

ARBEITEN DER GEOGRAPHISCHEN KOMMISSION

IM PROVINZIALINSTITUT FÜR WESTFÄLISCHE LANDES- UND VOLKSKUNDE

3

D 6



1 9

4 0

UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG FRANZ COPPENRATH, MÜNSTER IN WESTFALEN

KLIMASCHWANKUNGEN IN NORDWESTDEUTSCHLAND

(SEIT 1835)

VON

FRANZ RINGLEB



1 9



4 0

UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG FRANZ COPPENRATH, MÜNSTER IN WESTFALEN



Inhalt

Einleitung	1
1. Aufgabe der Untersuchung	1
2. Material und Materialkritik	1
Stationen mit langer Beobachtungsdauer (S. 2)	
Nachweis der Homogenität (S. 4)	
3. Arbeitsmethode	6
Übergreifende Mittelwerte (S. 6)	
Normalwert (S. 9)	
I. Temperaturschwankungen	12
A. Jahres-, Jahreszeiten- und Monatstemperaturen	12
Jahrestemperaturen (S. 12)	
Jahreszeitentemperaturen (S. 13)	
Monatstemperaturen (S. 16)	
Zusammenfassung (S. 25)	
B. Veränderungen im Jahrgang der Temperatur	31
Jahresschwankung (S. 31)	
Phasenverschiebung und Asymmetrie (S. 33)	
C. Eistage, Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0°, Frost- und Sommertage	38
Eistage (S. 38)	
Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° (S. 39)	
Frosttage (S. 39)	
Sommertage (S. 39)	
II. Niederschlagsschwankungen	42
A. Jährliche, jahreszeitliche und monatliche Niederschlagsmengen	42
Jahresniederschlag (S. 42)	
Winter und Wintermonate (S. 42)	
Frühling und Frühlingsmonate (S. 44)	
Sommer und Sommermonate (S. 46)	
Herbst und Herbstmonate (S. 48)	
Zusammenfassung (S. 50)	
B. Veränderungen im Jahrgang des Niederschlags	54
Ozeanität (S. 54)	
Jahrgang (S. 55)	
Schluß	57
1. Vergleich der Temperatur- und Niederschlagsschwankungen	57
2. Ergebnisse	57
3. Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen	58
Literaturverzeichnis	62

Verzeichnis der Abbildungen

Seite

1. Übergreifende 30jährige Mittel der Jahres temperatur	12
2. Übergreifende 30 jährige Mittel der Winter temperatur	13
3. Übergreifende 30 jährige Mittel der Frühlings temperatur	14
4. Übergreifende 30jährige Mittel der Sommer temperatur	15
5. Übergreifende 30 jährige Mittel der Herbst temperatur	15
6. Übergreifende 30 jährige Mittel der Januar temperatur	16
7. Übergreifende 30 jährige Mittel der Februar temperatur	17
8. Übergreifende 30jährige Mittel der Dezember temperatur	18
9. Übergreifende 30jährige Mittel der März temperatur	19
10. Übergreifende 30 jährige Mittel der Maitemperatur	20
11. Übergreifende 30 jährige Mittel der April temperatur	21
12. Übergreifende 30 jährige Mittel der Juni temperatur	21
13. Übergreifende 30 jährige Mittel der Juli temperatur	22
14. Übergreifende 30 jährige Mittel der August temperatur	23
15. Übergreifende 30 jährige Mittel der September temperatur	24
16. Übergreifende 30jährige Mittel der Oktober temperatur	24
17. Übergreifende 30 jährige Mittel der November temperatur	25
18. Änderungen der Temperatur im Jahr und in den Jahreszeiten	26
19. Änderungen der Temperatur im Winter und in den Wintermonaten	27
20. Änderungen der Temperatur im Frühling und in den Frühlingsmonaten	28
21. Änderungen der Temperatur im Sommer und in den Sommermonaten	28
22. Änderungen der Temperatur im Herbst und in den Herbstmonaten	29
23. Änderungen der Jahresschwankung der Temperatur	32
24. Änderungen des thermodynamischen Quotienten	33
25. Übergreifende 30 jährige Mittel der Eistage im Jahr (Gütersloh, Emden)	37
26. Übergreifende 30 jährige Mittel der Eistage im Jahr (Kleve, Löningen)	37
27. Übergreifende 30 jährige Mittel der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° im Jahr ..	38
28. Übergreifende 30 jährige Mittel der Frosttage im Jahr	38
29. Übergreifende 30 jährige Mittel der Sommertage im Jahr (Gütersloh, Emden)	39
30. Übergreifende 30 jährige Mittel der Sommertage im Jahr (Kleve, Löningen)	39
31. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Jahres	42
32. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Winters	42
33. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Dezember	43
34. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Januar	43
35. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Februar	44
36. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Frühling s	44
37. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des März	45
38. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des April	45
39. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Mai	46
40. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Sommers	46
41. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Juni	47
42. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Juli	47
43. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des August	48
44. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Herbstes	48
45. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des September	49
46. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des Oktober	49
47. Übergreifende 30 jährige Mittel der Niederschlagssummen des November	50
48. Änderungen der Ozeanität bei den sommerlichen Niederschlägen (nach Henze)	54
49. Änderungen der Differenzen zwischen Herbst- und Frühling swerten des Niederschlags	54



Verzeichnis der Tabellen

	Seite
1. Homogenitätsnachweis der Jahrestemperaturreihen	4
2. Homogenitätsnachweis der Jahresniederschlagssummen	5
3. Durchschnittliche Abweichung der Jahresniederschlagsreihen und der Quotientenreihen in Prozenten	5
4. Homogenitätsnachweis der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0°	6
5. Normalwerte, höchste und niedrigste Mittel der Temperatur °C. (Normalwerte 1856—1923, höchste und niedrigste Mittel jeweils aus dem ganzen Beobachtungszeitraum: Gütersloh 1835—1923, Kleve 1848—1936, Lönningen 1856—1936, Emden 1854—1936)	9
6. Normalwerte, höchste und niedrigste Summen des Niederschlags (in mm). (Normalwerte 1856—1923, höchste und niedrigste Summen: Gütersloh 1937—1923, Kleve 1848—1936, Lönningen 1856—1936, Emden 1853—1936)	10
7. Höchste und niedrigste 30 jährige Mittel der Temperatur in Abweichungen vom Normalwert und deren Differenzen (Schwankungen)	30
8. Kontinentalitätsgrade in Prozenten nach Zenker und Gorczynski für die normale (1856/1923), größte (1868/97) und kleinste (1907/36, bei Gütersloh 1894/1923) Jahresschwankung der Temperatur	32
9. Differenzen zwischen den Jahreszeitenmitteln der Temperatur (°C)	35
10. Relative Temperaturen (%)	35
11. Kleve: Differenzen der Relativtemperaturen zwischen aufeinanderfolgenden Monaten (%)	36
12. Kleve: mittlere Fehler der Jahres- und Jahreszeitenmittel der Temperatur (°C)	41
13. Kleve: durchschnittliche Abweichung der Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittel der Temperatur (°C)	41
14. Höchstes und niedrigstes 30jähriges Mittel der Niederschlagsmengen. Abweichungen in Prozenten des Normalwertes	51
15. Kleve: mittlere Fehler der mittleren Jahres- und Jahreszeitensumme der Niederschlagsmengen in Prozenten	53
16. Kleve: durchschnittliche Abweichung der Monats-, Jahreszeiten- und Jahressummen des Niederschlags in Prozenten	53
17. Monats- und Jahreszeitensummen des Niederschlags in Prozenten der Jahressumme	55
18. Übergreifende 30jährige Mittel der Temperatur für Gütersloh, Kleve, Lönningen, Emden für Jahr und Jahreszeiten	64
19. Übergreifende 30jährige Mittel des Niederschlags für Gütersloh, Kleve, Lönningen, Emden für Jahr und Jahreszeiten	66



Einleitung

1. Aufgabe der Untersuchung

In den letzten Jahren ist in einer Reihe von Untersuchungen die Frage der Klimaänderungen oder besser, da es sich nicht um fortschreitende Änderungen handelt, die Frage der säkularen Klimaschwankungen erörtert worden. Dabei zeigte sich, daß diese Schwankungen ziemlich erheblich sind. Besondere Beachtung hat ferner die Zunahme der Wintertemperatur in den letzten Jahrzehnten gefunden. In der vorliegenden Arbeit wird ebenfalls diesem Problem nachgegangen, wobei aber das Schwergewicht auf die Schwankungen in den Jahreszeiten und in den Monaten gelegt wurde und zwar für einen möglichst einheitlichen Klimabezirk, um die Unterschiede zwischen den Jahreszeiten und den Monaten und das Ausmaß der Änderungen klar hervortreten zu lassen. Als solcher kam das engere Nordwestdeutschland, klimatisch gekennzeichnet durch das Überschneiden von ozeanischen und kontinentalen Einflüssen, in Frage. Zum engeren Nordwestdeutschland rechne ich das Gebiet westlich der Unterweser, das Münsterland und den nördlichen Teil der niederrheinischen Bucht. Ferner wurde diese Untersuchung nicht nur für die Temperatur, die ja als stabiles Element für derartige Fragen besonders geeignet ist, sondern auch für Eis-, Frost- und Sommertage, Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° und für den Niederschlag durchgeführt. Zum Schluß wurde dann jeweils untersucht, ob durch die vorhandenen Schwankungen auch säkulare Änderungen des jährlichen Ganges der Elemente eingetreten sind.

