3.3	—	0.6	—	—	—	(2.1)	—	—	1.2	—	1.3	—	4.0	2.0	4.1	2.0
SE ^z	r 51	80	43	78	10	31	2	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	18	22	83
	R 2.2	1.5	2.7	1.5	3.4	0.9	0.2	—	—	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	0.7	1.5	1.9
a. Ostlagen	r 77	96	51	91	7	57	12	—	1	7	—	52	6	58	15	69	40	—	3	—	23	—	8	59	45	85
	R 3.3	1.9	3.2	1.8	2.4	1.6	1.0	—	0.6	1.1	—	3.2	3.2	2.7	3.8	4.3	13.8	—	0.7	—	3.4	—	2.6	2.4	3.1	1.9
z. Ostlagen	r 42	95	70	100	15	54	19	—	—	1	—	50	6	29	—	60	—	—	—	—	14	—	16	47	42	91
	R 1.8	1.8	4.4	2.0	5.1	1.5	1.6	—	—	0.2	—	3.1	3.3	1.4	—	3.8	—	—	—	—	2.0	—	5.2	1.9	2.9	2.1
NE	r 47	77	39	84	—	51	15	—	—	3	—	17	1	37	2	33	5	—	2	—	4	—	4	38	20	81
	R 2.0	1.5	2.5	1.6	—	1.4	1.2	—	—	0.4	—	1.0	0.8	1.8	0.4	2.1	1.6	—	0.4	—	0.7	—	1.4	1.5	1.3	1.8
Hochdruck Mitteleuropa	r 24	58	13	62	2	41	10	0.4	1	20	3	37	9	53	17	36	5	—	11	1	7	—	5	37	25	63
	R 1.0	1.1	0.8	1.2	0.6	1.2	0.9	0.7	1.2	2.9	5.3	2.3	4.7	2.5	4.2	2.2	1.7	—	2.3	1.8	1.0	—	1.6	1.5	1.7	1.4
TM	r 30	75	26	67	9	69	14	1	1	1	—	14	—	15	—	—	—	—	—	—	29	—	—	23	6	67
	R 1.3	1.5	1.6	1.3	3.2	1.9	1.2	2.3	1.3	0.2	—	0.9	—	0.7	—	—	—	—	—	—	4.3	—	—	0.9	0.4	1.5
W ^w	r 18	36	4	23	—	17	12	—	—	7	—	14	—	26	4	10	—	—	—	—	9	—	—	24	2	17
	R 0.8	0.7	0.2	0.5	—	0.5	1.0	—	—	1.0	—	0.9	—	1.2	1.1	0.6	—	—	—	—	1.3	—	—	1.0	0.1	0.4

Heiße Tage hatte Karlsruhe im Juli kaum 6%; in Bremen erreichte das Tagesmaximum innerhalb 60 Jahren die 300-Grenze nur ein einziges Mal.

NWz: Die Anzahl der Eistage ist nicht nennenswert; Bremen war im November und Februar ohne Eistage. — Der Anteil der Frosttage bleibt in Bremen vom Dezember bis zum März in der Nähe von 30%; Karlsruhe erreicht dieses verhältnismäßig große r nur in den Monaten Dezember und Januar, in den Folgemonaten verläuft die Verteilungskurve der relativen Häufigkeiten unterhalb derjenigen von Bremen (zur März-Häufigkeit der Frosttage s. o. unter b „zykl. Nordlagen“). — An den im ganzen wenig häufigen Sommertagen hat Karlsruhe verständlicherweise den größeren Anteil. — Heiße Tage fehlten in Bremen vollständig, in Karlsruhe waren es seltene „Zufälle“.

d) Westlagen: Die zyklonalen Westlagen liefern wegen des großen Kollektivumfangs (n) zuverlässigere Werte der relativen Häufigkeiten; bei der Wa liegt n wenigstens in den Monaten Januar und Juli bis November zwischen 122 und 174.

Wa: Karlsruhe hatte in keinem Monat über 8% Eistage, Bremen noch wesentlich weniger und bereits im Februar keine mehr. — Die relativen Häufigkeiten der Frosttage fügen sich in Karlsruhe, wie bei der NWA, wieder zu einer recht gleichmäßigen Verteilungskurve zusammen, die im Dezember und Januar die 40%-Grenze erreicht; Bremen, das bis auf den April bedeutend hinter Karlsruhe zurücksteht, hat im Januar 27% Frosttage. — Sommertage traten in Karlsruhe zwischen April und Oktober, in Bremen zwischen Mai und September auf, mit linearer Zunahme der relativen Häufigkeiten bis zum Maximum im Juli (Karlsruhe 54, Bremen 17%). — Der Zeitraum von 60 Jahren brachte Bremen nur 3 heiße Tage im Juli und einen im August; in Karlsruhe, das vom Mai bis zum September heiße Tage verzeichnete, steigt die relative Häufigkeit im Juli immerhin bis 12% an.

Zyklonale Westlagen: Die flachen Verteilungen für die Temperaturschwellenwerte weisen auf den zyklonalen Charakter und die gemäßigten Temperaturen der beteiligten maritimen Luftmassen hin. — Infolgedessen gibt es auch nur sehr wenig Eistage; bei ihnen ist bemerkenswert der im Vergleich mit der Wz hohe Anteil der Ws an den Eistagen des Februar. — Die Ws hat im Februar bei einem noch nicht halb so umfangreichen Kollektiv (n) in Bremen auch über doppelt soviel Frosttage wie die Wz (56:27). Die maximale Häufigkeit der Frosttage liegt für die zyklonalen Westlagen in Karlsruhe bei 21% (Dezember), in Bremen bei 25% (Februar); von Januar bis April sind Frosttage in Bremen häufiger als in Karlsruhe. — Bei gleich großen Kollektiven (n) hatte Karlsruhe vom Mai bis August drei- bis viermal soviel Sommertage wie Bremen, und im September stehen einem einzigen Sommertage in Bremen 29 in Karlsruhe gegenüber. In den Monaten Juni und Juli erreichte Bremen nur 9, Karlsruhe 29 bzw. 32% Sommertage. — Heiße Tage wurden in Bremen nur bis zum August festgestellt; die Juli-Häufigkeit beträgt in Karlsruhe 6, in Bremen nur 1%.

e) Südwestlagen:

SWa: In Karlsruhe wurden zwischen November und Januar, in Bremen zwischen Dezember und Februar einige wenige Eistage festgestellt. — Der Anteil an Frosttagen war in den eigentlichen Wintermonaten bei dieser GWL doch verhältnismäßig hoch; so waren im Januar von 55 SWa-Tagen in Karlsruhe 34, in Bremen 20 Frosttage. — In den Sommermonaten hat

die SWa eine zu geringe Häufigkeit, so daß zu den Sommer- und Tropentagen keine Stellung genommen werden kann.

SWz: Bei dieser warmen GWL traten keine Eistage und, besonders in Bremen, nur wenig Frosttage auf. Für die Zeit Frühjahr bis Herbst läßt sich wegen der Seltenheit dieser GWL zu den Temperaturschwellenwerten nichts aussagen.

f) Südlagen:

Sa: Eistage wurden bei der Sa in den Monaten November bis Februar beobachtet, im Januar unter insgesamt 75 Sa-Tagen in Karlsruhe 21, in Bremen 34. — Derselbe Monat hatte 55 bzw. 59 Frosttage. Bemerkenswert sind die große relative Häufigkeit der Frosttage (38 bzw. 33%) im November und die Tatsache, daß im Dezember in Karlsruhe sämtliche 46 GWL-Tage auch Frosttage waren. — Die Sommer- und Tropentage können aus Kollektivgründen nicht diskutiert werden.