2. Material und Materialkritik

Eine derartige Untersuchung kann nur unter zwei Voraussetzungen durchgeführt werden, erstens müssen Stationen mit langer Beobachtungsdauer vorhanden sein, und zweitens dürfen die Reihen keine Störungen aufweisen, d. h. sie müssen homogen sein.

Der ersten Voraussetzung genügen im engeren Nordwestdeutschland folgende Stationen: Emden, Oldenburg, Lönningen, Münster, Gütersloh, Kleve und Krefeld¹. Diese Stationen sind zudem ziemlich gleichmäßig im nordwestdeutschen Raum verteilt, und so wurden für sie die Tabellen der genannten einzelnen klimatischen Elemente zusammengestellt. Die Zahlen entnahm ich dem Deutschen Meteorologischen Jahrbuch und den Preußischen Statistiken². Das unveröffentlichte Material wurde im Reichsamt für Wetterdienst eingesehen, insbesondere für die Tabellen der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° . Für Emden kam noch eine Veröffentlichung über die höchste und niedrigste Temperatur jedes Tages in den Jahren 1836—1877 von Prestel in Frage³. Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die Länge der einzelnen Reihen.

¹ Knoch, K. Säkularstationen, 1929, S. 58—62.

² Ergebnisse der Beobachtungen an Stationen 2. u. 3. Ordnung, Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen. Herausgeg. v. Pr. Met. Inst. Berlin. Preußische Statistiken.

³ Prestel, M. A. F. Die höchste und niedrigste Temperatur in Emden, 1879.

	Gütersloh	Münster	Emden	Oldenburg	Löningen	Kleve	Krefeld
Temperatur	1835—1923	1853—1936	1836—1935 ⁴	1856—1936	1856—1936	1848—1936	1848—1879 1887—1936
Eistage	1848—1923	1853—1936	1836—1935 ⁴	1879—1936	1879—1936	1860—1936	1887—1936
Frosttage	1848—1923	1853—1936	1836—1935 ⁴	1879—1936	1879—1936	1848—1936 ⁵	1887—1936
Sommertage	1848—1923	1853—1936	1836—1935 ⁴	1879—1936	1879—1936	1860—1936	1887—1936
Tage mit einer Mitteltemp. unter 0°	1848—1923	1853—1936	1854—1935	1856—1936	1856—1936	1848—1936	1848—1879 1887—1936
Niederschlag	1837—1923	1853—1936	1853—1935	1856—1936	1856—1936	1848—1936	1848—1936

Kleinere Unterbrechungen sind in der Tabelle nicht erwähnt. Diese fehlenden Werte wurden mit Hilfe der H a n n schen Methode interpoliert⁶. Ebenso sind ältere Beobachtungen (Temperaturmittel), die für einige Stationen vorhanden sind, nicht aufgeführt, da sie viel zu hohe Temperaturen angeben. Schon dadurch, daß die Reihen der Stationen Oldenburg und Krefeld nicht vollständig sind oder nicht soweit zurückreichen, verlieren sie für unsere Untersuchung sehr an Wert.

Damit die genannten Stationen die zweite Voraussetzung erfüllen, müssen wir sie auf ihre H o m o g e n i t ä t untersuchen. Eine Reihe wird als homogen bezeichnet, wenn die Beobachtungen stets am selben Ort gewonnen wurden und nicht durch Änderung der lokalen Einflüsse gestört sind⁷. Wenn also eine Station häufigen Änderungen durch Wechsel der Beobachter, der Instrumente und durch Bebauung unterworfen war, so ist schon auf Grund dieser Tatsachen anzunehmen, daß die Reihen nicht vollständig homogen sein können. Auf Grund der Stationsakten hat K n o c h die Säkularstationen untersucht und kam dabei zu dem Ergebnis, daß die Reihen von Gütersloh homogen, von Löningen und Emden anscheinend homogen, von Kleve ziemlich homogen und von Münster und Oldenburg inhomogen sind. (Bei Oldenburg soll die alte Reihe inhomogen, die neue Reihe ziemlich homogen sein.) Die Reihen von Krefeld sollen nur wenig gestört sein⁸. Allgemein ausgedrückt, konnte K n o c h folgendes Ergebnis feststellen: Nicht die Großstädte, sondern die kleineren Orte sind die Stellen, wo homogene Reihen gewonnen wurden⁹.

Eine weitere qualitative Methode zur Feststellung der Homogenität ist die graphische Darstellung der Reihen¹⁰. Da die Witterung sich stets in einem größeren Gebiet nach derselben Richtung hin auswirkt, so müssen bei der graphischen Darstellung die Reihen annähernd parallel laufen. Auf diese Weise wurde die Jahrestemperatur untersucht. Dabei zeigte sich, daß wir die Temperaturreihen von Gütersloh, Kleve, Löningen und Emden als ziemlich homogen, Münster als vollständig inhomogen anzusehen haben.

Aber diese qualitative Methode ließ keine schärfere Fassung der Homogenität zu. Es war deshalb nötig, die Homogenität der Reihen q u a n t i t a t i v festzustellen. Auch hierbei wird von dem schon erwähnten Erfahrungsgrundsatz ausgegangen, daß durchgreifende Witterungsänderungen sich über ausgedehnte Strecken in gleichem Sinne und mit mehr oder minder derselben Intensität vollziehen¹⁰. Deshalb müssen die Differenzen entsprechen-

⁴ Die Werte von 1835—45 wurden auf Grund der täglichen Extreme nach der bekannten Formel berechnet.

⁵ Die Frosttage wurden z. T. interpoliert.

⁶ C o n r a d, V. Die klimatol. Elemente, S. B 119.

⁷ H a n n - K n o c h, Handbuch der Klimatologie, I. 4. Aufl. S. 47.

⁸ K n o c h, K. Säkularstationen, S. 58—62.

⁹ K n o c h, K. A. a. O. S. 63.

¹⁰ M e y e r, H. Anleitung zur Bearbeitung met. Beobachtungsreihen für die Klimatologie, 1891, S. 44/45.

der Werte zweier Beobachtungsreihen (bzw. Quotienten) nahezu konstant sein. Wir können also nur die Homogenität einer Reihe in bezug auf eine andere feststellen¹¹.

Zur quantitativen Erfassung wurde von mir zuerst das Kriterium von *Heidke* angewandt. Es lautet: die Beobachtungsreihe x_i ist mit der korrespondierenden y_i homogen, wenn die Veränderlichkeit (V_d) der Differenzreihe (d_i) geringer ist als die Veränderlichkeit V_x , wenn also

$$V_d < V_x$$

ist¹².

Das Kriterium weist aber große Mängel auf. Es soll z. B. die Homogenität der Jahrestemperaturreihe von Münster in bezug auf Gütersloh ermittelt werden. (Dasselbe Ergebnis würde sich ergeben für Münster in bezug auf Lönigen oder Kleve.) Die Veränderlichkeit der Jahrestemperaturen von Münster (x_i , 1853—1923) beträgt:

$$V_x = 0,66^\circ.$$

Die Veränderlichkeit der Differenzreihe zwischen Münster und Gütersloh (y_i) ($x_i - y_i = d_i$) ist

$$V_d = 0,26^\circ.$$

Da also

$$V_d < V_x$$

ist, müßte die Temperaturreihe von Münster in bezug auf Gütersloh homogen sein. Dieses steht aber im Widerspruch mit dem bereits gewonnenen Ergebnis der graphischen Darstellung und mit den Einzelwerten der Differenzreihe. Diese zeigen nämlich, daß von 1853 bis 1876 die Jahrestemperatur von Münster im Durchschnitt um $0,3^\circ$ höher als die entsprechende von Gütersloh war, im Zeitraum 1878—1904 aber Gütersloh um $0,3^\circ$ zu warm war und von 1905—1923 Münster um $0,1^\circ$ wärmer war als Gütersloh. Auf Grund der Differenzreihe ist also die Beobachtungsreihe von Münster inhomogen in bezug auf Gütersloh. Hieraus müssen wir den Schluß ziehen, daß das Kriterium von *Heidke* bei einer genaueren Erfassung der Homogenität nicht zu verwenden ist. Weiter geht hieraus hervor, daß bei einer quantitativen Homogenitätsbestimmung die Einzelwerte der Differenzreihe bzw. die Abweichungen der Einzelwerte von der mittleren Differenz berücksichtigt werden müssen.

Diese Bedingungen erfüllen am besten das *Helmert'sche* und das *Abbe'sche* Kriterium, die von *Conrad* für die Klimatologie bearbeitet sind¹³. *Conrad* geht von dem Satze aus, daß die Differenzen bzw. Quotienten entsprechender Werte zweier Beobachtungsreihen eine Zahlenreihe darstellen, die den Zufallsgesetzen gehorcht. Das *Helmert'sche* Kriterium lautet: Bei der Differenzreihe (d_i) (bzw. Quotientenreihe q_i) werden die Abweichungen (ϵ_i) von der mittleren Differenz D (bzw. vom mittleren Quotienten Q)¹⁴ gebildet. Diese Reihe wird als Abweichungsreihe bezeichnet. Die Vorzeichen dieser Reihe werden auf ihre Anordnung hin betrachtet und es ist: Anzahl der

¹¹ *Conrad*, V. A. a. O. S. B 113.

¹² *Heidke*, P. Quantitative Begriffsbestimmung homogener Temperatur- u. Niederschlagsreihen, M. Z. 1923, S. 115.

Heidke, P. In sich homogene und relativ homogene met. Beobachtungsreihen. Ann. d. H. Köppen — Heft 1926, S. 44.

¹³ *Conrad*, V. A. a. O. 1936, S. B 112, und *Conrad*, Homogenitätsbestimmung met. Beobachtungsreihen. M. Z. 1925, S. 482.

¹⁴ Die mittlere Differenz wird gebildet aus den einzelnen Differenzen $\frac{\sum d_i}{n} = D$, dagegen der mittlere Quotient aus $\frac{\sum x_i}{\sum y_i} = Q$ und nicht aus $\frac{\sum \frac{x_i}{y_i}}{n} = Q$. n gibt die Zahl der Beobachtungsjahre an. *Heidke*, P.

A. a. O. 1926, S. 44/45.

Zeichenfolgen (f) — Anzahl der Zeichenwechsel (w) = Null mit einem mittleren Fehler $\pm \sqrt{n-1}$ ¹⁵.

Der Nachteil des Helmer t'schen Kriteriums ist die Nichtberücksichtigung der Größe der Abweichungen. Diese werden aber beim Abbe'schen Kriterium beachtet. Es wird die Quadratsumme der Abweichungen gebildet

$$\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_{n-1}^2 + \varepsilon_n^2 = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = A,$$

dann die Quadratsumme der Differenzen aufeinanderfolgender Abweichungen

$$(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + \dots + (\varepsilon_{n-1} + \varepsilon_n)^2 + (\varepsilon_n - \varepsilon_1)^2 = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i+1})^2 = B \text{ (für } \varepsilon_{n+1} = \varepsilon_1)$$

Dann muß gelten $A - \frac{B}{2} = 0 \pm \frac{A}{\sqrt{n}}$

oder $\frac{2A}{B} = 1 \pm \frac{1}{\sqrt{n}}$

Wird der mittlere Fehler bei beiden Kriterien erheblich überschritten, so ist anzunehmen, daß die Reihen gestört sind.

Betrachten wir wieder hierzu das bereits oben erwähnte Beispiel von Münster und Gütersloh. Die Anzahl der Zeichenfolgen ist

$$f = 63.$$

Die Anzahl der Zeichenwechsel ist

$$w = 8,$$

die Anzahl der Jahre

$$n = 71.$$

Es ist

$$\text{Beobachtung: } f - w = 55 \quad \text{Erwartungswert: } 0 \pm 8,4.$$

Der mittlere Fehler wird also um das 6,5 fache überschritten.

Das Abbe'sche Kriterium ergibt:

$$A = 7,2448$$

$$B = 1,8014$$

$$\text{Beobachtung: } \frac{2A}{B} = 7,93 \quad \text{Erwartungswert: } 1 \pm 0,12.$$

Die beiden Kriterien liefern den Beweis, daß die Jahrestemperaturreihe von Münster inhomogen in bezug auf Gütersloh ist.

Mit Hilfe dieser Kriterien wurden die Reihen auf ihre Verwendbarkeit untersucht. Dabei ergab sich, daß die Jahrestemperaturreihen fast alle inhomogen erscheinen.

Tabelle 1. Homogenitätsnachweis der Jahrestemperaturreihen.

Stationen	Zeit	Beobachtung f-w	Erwartungs- wert	Beobachtung $\frac{2A}{B}$	Erwartungs- wert
Gütersloh auf Lönigen	1857—1923	+ 8	0 ± 8,1	1,53	1 ± 0,12
Kleve auf Gütersloh	1848—1923	+ 13	0 ± 8,7	1,18	1 ± 0,12
Münster auf Gütersloh	1853—1923	+ 55	0 ± 8,4	7,93	1 ± 0,12
Oldenburg auf Gütersloh	1857—1923	+ 24	0 ± 8,1	1,85	1 ± 0,12
Kleve auf Lönigen	1856—1936	+ 19	0 ± 8,9	1,58	1 ± 0,11
Emden auf Gütersloh	1848—1923	+ 17	0 ± 8,7	1,77	1 ± 0,12
Krefeld auf Kleve	1848—1878) 1888—1935)	+ 42	0 ± 8,8	2,84	1 ± 0,11

¹⁵ Conrad, V. A. a. O. 1936, S. B 114, Conrad, a. a. O. 1925, S. 19. Baur, F. Witterungsperioden I. Mitt. d. Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien. H. 3. 1924, S. 2. Baur, F. Kriterien des Zufalls für langjährige met. Beobachtungsreihen. M. Z. 1923, S. 19. Helmer t, F. R. Über die Genauigkeit der Kriterien des Zufalls bei Beobachtungsreihen. Sitz.-Ber. d. Pr. Akad. d. Wiss. I. 1905, S. 601.

Nach den Angaben der Tabelle 1 ist nach dem Helmer t' sehen Kriterium Gütersloh auf Lönigen homogen, und nach dem Abbe' sehen und Helmer t' sehen Kriterium Kleve ziemlich homogen auf Gütersloh. Auch die Station Emden kann noch als einigermaßen homogen angesehen werden. Betrachtet man aber die Reihen von Kleve und Lönigen, so ist keine vollständige Homogenität zu erkennen. Die anderen Stationen sind bei Verwendung der ganzen Reihe inhomogen. Da nun nach den oben erwähnten Ergebnissen Gütersloh, Kleve, Lönigen und Emden als homogen anzusehen sind, so kamen diese Stationen für die Untersuchung in erster Linie in Frage.

Eine weitere Unterstützung erfuh diese Ansicht durch die Homogenitätsnachweise der Niederschlagsreihen, die klar die Verwendbarkeit der Stationen Gütersloh, Kleve, Lönigen und Emden erkennen lassen (Tab. 2). Bei einem Vergleich der Homogenitätsnachweise der Temperatur und des Niederschlags fällt besonders auf, daß die Niederschlagsreihen weit bessere Ergebnisse aufweisen. Das ist wohl dadurch bedingt, daß die Temperaturwerte einer Störung gegenüber empfindlicher sind als die Niederschlagssummen.

Tabelle 2

Homogenitätsnachweis der Jahresniederschlagssummen

Stationen	Zeit	Beobachtung f—w	Erwartungs- wert	Beobachtung	Erwartungs- wert
				$\frac{2A}{B}$	
Lönigen auf Gütersloh	1857—1923	0	0 ± 8,1	0,96	1 ± 0,12
Kleve auf Gütersloh	1848—1923	— 3	0 ± 8,7	1,02	1 ± 0,12
Münster auf Gütersloh	1853—1923	+ 18	0 ± 8,4	1,69	1 ± 0,12
Krefeld auf Gütersloh	1848—1923	+ 9	0 ± 8,7	1,65	1 ± 0,12
Münster auf Lönigen	1857—1936	+ 18	0 ± 8,8	1,28	1 ± 0,11
Oldenburg auf Lönigen	1857—1935	+ 16	0 ± 8,8	1,96	1 ± 0,11
Emden auf Lönigen	1857—1935	+ 2	0 ± 8,8	1,23	1 ± 0,11
Krefeld auf Kleve	1848—1935	+ 11	0 ± 9,4	1,23	1 ± 0,11

Bei den Niederschlagsreihen könnte der Einwand gemacht werden, daß für ein derartiges Element, das durch Regenfälle lokaler Natur (Gewitter) stark beeinflußt wird, die Stationen zu weit voneinander entfernt liegen. Ein Vergleich ist aber möglich, wenn die durchschnittliche Abweichung der Quotientenreihe zweier Stationen kleiner ist als die der zu prüfenden Station (siehe hierzu auch Helmann: Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten, Bd. I, S. 45/46 und Tab. 3). Die Tabelle 3 zeigt, daß diese Bedingung von allen Stationen erfüllt wird. Die durchschnittliche Abweichung ist in Prozenten des Mittelwertes ausgedrückt, damit ein unmittelbarer Vergleich möglich ist.

Tabelle 3.

Durchschnittliche Abweichung der Jahresniederschlagsreihen und der Quotientenreihen in Prozenten.

Stationen	Zeit	Durchschnitt. Abweichung	Durchschnittl. Abweichung der
		der Quotientenreihe	jährl. Niederschlagssummen der 1. Station
Lönigen, Gütersloh	1857—1923	7,6	11,9
Kleve, Gütersloh	1848—1923	8,8	11,9
Münster, Gütersloh	1853—1923	10,1	12,5
Krefeld, Gütersloh	1848—1923	11,4	13,4
Münster, Lönigen	1857—1935	11,1	12,8
Oldenburg, Lönigen	1857—1935	10,0	15,0
Emden, Lönigen	1857—1935	8,9	12,0
Krefeld, Lönigen	1848—1935	9,1	13,2

Die Reihen der Eis-, Frost- und Sommertage wurden nicht mehr in dieser ausführlichen Art untersucht, sondern nur noch mit Hilfe des Helmer t'schen Kriteriums. In diesen Reihen scheinen mehr Fehler zu liegen als in den Temperaturreihen, auch bei den Reihen der vier Stationen. Da sie aber nicht so viel Störungen wie die anderen Stationen aufweisen, wurden sie in die Untersuchung einbezogen. Genauer wurden für diese Stationen die Reihen der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° untersucht.¹⁶

Tabelle 4.

Homogenitätsnachweis der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0°

Stationen	Zeit	Beobachtung f—w	Erwartungs- wert	Beobachtung	Erwartungs- wert
				$\frac{2 A}{B}$	
Löningen auf Gütersloh	1857—1923	+ 8	0 ± 8,1	1,01	1 ± 0,12
Kleve auf Gütersloh	1848—1923	— 7	0 ± 8,7	0,99	1 ± 0,12
Münster auf Gütersloh	1853—1923	+ 21	0 ± 8,4	1,80	1 ± 0,12
Emden auf Löningen	1855—1923	— 8	0 ± 8,2	0,97	1 ± 0,12

Aus der Tabelle 4 geht eindeutig hervor, daß die Reihen der vier Stationen homogen sind, und ebenso eindeutig, daß die Reihe von Münster stark gestört ist.