Zyklonale Südlagen: Bei diesem zyklonalen GT sind Eistage sehr selten. — Frosttage traten in Karlsruhe vom Oktober bis zum April, in Bremen vom November bis zum Mai auf mit einem Häufigkeitsmaximum, das in Karlsruhe reichlich 50%, in Bremen knapp 40% beträgt. — Die Sommertage erreichen im Juli relative Häufigkeiten von 64 bzw. 44%; die Zunahme vom April und die Abnahme zum September erfolgen fast linear. Die meisten Sommertage entfallen auf den TrW. — Dies gilt auch von den heißen Tagen, deren Häufigkeit nach den R-Werten vom Juni bis zum August übernormal ist.

g) Südostlagen: Die SEa und die SEz sind in den Sommermonaten des 60jährigen Beobachtungszeitraums kaum aufgetreten; auch für die übrigen Monate liegen nur wenig umfangreiche Kollektive vor.

SEa: Diese GWL erweist sich nach der Häufigkeit der Eis- und Frosttage in den Wintermonaten als recht kalt, besonders in Bremen. Der Dezember hatte unter 59 SEa-Fällen in Karlsruhe 31 Eis- und 45 Frosttage, in Bremen 36 bzw. 51; im Januar und Februar waren die Verhältnisse teilweise noch extremer. — An beiden Orten traten bereits im April Sommertage auf; von den 44 SEa-Tagen im Mai waren 19 bzw. 10 Sommertage.

SEz: Bei ihr waren im Winter die Verhältnisse ähnlich, wenn auch nicht ganz so extrem wie bei der SEa. Im Januar lagen die relativen Häufigkeiten der Eistage bei 25 bzw. 50%, die der Frosttage bei 70–80%, wobei auch hier die größeren Häufigkeiten für Bremen gelten.

h) Ostlagen:

Antizyklonale Ostlagen: Der exzessive Charakter dieses antizyklonal-kontinentalen GT tritt bei allen Temperaturschwellenwerten in Erscheinung; Bremen ist kälter als Karlsruhe. — Die Häufigkeiten der Eistage steigen rasch bis auf 63 bzw. 77% im Januar an und fallen ähnlich rasch zum März ab, in Bremen allerdings mit einer Verzögerung im Februar, der nach dem Verlauf der Verteilungskurve mit 51% zuviel Eistage besitzt. — Die Frosttage zeigen die große Februarhäufigkeit bei beiden Stationen; 85 bzw. 91% Frosttage im Februar stehen 97 bzw. 96% im Januar gegenüber. Beachtlich groß ist die Häufigkeit der Frosttage auch im Oktober; wie aus Tab. 21a und 21b hervorgeht, entfallen 55–60% aller Oktoberfröste von Karlsruhe und Bremen auf die antizyklonalen Ostlagen, die antizyklonalen Nordlagen (hier besonders HNa) und den Hochdruck Mitteleuropa. — An den in Karlsruhe und Bremen aufgetretenen Sommertagen des Mai waren die antizyklonalen Ostlagen

mit knapp 10% beteiligt. Auffallend ist, daß (bei einem allerdings nicht großen Kollektivumfang) das Maximum der relativen Häufigkeit der Sommertage nicht im Juli, sondern im August liegt; zum September nimmt die Anzahl der Sommertage schnell ab. — Auch das Maximum der heißen Tage liegt im August; mit 18 heißen Tagen (im 60jährigen Zeitraum) folgen in diesem Monat die antizyklonalen Ostlagen unmittelbar hinter dem Hochdruck Mitteleuropa.