Die Homogenitätsnachweise mit Hilfe des Helmer t'schen und Abbe'schen Kriteriums haben ergeben, daß die ganzen Beobachtungsreihen nur bei vier Stationen zu verwenden sind¹⁷. Für unsere Untersuchung kamen daher die Reihen der Stationen Gütersloh, Kleve, Löningen und Emden in Betracht. Sie können auch durch ihre Lage gut als Repräsentanten des gesamten Gebietes gelten; Kleve (ϱ 51° 48' λ 6° 8'; H: 46 m) am Niederrhein, Gütersloh (ϱ 51° 54' λ 8° 23' H: 76 m) im Innern der Münsterschen Bucht, Löningen (ϱ 52° 44', λ 7° 45'; H: 23 m) im südlichen Oldenburg und Emden (ϱ 53° 22', λ 7° 12'; H: 2 m) in der Nähe der Emsmündung unter dem stärksten Einfluß des Meeres.

3. Arbeitsmethode

Wie schon eingangs betont, ist es die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, etwaige säkulare Klimaschwankungen oder -änderungen festzustellen. Da wir unter Klima das Zusammenwirken der meteorologischen Elemente verstehen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre eines Ortes der Erde kennzeichnen, so dürfen bei einer derartigen Untersuchung nur Mittelwerte über einen bestimmten Zeitabschnitt und nicht die Einzelwerte der Reihen genommen werden; denn bei der großen durchschnittlichen Veränderlichkeit der Elemente können die vorhandenen Änderungen durch die z. T. großen positiven wie auch negativen Abweichungen der Einzelwerte vom Normalwert überlagert und verdeckt werden. Der einfachste und wohl nächstliegende Weg ist nun der Vergleich der Mittelwerte zweier getrennter Zeitabschnitte, die uns dann angeben, nach welcher Richtung hin eine Änderung eingetreten ist. Dieser Methode hat sich A. Wagner in seinen Arbeiten sehr erfolgreich bedient¹.

¹⁶ Die Tabellen wurden erst im Reichsamt für Wetterdienst von mir zusammengestellt.

¹⁷ Die Untersuchung bezog sich natürlich immer auf die ganze Reihe; es zeigte sich aber dabei, daß Teilreihen der einzelnen Stationen als homogen bezeichnet werden können, sie sind also für andere Untersuchungen durchaus zu verwenden.

¹ Wagner, A. Die Abnahme der Jahresschwankung in den letzten Dezennien in Europa. MZ. 1928. S. 361.

Wagner, A. Untersuchungen der Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. Geografiska Annaler IX. 1929, S. 33.

Wagner, A. Neuere Untersuchungen über die Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. MZ. 1929, S. 483.

Bei der zweiten Methode betrachten wir Mittel von aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten. Diese aufeinanderfolgenden Mittel werden für die ganze Reihe gebildet und die sich daraus ergebenden Zahlen und graphischen Darstellungen betrachtet². Aber da unsere Reihen im Durchschnitt 80—90 Jahre umfassen, so müßten wir die Zeitabschnitte sehr kurz wählen (z. B. 5jährige Abschnitte), um eine genügende Anzahl von Werten für eine graphische Darstellung zu erhalten. Würden wir einen längeren Abschnitt (z. B. einen 20jährigen) nehmen, so würden wir nur eine geringe Anzahl von Mittelwerten bekommen, die außerdem noch sehr von der gerade vorgenommenen Einteilung abhängen und gewisse Tendenzen unterschlagen.

Um diese Schwierigkeit zu vermeiden, können wir statt der aufeinanderfolgenden übergreifende Mittelwerte bilden, die außerdem zu guten graphischen Darstellungen führen. Der weitere Vorteil dieser Methode liegt darin, daß wir jetzt längere Zeitabschnitte nehmen können und doch eine genügende Anzahl von Werten erhalten. Während übergreifende 5- und auch noch 10jährige Mittel im wesentlichen nur eine Glättung der Kurven hervorrufen, lassen übergreifende 20jährige Mittel bereits Änderungen klar hervortreten. So wurden die ersten Untersuchungen dieser Art von Kincer³, Geddes⁴ und Steinhauser⁵ vorwiegend mit Hilfe übergreifender 20jähriger Mittel durchgeführt. Kincer und Geddes haben nur übergreifende 20jährige Summen gebildet.

Um nun festzustellen, wieviel Jahre diese Mittel für die endgültige Bearbeitung umfassen sollten, wurden vergleichsweise für einige Reihen 10-, 20- und 30jährige übergreifende Mittel gebildet. Denn je länger der Zeitabschnitt gewählt wird, desto kleiner tritt jeder neu hinzukommende Wert in Erscheinung, nämlich nur mit dem Bruchteil, der durch die Länge des gewählten Zeitabschnittes bedingt ist. Es zeigte sich dabei, daß trotz des langen Zeitraumes von 30 Jahren die säkularen Änderungen und Schwankungen klar zum Ausdruck kommen, während bei den 20jährigen und erst recht bei 10jährigen Mitteln die kleineren, unperiodischen Schwankungen stark in den Vordergrund treten. Dieses steht in Übereinstimmung mit den letzthin veröffentlichten Untersuchungen von Lysgaard⁶ und Kirow und Krastanow⁷, die ebenfalls übergreifende 30jährige Mittel verwandt haben.

Von ähnlichen methodischen Gedanken geht Steinhauser⁸ aus, nämlich, daß bei der Bildung von Normalwerten (z. B. 100 Jahre) neu hinzutretende Werte kaum bemerkbar sind, wenn auch diese Werte bereits nach einer Richtung hin vom Normalen abweichen. Die einzelnen Jahre zu betrachten, lehnt Steinhauser aus den oben angeführten Gründen ebenfalls ab. Daher müssen im Vergleich zum Normalmittel kürzere Abschnitte gewählt werden. Um aber die bei aufeinanderfolgenden Abschnitten zufällige Einteilung der Reihe zu vermeiden, müßten übergreifende Mittel genommen werden. Für unsere Untersuchung wurden daher nur übergreifende 30jährige Mittel verwandt.

² Wagner, A. Untersuchung der säkularen Änderung der Jahresschwankung der Temperatur in Europa. Gerl. Beitr. z. Geoph. 20, 1928. S. 134.

Scherhag, R. Die Zunahme der atmosphärischen Zirkulation in den letzten 25 Jahren. Ann. d. H. 1936. Taf. 63, Fig. 13.

³ Kincer, J. B. Is our climate changing? Monthly Weather Review. 61. 1933. S. 251.

⁴ Geddes, A. E. M. Temperature trend at Aberdeen from 1870 to 1932. Journal of the meteorol. Soc. 61. 1935, S. 347.

⁵ Steinhauser, F. Wie ändert sich unser Klima? M. Z. 1935, S. 363.

⁶ Lysgaard, L. Änderungen des Klima von Dänemark seit 1800. MZ. 1937, S. 109.

⁷ Kirow und Krastanow, Die klimatischen Veränderungen, 1938, S. 309. Vergl. auch hier die methodischen Ausführungen auf Seite 309/10.

⁸ Steinhauser, a. a. O., S. 363/4.



Nachdem wir hiermit festgestellt haben, daß sich die langjährigen übergreifenden Mittel am besten für unsere Untersuchung eignen, bleibt noch die Frage offen, ob die mit Hilfe dieser Methode nachgewiesenen Änderungen auch reell sind. Als Stütze hierfür kann folgendes Kriterium gelten. Da „die Genauigkeit des arithmetischen Mittels aus n gleich genauen Beobachtungen n-mal größer ist als die Genauigkeit der Beobachtungen selbst“⁹, so können wir annehmen, wenn die Änderungen größer sind als die mittleren Fehler verschiedener arithmetischer Mittel, daß diesen bestimmt eine reelle Bedeutung zukommt. Es wurde deshalb, wie später noch gezeigt wird, für einige Reihen das größte und kleinste Mittel herausgegriffen, wobei noch Wert darauf gelegt wurde, daß diese 30-jährigen Mittel sich nicht überschneiden, und für diese der mittlere Fehler (F) des Mittels berechnet nach der Formel

$$F = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

wobei n die Zahl der Jahre und σ die Streuung der Einzelwerte bedeutet:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

(x geben die Abweichungen der Einzelwerte vom entsprechenden Mittelwert an)¹⁰.

Dazu kommt noch, daß die Aufeinanderfolge der übergreifenden Mittelwerte schon selbst zeigt, ob die Änderung zufällig ist oder nicht. Wenn die Kurven, die auf Grund dieser Mittel entworfen sind, für Jahrzehnte hindurch einen dauernden Ab- oder Anstieg zeigen, so deutet dieser Sachverhalt bereits darauf hin, daß diese Erscheinung von allgemeiner Bedeutung ist, besonders wenn sie an Hand mehrerer Stationen erhärtet wird. Es kann natürlich der Fall eintreten, daß die Aufeinanderfolge der Mittelwerte eine Änderung erkennen läßt, dabei aber nicht das obige Kriterium oder überhaupt ein Realitätskriterium erfüllt ist, hieraus braucht man aber nicht zu folgern, daß die Erscheinung zufällig ist¹¹.