Zyklonale Ostlagen: Dieser verhältnismäßig seltene GT hat seine größten Häufigkeiten in den Monaten März und Mai (103 bzw. 70 Fälle). — Im Verhältnis zum Kollektivumfang und im Hinblick auf den zyklonalen Charakter dieses GT waren die Eistage sehr häufig, dabei im Dezember und Januar häufiger in Karlsruhe, in der zweiten Winterhälfte häufiger in Bremen. — Die Frosttage hatten ihr Häufigkeitsmaximum wieder im Februar; von den 43 Fällen dieses Monats waren in Karlsruhe 41, in Bremen sämtliche 43 Tage Frosttage, und noch im März betrugen die relativen Häufigkeiten 41 bzw. 54%. — Die Häufigkeit der Sommertage war geringer als bei der antizyklonalen Form dieses GT; eine weitere Diskussion ist wegen der Seltenheit zyklonaler Ostlagen im Sommer nicht möglich.

i) **Nordostlagen:** Bei der im Winter kalten NE hat Bremen vom Dezember bis zum Februar wesentlich mehr Eis- und Frosttage als Karlsruhe; die Verteilungskurve für die Eistage bricht in Bremen jedoch schon im Februar ab. — Wieder ist der Februar derjenige Monat, der die meisten Frosttage hatte. — Bei den Sommer- und Tropentagen, deren relative Häufigkeiten sich hier auf größere Kollektive stützen, steht Bremen weit hinter Karlsruhe zurück. Im Juli waren in Karlsruhe 56, in Bremen 37% aller NE-Tage Sommertage. — Das Häufigkeitsmaximum der heißen Tage lag für Bremen mit 5% ($R > 1$) im August, für Karlsruhe im Juli, in dem 11% erreicht wurden.

k) **Hochdruck Mitteleuropa:** Die im allgemeinen hohen R-Zahlen sind eine Folge des antizyklonalen Charakters dieses GT. Man vergleiche auch die relativen Häufigkeiten r (Tab. 22a und 22b) mit den entsprechenden Werten der zyklonalen Westlagen. — Im Hochdruck Mitteleuropa haben die Eistage in den Monaten Dezember und Januar etwa die gleiche relative Häufigkeit, 29–30% in Karlsruhe, 24–25% in Bremen. — Frosttage kommen bei beiden Orten gelegentlich auch im Mai vor. Ein erstes Maximum (76 bzw. 63%) erreichen sie im Dezember, ein etwa gleich hohes zweites (nach einer geringen Abnahme im Januar) hat der Februar. — Einige Sommertage gab es schon im April, heiße Tage im Mai, und im September kam es selbst in Bremen noch ganz vereinzelt zu heißen Tagen, während im Oktober nur in Karlsruhe noch Sommertage auftraten. Im Vergleich mit dem Gesamtkollektiv hat Bremen viel Sommer- und Tropentage; die relativen Häufigkeiten r sind in Bremen jedoch wesentlich kleiner als in dem an sich wärmeren und speziell bei diesem GT mehr antizyklonalen Karlsruhe (s. a. V. 5. b). Karlsruhe verzeichnete während des GT Hochdruck Mitteleuropa im Juni und August 62, im Juli 78% Sommertage, Bremen nur 37/36 bzw. 53%, und heiße Tage hatte Karlsruhe in den Monaten Juni und Juli etwa doppelt, im August drei- bis viermal so viel wie Bremen.

l) **Tief Mitteleuropa:** Das TM ist nach der Anzahl der Eis- und Frosttage in Bremen kälter als in Karlsruhe (s. a. III. 2. e). Das im Januar liegende Häufigkeitsmaximum der Eistage ist mit 30% bei beiden Orten gleich; Bremen hat aber im Gegensatz zu Karlsruhe auch noch im Februar und März eine bemerkenswerte

(übernormale) Anzahl von Eistagen. — Bei den Frosttagen tritt außer der größeren Frostanfälligkeit von Bremen für beide Orte die bereits oben (unter b „zykl. Nordlagen“) erwähnte relativ große Häufigkeit im Monat März in Erscheinung. — Das TM ist arm an Sommer- und Tropentagen; in Bremen gab es in dem 60jährigen Zeitraum Sommertage nur bis zum Juli und heiße Tage überhaupt nicht.

m) **Winkelwestlage:** Wegen des nicht sehr großen Kollektivumfangs (n) weisen die Häufigkeitsverteilungen der Temperaturschwellenwerte noch manche Zufälligkeiten auf. Die Anzahl der Eistage war unternormal und bei Bremen im Januar zwei- bis dreimal so groß wie in Karlsruhe, während Karlsruhe vom Dezember bis zum Februar mehr Frosttage und in den Monaten Juli/August über doppelt so viel Sommertage hatte wie Bremen. Die wenigen heißen Tage sind nicht erwähnenswert.