In der bereits genannten Abhandlung von K i r o w und K r a s t a n o w stellen sich die Verfasser ebenfalls die Frage, ob die festgestellte Variation nicht etwa auf die Ordnung der Mittelwerte zurückzuführen ist¹². Um zu beweisen, daß dieses nicht der Fall ist, berechnen sie für die Reihenfolge der 20- und 30jährigen Summen die mittlere (durchschnittliche), die standardisierte (mittlere nach unseren Bezeichnungen) Abweichung und den wahrscheinlichen Fehler. Da nun z. B. die allgemeine Temperatursteigerung der übergreifenden 30jährigen Mittel nach ihren Ergebnissen 0,5° beträgt, dagegen der wahrscheinliche Fehler für die Reihenfolge der Mittel nur 0,023° ausmacht, so ziehen sie den Schluß, daß die Veränderungen, die viel größer sind als der wahrscheinliche Fehler, eine klimatische Tatsache darstellen. Sie berechnen also den wahrscheinlichen Fehler nach der Reihenfolge der Mittelwerte, der naturgemäß sehr klein ist, da ja die Einzelwerte nicht berücksichtigt sind.

Einen anderen Weg in dieser Frage schlägt S t e i n h a u s e r ein, indem er die Veränderlichkeit von 1-, 5-, 10-, 20- und 30jährigen Mittelwerten einer näheren Untersuchung unterzieht. Dabei wurden für jede Reihe (Jahr und Jahreszeiten) alle nur möglichen Mittel von der genannten Dauer gebildet und dann jeweils der größte und kleinste Wert herausgegriffen. Deren Differenz ergab die absolute Veränderlichkeit. Jetzt wurde die Abnahme der Veränderlichkeit mit länger werdender Periode betrachtet. Dabei zeigte sich „keine Gesetzmäßigkeit der Abnahme der Veränderlichkeit der mehrjährigen Mittelwerte, wie sie

⁹ C z u b e r, Wahrscheinlichkeitsrechnung, S. 318.

¹⁰ B a u r, Met. Taschenbuch, S. 244.

¹¹ Denn die Kriterien machen nur positive Aussagen: Man kann, wenn ein Kriterium erfüllt ist, hieraus auf die Realität der Erscheinung schließen, aber man darf daraus, daß das Kriterium nicht erfüllt ist, nicht schließen, daß die Erscheinung nicht reell ist. (Brieflicher Hinweis von Herrn Dr. S t e i n h a u s e r.)

¹² K i r o w und K r a s t a n o w, Klimatische Veränderungen. S. 317.

zu erwarten wäre, wenn es sich um Zufallsstreuungen handeln würde. Es zeigen sich vielmehr säkulare Änderungen der Temperatur, also wenn man so sagen will, Klimaschwankungen, die zum Ausdruck kommen, wenn man die Aufeinanderfolge der entsprechenden Mittelwerte betrachtet¹³.

Durch diese von uns angewandte Methode der übergreifenden 30jährigen Mittelwerte werden natürlich Klimaschwankungen mit kürzeren Periodenlängen verdeckt. Insbesondere wird die bekannte Brückner'sche Periode hierdurch nicht oder nur schwach zu erkennen sein, da sie beinahe vollständig ausgeglichen wird.

Für die graphischen Darstellungen wurden nicht die nach der Methode der übergreifenden Mittel berechneten Absolutwerte benutzt, sondern deren Abweichungen von einem Normalwert. Dabei konnten die Normalwerte nicht für die gesamte Beobachtungsdauer angegeben werden, sondern sie wurden, um die Kurven besser miteinander vergleichen zu können, für den Zeitraum 1856—1923 berechnet, da während dieser Zeit die Beobachtungen an den vier Stationen gleichzeitig durchgeführt wurden. Außerdem wurden die 30jährigen Mittelwerte der monatlichen, jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagssummen in Prozenten der Normalwerte 1856—1923 ausgedrückt. Ferner habe ich die vier entsprechenden Temperatur-Kurven nicht in ein Diagramm gezeichnet, denn sie liegen zu eng nebeneinander, da eben stets die Abweichungen vom Normalwert genommen wurden und die vier Stationen einem verhältnismäßig einheitlichen Klimabezirk angehören. Dagegen ließen sich die Niederschlagskurven gut in einem Diagramm darstellen. In weiteren Diagrammen wurde das Zusammenwirken der Jahreszeitenkurven untereinander und zu der Jahreskurve, ferner das Verhalten der Monatskurven einer Jahreszeit zueinander und zur Kurve der entsprechenden Jahreszeit dargestellt. Hier wurden bei der Temperatur bis 1923 die Reihen von Gütersloh und bis 1936 wegen des guten Zusammenhangs die entsprechenden Werte von Kleve benutzt. Diese Abbildungen (vgl. Abb. 18—22) sollen lediglich das allgemeine Verhalten untereinander veranschaulichen.

Tabelle 5.

Normalwerte, höchste und niedrigste Mittel der Temperatur (°C).												
(Zeile a: Normalwert, Zeile b: größtes Mittel, Zeile c: kleinstes Mittel, Zeile d: Variationsbreite.)												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Gütersloh												
a:	1,05	2,08	4,30	8,27	12,88	16,15	17,44	16,72	13,78	9,28	4,44	1,97
b:	5,6	6,1	7,8	11,6	17,3	20,3	20,5	21,4	16,5	12,4	8,1	6,5
c:	-7,6	-5,8	-3,4	4,7	9,4	11,7	14,4	14,1	10,4	5,5	0,0	-4,8
d:	13,2	11,9	11,2	6,9	7,9	8,6	6,1	7,3	6,1	6,9	8,1	11,3
Kleve												
a:	1,45	2,54	4,62	8,29	12,60	15,78	17,15	16,60	13,85	9,35	4,70	2,36
b:	6,0	6,6	7,9	11,6	16,5	19,9	20,7	20,4	17,0	12,9	8,7	7,0
c:	-4,9	-5,5	-0,2	4,8	9,3	11,2	14,2	13,8	10,3	5,9	0,6	-5,5
d:	10,9	12,1	8,1	6,8	7,2	8,7	6,2	6,6	6,7	7,0	8,1	12,5
Löningen												
a:	0,71	1,65	3,65	7,43	12,02	15,35	16,68	15,93	12,94	8,56	4,02	1,71
b:	5,4	5,5	6,8	10,0	16,8	19,5	20,0	19,7	15,9	11,4	8,1	6,2
c:	-4,8	-8,4	-1,0	4,4	8,9	11,1	13,2	13,3	9,8	5,0	0,2	5,7
d:	10,2	13,9	7,8	5,6	7,9	8,4	6,8	6,4	6,1	6,4	7,9	11,9
Emden												
a:	0,88	1,73	3,73	7,31	11,63	15,02	16,64	16,27	13,62	9,11	4,42	2,06
b:	5,5	5,4	7,1	9,9	16,1	18,8	19,7	19,6	16,3	11,4	8,7	6,2
c:	-3,7	-7,0	-0,5	4,0	8,9	11,0	13,8	13,9	11,0	6,0	1,2	-4,3
d:	9,2	12,4	7,6	5,9	7,2	7,8	5,9	5,7	5,3	5,4	7,5	10,5

¹³ Steinhäuser, Meteorologie des Sonnblicks. S. 13/14.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Gütersloh:	a: 1,70	8,48	16,77	9,17	9,03
	b: 4,6	11,2	19,5	11,3	10,4
	c: -2,5	5,4	15,0	7,1	7,1
	d: 7,1	5,8	4,5	4,2	3,3
Kleve	a: 2,12	8,50	16,51	9,30	9,11
	b: 4,9	10,8	18,7	11,4	10,6
	c: -1,9	6,1	14,5	7,6	7,5
	d: 6,8	4,7	4,2	3,8	3,1
Löningen:	a: 1,37	7,70	15,99	8,51	8,39
	b: 4,1	10,4	18,9	10,6	9,9
	c: -3,3	6,1	14,4	6,8	6,9
	d: 7,4	4,3	4,5	3,8	3,0
Emden:	a: 1,56	7,56	15,98	9,05	8,56
	b: 4,2	9,7	18,9	11,1	10,1
	c: -2,2	4,9	14,1	7,5	6,5
	d: 6,4	4,8	4,8	3,6	3,6

Bei den graphischen Darstellungen habe ich auf der Abszisse jedes Mal die Jahreszahlen für den betreffenden Zeitraum angegeben. Im Text dagegen habe ich die übergreifenden 30jährigen Mittel stets durch das letzte Jahr bezeichnet, wie es allgemein üblich ist. Mit der Jahreszahl 1930 ist also das Mittel 1901/1930 gemeint.

In den Tabellen 5 und 6 sind die Normalwerte für den genannten Zeitraum zusammengestellt. Ferner habe ich das höchste und niedrigste Mittel der ganzen Reihe, also aus der gesamten Beobachtungsdauer der einzelnen Stationen, hinzugefügt, da es nicht uninteressant ist, die Variationsbreite kennen zu lernen, die die Einzelwerte haben. Sie sind also nicht untereinander vergleichbar.

Wir sehen aus der Tabelle 5, daß die Unterschiede der extremen Monatsmittel sehr beträchtlich sind. Dabei weist der Winter die größten Differenzen auf, dann folgt der Frühling, der Sommer und zuletzt der Herbst. Ein jährlicher Gang läßt sich bei den Monaten nicht feststellen. Die größte Differenz zwischen den extremen Monatstemperaturen weist der Monat Februar der Station Löningen, die kleinste der April ebenfalls von Löningen auf.

Tabelle 6.

Normalwerte, höchste und niedrigste Summen des Niederschlags (mm)

(Zeile a: Normalwert, Zeile b: größte Monatssumme. Zeile c: kleinste Monatssumme)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Gütersloh	a: 58,9	47,9	53,4	43,4	58,1	71,0	83,3	74,7	55,5	57,9	57,4	68,0
	b: 124	133	131	146	148	208	189	173	130	168	136	187
	c: 6	3	9	3	12	16	14	13	10	3	7	1
Kleve	a: 62,8	50,4	56,9	46,0	55,7	62,7	79,1	79,4	60,6	67,0	64,9	76,7
	b: 129	137	144	122	151	194	210	181	144	199	160	163
	c: 7	5	4	2	13	9	0	4	2	4	1	3
Löningen	a: 53,0	44,0	51,8	40,8	51,2	65,0	83,8	77,7	55,4	57,3	53,9	58,8
	b: 151	152	128	129	138	175	168	172	129	138	138	157
	c: 7	4	8	4	12	8	8	16	5	1	12	2
Emden	a: 55,1	43,3	49,8	40,7	48,7	63,6	76,5	89,5	67,4	69,2	63,6	63,7
	b: 116	123	114	94	117	148	242	211	164	156	135	147
	c: 5	5	6	3	11	3	15	15	11	2	5	4

		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Gütersloh	a:	174,8	154,9	229,0	170,8	729,5
	b:	313	280	384	330	1064
	c:	72	75	103	72	486
Kleve	a:	189,9	158,6	221,2	192,5	762,2
	b:	332	307	410	360	1100
	c:	81	55	70	64	469
Löningen	a:	155,8	143,8	226,5	166,6	692,7
	b:	316	237	414	302	947
	c:	67	69	97	76	490
Emden	a:	162,1	139,2	229,6	200,2	731,1
	b:	297	239	446	361	1005
	c:	62	52	67	57	495

Die Zahlen der Tabelle 6 lassen deutlich die großen Unterschiede der Witterung in den einzelnen Jahren, Jahreszeiten und Monaten erkennen. Z. B. finden wir auf der einen Seite fast vollständig trockene Monate mit kaum meßbarem Niederschlag, während auf der anderen Seite der Niederschlag weit über dem Normalen liegt.

I. Temperaturschwankungen

A. Jahres-, Jahreszeiten- und Monatstemperaturen

Die Ergebnisse dieses Abschnittes sind in den Abbildungen 1 bis 22 dargestellt. Besonders hingewiesen sei auf die Abb. 18—22. Für diese Darstellungen wurden die Reihen von Gütersloh und Kleve, wie S. 9 näher ausgeführt wurde, genommen. Sie sollen zum Vergleich der Ergebnisse dienen.

Jahrestemperaturen. Die Jahreskurven (Abb. 1) zeigen uns keine einheitliche stetige Zunahme der Temperatur, vielmehr gilt ganz allgemein, daß von Beginn der Beobachtungsperiode (1864)¹ zunächst ein Anstieg bis 1885/86 erfolgte, dem sich dann bis 1908 ein Rückgang anschloß, der wieder abgelöst wird durch einen allgemeinen Anstieg, der bis 1936 anhält.

Den niedrigsten Wert finden wir am Anfang der Beobachtungsreihe von Gütersloh,

Jahr:	1864	1886	1908	1921
Gütersloh	+0,32	-0,30	+0,24	

1864 betrug die negative Abweichung 0,20°. Bis 1886 erfolgte eine Steigerung, die nicht ganz gleichmäßig vor sich ging². Nach dieser wärmeren Periode nahm die Temperatur bis 1908 ab, wobei annähernd derselbe niedrige Wert wie zu Beginn der Beobachtungsreihe erreicht wurde. Der darauf folgende Anstieg ist hier bis 1921 gut zu erkennen. Die Kurven der drei anderen Stationen zeigen uns aber, daß die Steigerung noch weiter ging, zwar nicht mehr so steil wie bis 1921, sondern bis 1931 ausgeglichener, um dann wieder stärker anzusteigen. Hierdurch wurde bei den Stationen Kleve, Lönningen und Emden 1936 der höchste Wert er-

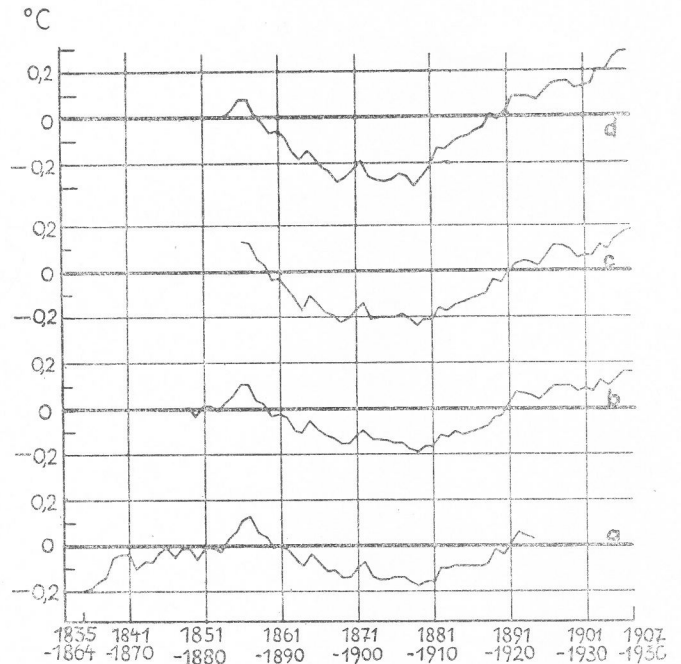


Abb. 1
Übergreifende 30jährige Mittel der Jahrestemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönningen (c), Emden (d)

¹ Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß z. B. mit der Jahreszahl 1864 das 30-jährige Mittel 1835—1864 gemeint ist.

² Das Ausmaß der Zunahme bzw. der Abnahme ist in den kleinen Tabellen im Text zusammengefaßt, dabei ist + = Zunahme, — = Abnahme.

reicht. Im Gegensatz zu Gütersloh, dessen Maximum 1886 erreicht wurde, lag das erste Maximum bei Lönningen auf 1885, während in Kleve und Emden beide Perioden denselben Wert hatten. Die Abnahme von

Jahr:	1885/86	1908	1936
Kleve	-0,30	+0,35	
Lönningen	-0,38	+0,42	
Emden	-0,37	+0,57	

1885/86 bis 1908 war in Lönningen und Emden größer als in Kleve und Gütersloh, ebenso die folgende Zunahme. Hier fällt besonders der große Wert von Emden auf. Lönningen und Emden zeigen also die größten Schwankungen in der mittleren Jahrestemperatur.

Jahreszeitentemperaturen. Die größten Änderungen finden wir im Winter und, wie später gezeigt wird, in den Wintermonaten, die ja im allgemeinen schon durch ihre große durchschnittliche Abweichung gekennzeichnet sind. Die kältesten Winter lagen in den ersten Jahrzehnten unserer Beobachtungsperiode (Abb. 2). 1865 betrug die mittlere Wintertemperatur von Gütersloh $0,72^{\circ}$ unter der normalen. Es erfolgte eine schnelle Steigerung der Temperatur:

Winter:	1865	1885
Gütersloh	+0,79	
	1885	1899
	-0,56	
	1899	1908
	+0,01	
	1908	1923
	+0,78	

ratur, sodaß sie 1885 soeben über den Normalwert kam, um aber ebenso schnell wieder negative Abweichungen anzunehmen. Der Rückgang dauerte bis 1899 und leitete eine kältere Periode ein, die 1908 durch einen beinahe ebenso tiefen Wert wie 1899 ihren Abschluß fand. Dann setzte die durchgreifendste Änderung der Wintertemperatur mit einer großen und schnellen Zunahme ein, so daß die Steigerung in Gütersloh bis 1923 bereits denselben Wert erreicht wie die Zunahme von 1865 bis 1885. Aber wie Kleve, Lönningen und besonders Emden zeigen, herrschte die steigende Tendenz nach 1923 noch weiter vor, wobei der kalte Winter 1928/29 einen deutlichen Rückgang hervorrief. Ein kleinerer Rückfall trat noch 1933 ein. Durch diese große Zunahme waren die mittleren Wintertemperaturen von Kleve und Lönningen auf 0,5 und von Emden auf $0,6^{\circ}$ über den Normalwert angestiegen.



Abb. 2
Übergreifende 30jährige Mittel der Wintertemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönningen (c), Emden (d)

Verlängern wir die Kurve von Gütersloh mit Hilfe der Werte von Kleve und Lönigen, so ergibt sich eine Gesamtänderung der mittleren Wintertemperatur von $1,3^{\circ}$ für Gütersloh.

Die Kurven von Kleve, Lönigen und Emden haben vor 1923 im allgemeinen denselben Verlauf wie die von Gütersloh. Es fiel jedoch das Minimum in Kleve und Lönigen auf die Periode 1908, dagegen war es bei Emden bereits 1897 erreicht, also noch früher als in Gütersloh. Die Abnahme war in Lönigen am größten, in Emden am kleinsten, die Zunahme ergab jedoch für Emden den größten Wert, während sie in Kleve und Lönigen den gleichen Wert ergab.