3. Schlußbemerkung

Auch die vorstehenden Ausführungen über die Temperaturschwellenwerte entsprechen nur der am Anfang des Abschnitts II gestellten Aufgabe, Zahlenunterlagen zum Gebrauch bei der späteren Untersuchung tieferer GWL-Zusammenhänge zu liefern. Wie die übrigen in dieser Abhandlung berührten Fragen, so bedürfen auch die Zusammenstellungen über die Eis-, Frost-, Sommer- und Tropentage noch einer weiteren Durcharbeitung; ja, die eigentliche klimatologische Auswertung, die mit feineren Werkzeugen der mathematischen Statistik zu arbeiten hätte, steht noch aus. Sie ist aber dringend notwendig, wie die klimatologische Erforschung der GWL überhaupt. Die in Fachkreisen gelegentlich geäußerten Zweifel, ob die GWL den Anforderungen genügen, welche die Klimatologie an das von ihr zu bearbeitende Material zu stellen habe, müssen beigelegt werden, und es war ein Nebenzweck der vorliegenden Arbeit, die nur als ein Versuch gewertet werden möchte, die Richtigkeit dieser Auffassung zu bestätigen. Die GWL spielt in der Synoptik heute eine so große Rolle, daß sich die Klimatologie ihrer in höherem Maße annehmen muß, auch wenn bei dem nicht einfachen Ursachen- und Bedingungskomplex größere Streuungen auftreten als in anderen Fällen, beispielsweise bei den Luftkörpern (22), die eine ganz anders geartete Definitionsgrundlage haben. An verschiedenen Stellen wurde bereits angedeutet, worauf es bei künftigen Untersuchungen über die GWL-Temperaturen ankommt; darüber hinaus sind wertvoll Untersuchungen über extrem ausgeprägte Jahreszeiten, über milde und kalte Winter, warme und kühle Sommer, und schließlich Andauerbetrachtungen, die besonderen Erfolg versprechen. Da die Andaueruntersuchungen jeweils von derjenigen Temperatur auszugehen haben, welche eine GWL „beim Eintreffen“ im Untersuchungsgebiet vorfindet, haben sie stets die einer GWL unmittelbar vorhergehende GWL in den Kreis der Betrachtungen einzuschließen und (bei hinreichend großen Kollektiven) zu versuchen, Temperaturwerte auch für bestimmte, wichtig erscheinende GWL-Sukzessionen zu erstellen. Der Aufeinanderfolge und dem ganzen Jahresgange der GWL wird dann mehr Beachtung geschenkt werden, als es in dieser Abhandlung möglich war.

Literatur

1. Bergeron, T.: Richtlinien einer dynamischen Klimatologie. Meteor. Z. 47, 246 (1930).
2. Heß, P. und Brezowsky, H.: Katalog der Großwetterlagen Europas. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 33 (1952).