Winter:

	1885	1908	1936
Kleve	-0,65	+1,07	
Lönigen	-0,72	+1,07	
	1885	1897	1936
Emden	-0,54	+1,15	

Bei den Kurven des Frühlings (Abb. 3) fällt besonders das stetige Ansteigen der Temperatur seit 1902 mit nur einem kräftigen Rückfall in den Jahren 1923/24 auf. Nach 1924 ist der Anstieg langsamer.

Frühling:

	1864	1869/70
Gütersloh	+0,24	
	1869/70	1879
	-0,27	
	1879	1886
	+0,35	
	1886	1902
	-0,21	
	1902	1922
	+0,48	
	1902	1936
Kleve	+0,49	
Lönigen	+0,54	
Emden	+0,82	

Vor 1902 aber weist die Frühlingstemperatur häufige Schwankungen auf. Die Kurve von Gütersloh beginnt mit einem plötzlichen Anstieg, dem ein nicht ganz so schneller, aber etwas größerer Abstieg bis 1879 folgt. Hier setzt wieder eine schnelle und große Zunahme bis 1886 ein. Die dann folgende Abnahme bis 1902 ist sehr ungleichmäßig. Noch weniger ist der Rückgang bei Kleve ausgeprägt, jedoch bei den Stationen Lönigen und Emden tritt er klar hervor. Hierauf folgte die bereits geschilderte Zunahme, die bei Emden um $0,3^{\circ}$ höher ist als bei den beiden anderen Stationen.

Betrachten wir beim säkularen Gang der Sommertemperatur zuerst die Orte Gütersloh und Kleve (Abb. 4), so können wir eine fast dauernde Abnahme seit 1881 feststellen, die nur durch eine geringe Zunahme von 1891 bis 1901 unterbrochen wurde, nachdem zu Beginn der Beobachtungszeit, wie uns die Werte von Gütersloh zeigen, eine ebenso deutliche Erwärmung vorhanden war. Die Abnahme war 1931 beendet. Gegenüber diesem klaren

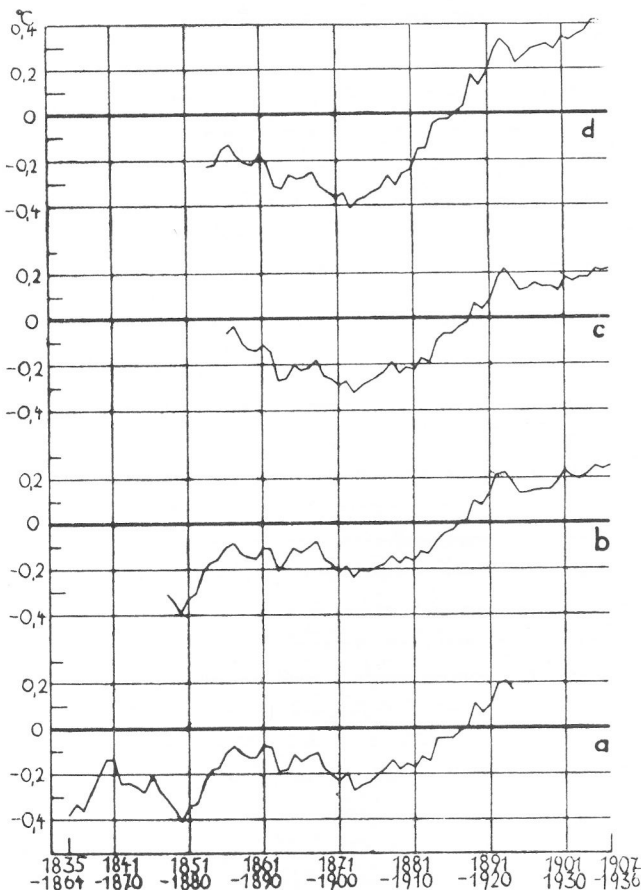


Abb. 3

Übergreifende 30jährige Mittel der Frühlingstemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

Rückgang der Temperatur sind bei Lönigen und Emden z. T. weitgehende Unterschiede vorhanden. Erstens ist der Rückgang nach 1886 stärker ausgeprägt. Zweitens ist keine Zunahme der Temperatur von 1891 bis 1901 vorhanden, sondern bei Emden eine weitere Abnahme, während in Lönigen die Temperatur auf derselben Höhe blieb. Drittens ist

Sommer:

	1865	1881	1923
Gütersloh	+ 0,26		- 0,56
		1881	1931
Kleve		- 0,69	
		1886	1931
Lönigen		- 0,61	
	1883	1909	1936
Emden	- 0,84	+ 0,28	

der Rückgang bei Emden 1909, der außerdem in diesem Zeitabschnitt weit größer war als bei Kleve im gesamten Abschnitt, und bei Lönigen 1910 beendet. Dann folgte im Gegensatz zu Kleve und Gütersloh in Emden eine Zunahme der Sommertemperatur, die besonders in den letzten Jahren stärker hervortritt. Lönigen steht zwischen diesen Stationen, indem die Temperatur hier seit 1910 im wesentlichen die gleichen Werte beibehält, jedoch wurde auch hier wie bei Kleve der Tiefstwert 1931 erreicht.

Im Vergleich zu den anderen Jahreszeitenkurven müssen wir im Herbst (Abb. 5) einen ausgeglichenen Verlauf feststellen. Aber auch in dieser Jahreszeit zeigten sich wieder regionale Unterschiede. Während die Temperatur in Gütersloh bis zum Schluß der Beobachtung abnahm, wurden in Kleve und Lönigen bereits 1897 dieselben niedrigen Werte er-

Abb. 5

Übergreifende 30jährige Mittel der Herbsttemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

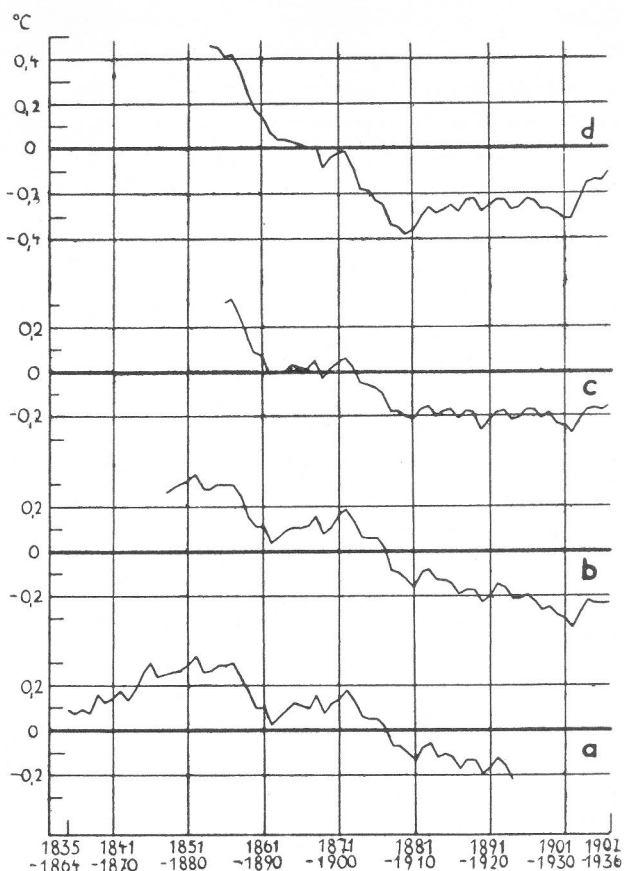
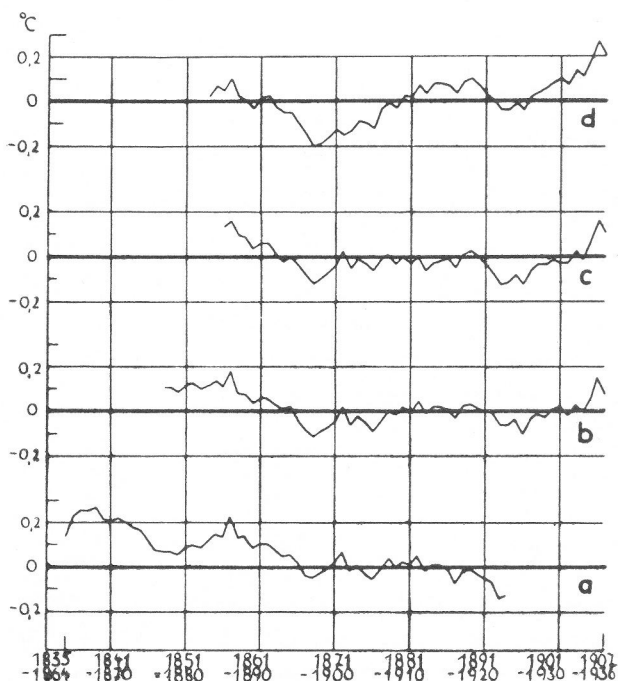


Abb. 4

Übergreifende 30jährige Mittel der Sommertemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)



reicht wie 1926 bzw. 1922. Zwischen diesen Minima blieben die Kurven auf derselben Höhe. Nach 1925 erfolgte eine Erwärmung. Der größte Unterschied zeigte sich aber im säkularen Gang von Emden. Seit 1897 stieg die Temperatur fast stetig an, nur durch den Rückfall von 1918—1922 unterbrochen.