3. Heß, P.: Der Katalog der Großwetterlagen Europas: Einführung und erste Zirkulationsuntersuchungen. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 35, 42 (1952).
4. Bürger, K.: Über die Temperaturen der Großwetterlagen. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 42, 146 (1952).
5. Maede, H.: Klimatologische Untersuchungen über das Verhalten der Westwetterlagen im Raum der südlichen Ostsee und im norddeutschen Flachland. Z. Meteor. 6, 291 (1952).
6. Bartels, J.: Gesetz und Zufall in der Geophysik. Die Naturwiss. 31, 421 (1943).
7. Bartels, J.: Mathematische Methoden der Geophysik. FIAT-Review. 7, Teil V, 89 (1948).
8. van der Bijl, W.: Fünf Fehlerquellen in wissenschaftlicher statistischer Forschung. Ann. Meteor. 4, 183 (1951).
9. Baur, F.: Die Erscheinungen des Großwetters. In Hann-Süring, Lehrbuch d. Meteor., 5. Aufl. Leipzig (1951), 903.
10. Köppen, W.: Der jährliche Temperaturgang in den gemäßigten Zonen. Meteor. Z. 39, 387 (1922).
11. Köppen, W.: Der jährliche Temperaturgang in den gemäßigten Zonen und die Vegetationsperiode. Meteor. Z. 43, 161 (1926).
12. Conrad, V.: Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen. Handb. d. Klimat. v. Köppen-Geiger 1, B. Berlin (1936).
13. Scherhag, R.: Neue Methoden der Wetteranalyse und Wetterprognose. Berlin-Göttingen-Heidelberg (1948).
14. Sprung, A.: Über die Häufigkeit beobachteter Luft-Temperaturen in ihrer Beziehung zum Mittelwerte derselben. Meteor. Z. 5, 141 (1888).
15. Köppen, W.: Häufigkeit bestimmter Temperaturen in Berlin, verglichen mit trüben und heiteren Klimaten. Meteor. Z. 5, 230 (1888).
16. Alt, E.: Die mittlere Abweichung der Temperaturmonatsmittel in Mittel- und Südeuropa. Gerl. Beitr. Geophys. 32, 141 (1931).
17. Bider, M.: Die ungewöhnliche Wärmeperiode 1947 statistisch untersucht. Experientia 4, 143 (1948).
18. Conrad, V.: Die Charakteristik klimatischer Werte. Meteor. Z. 38, 91 (1921).
19. Feußner, K.: Über Wert und Verwendbarkeit von Temperatur-Häufigkeitsverteilungen für die Urteilsbildung. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 42, 440 (1952).
20. Flohn, H.: Studien zur allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 18 (1950).
21. Flohn, H.: Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatologische Bedeutung. Erdkunde 4, 141 (1950).
22. Geiß, A. und Hofmann, A.: Die Eigenschaften der Luftkörper in Potsdam. Großwetterlagen Mitteleuropas 3, 100 (1950).
23. Guß, H. und Reichel, E.: Anwendungen des Lochkartenverfahrens in der Meteorologie. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 12, 141 (1950).
24. Gutsche, A.: Über das Auftreten von Frösten bei verschiedenen Großwetterlagen im Frühling und Herbst. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 42, 288 (1952).
25. Hann, J. — Knoch, K.: Handbuch der Klimatologie. 4. Aufl. Stuttgart (1932).
26. Hoffmeister, J.: Die Häufigkeit der Tagesmittel der Temperatur nach Stufenwerten an einigen Orten Norddeutschlands. Tät. Ber. Preuß. Meteor. Inst. 1931, 49 (1932).
27. Knoch, K.: Zur Methodik klimatologischer Forschung. Tät. Ber. Preuß. Meteor. Inst. 1924, 49 (1925).
28. Köppen, W.: Durchschnittliche Abweichung, Asymmetrie und Korrelationsfaktor. Meteor. Z. 30, 113 (1913).
29. Köppen, W.: Brücken zwischen der Klimatologie und der synoptischen Meteorologie. Meteor. Z. 43, 495 (1926).
30. Rubinstein, E.: Haben unsere vieljährigen Mittelwerte der Temperatur einen physikalischen Sinn? Meteor. Z. 39, 236 (1922).
31. Schneider-Carius, K. und Huttary, J.: Der Jahresgang der Temperatur über Europa in der „Normalperiode“. Meteor. Rdsch. 2, 1 (1949).
32. Steinhäuser, F.: Ein Beitrag zur Anwendung der beschreibenden Statistik in der Klimatologie. Meteor. Z. 52, 206 (1935).