Herbst:			
	1868		1922
Gütersloh		- 0,41	
	1897		1935
Emden		+ 0,47	

Monatstemperaturen. Anschließend betrachten wir den säkularen Gang der Monatstemperaturen und beginnen mit den Wintermonaten. Eine weitgehende Übereinstimmung ergab sich zwischen den Kurven des Winters und denen des Monats Januar (Abb. 6), wobei die Ausmaße der Schwankungen im Januar am größten sind. Es fand also auch hier von 1864 bis 1880 eine Erwärmung statt. Es folgte ein durch häufiges

Januar:			
	1864		1880
Gütersloh		+ 1,15	
	1880		1897
		- 0,84	
	1908		1923
		+ 0,99	

Schwanken unterbrochenes Absteigen mit den beiden Extremwerten von 1897 und 1908. Hier setzte die durchgreifendste Erwärmung im Januar ein. Sie wurde durch zwei Kälterückfälle unterbrochen von 1911—1914 und von 1927—1929. Welche außerordentliche Steigerung der Temperatur die Serie von warmen Januarmonaten von 1914 bis 1927 hervor gebracht hat, zeigen untenstehende Zahlen. Der höchste Mittelwert wurde 1936 erreicht mit über 0,8°

Januar:			
	1914		1927
Kleve		+ 1,25°	
Löningen		+ 1,36°	
Emden		+ 1,40°	

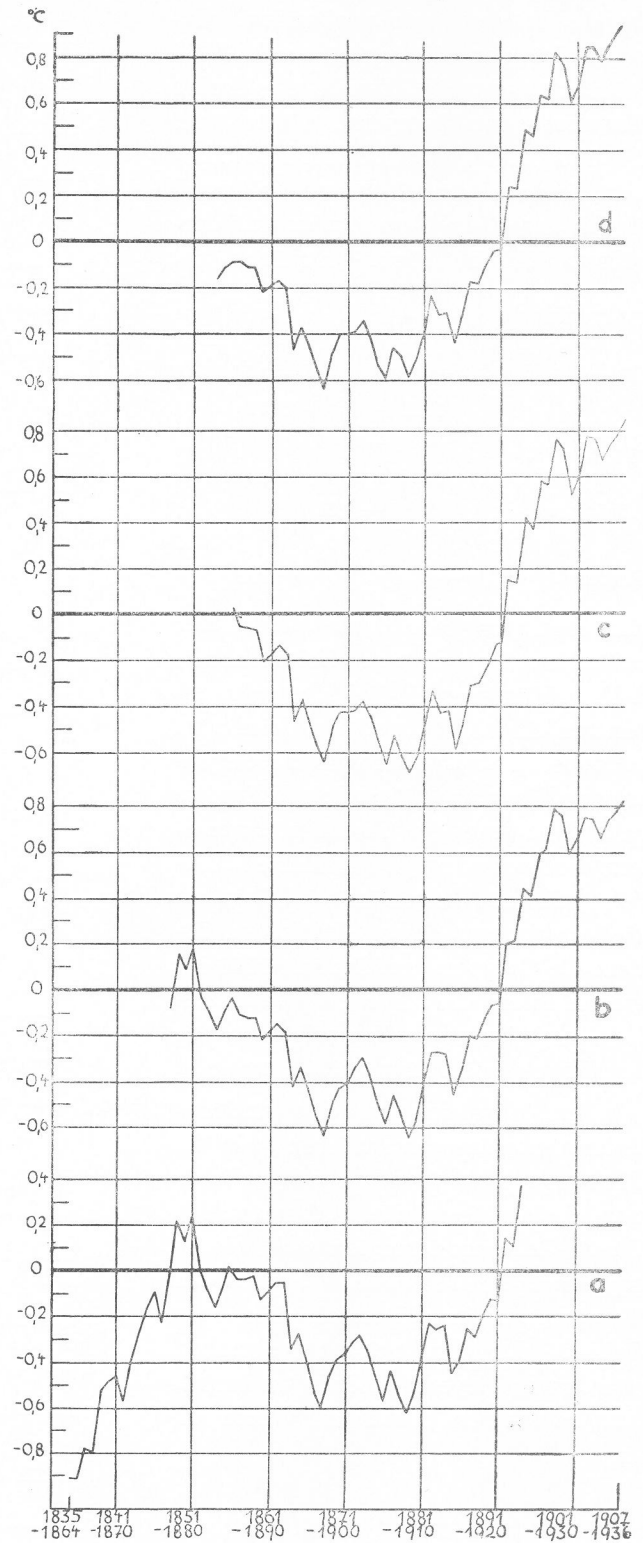


Abb. 6
Übergreifende 30jährige Mittel der Januartemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Löningen (c), Emden (d)

über dem normalen. Der Verlauf der Kurven ist an allen Orten im allgemeinen gleich. Nur während in der kälteren Periode um 1900 bei Gütersloh, Kleve und Lönningen der Tiefstwert 1908 erreicht wurde, trat er in Emden bereits 1897 ein, jedoch sind die Unterschiede zwischen diesen beiden Extremen nicht sehr groß. Von diesen Perioden bis 1936 liegt also die gesamte Änderung der Januar-temperatur in den letzten Jahrzehnten, sie war am größten

Januar:

	1908		1936
Kleve		+ 1,46	
Lönningen		+ 1,55	
	1897		1936
Emden		+ 1,60	

bei Emden. Berechnen wir auch hier wie bei der Wintertemperatur den Mittelwert von Gütersloh 1936, so würde er um $0,8^\circ$ über dem normalen liegen; wir erhalten demnach in der uns zur Verfügung stehenden Beobachtungszeit eine Gesamtänderung der 30jährigen Mittel von $1,7^\circ$ (1864 bis 1936), d. h. ohne Berücksichtigung der dazwischen liegenden Schwankungen.

Auch der Temperaturverlauf des Februar (Abb. 7) läßt zwar noch eine Ähnlichkeit mit der Winterkurve erkennen, jedoch sind bereits große Unterschiede vorhanden. Wie

Februar:

	1865	1885	1902
Gütersloh		+ 1,34	- 1,02
	1885	1902	1917
Kleve	- 1,05		+ 0,81
Lönningen	- 1,11		+ 0,69
	1885	1902	1928
Emden	- 0,86		+ 0,98

im Januar setzte auch im Februar eine große Steigerung der Temperatur ein, aber hier mit häufigen Unterbrechungen (Gütersloh).

Das Maximum wurde in diesem Monat aber erst 1885 erreicht, es ist zugleich an den Stationen Gütersloh, Kleve und Lönningen der höchste Mittelwert. Der äußerst schnelle Rückgang bis 1902 leitete eine kältere Periode ein, die erst 1917 durch den Anstieg der Temperatur beendet wurde. Im Gegensatz hierzu setzte bei Emden bereits von 1902 an eine deut-

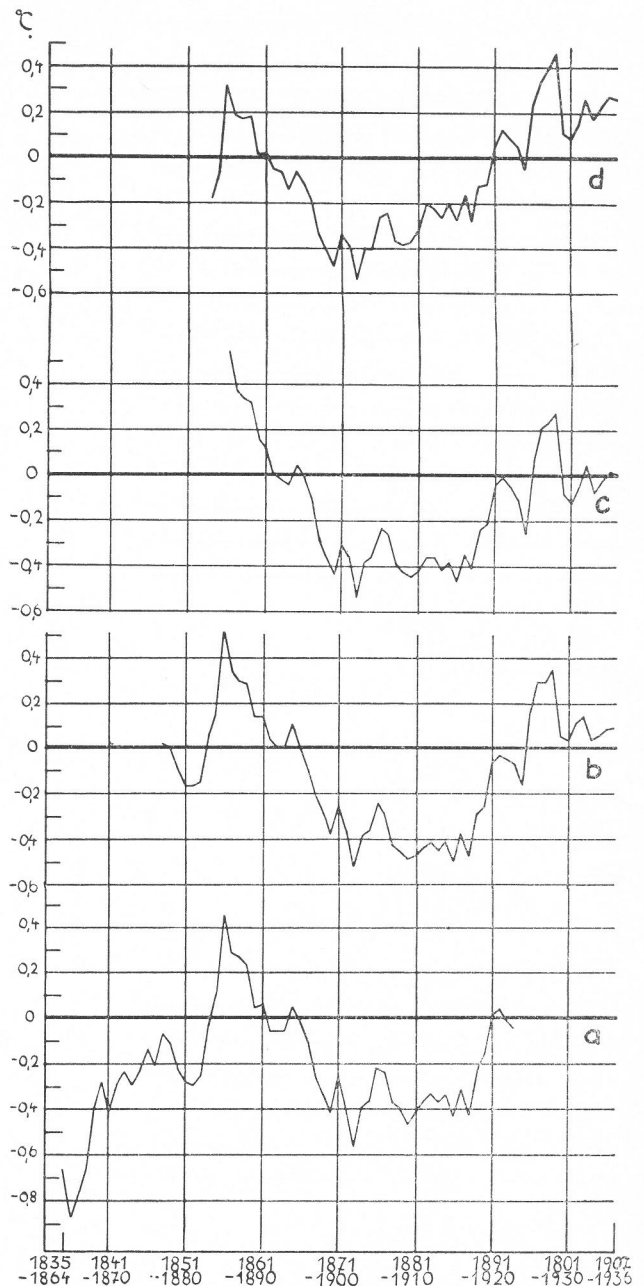


Abb. 7

Übergreifende 30jährige Mittel der Februartemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönningen (c), Emden (d)

liche Erwärmung ein. Die Zunahme dauerte bis 1928, wobei in Emden jetzt der höchste Mittelwert erreicht wurde. Der kalte Winter 1928/29, der ja seine größte Heftigkeit erst im Februar entfaltete, rief den ungeheuer starken Rückfall hervor, von dem sich die Temperatur des Februar noch nicht wieder erholt hat, wenn auch wieder, besonders in Emden, eine geringe Zunahme vorhanden ist.

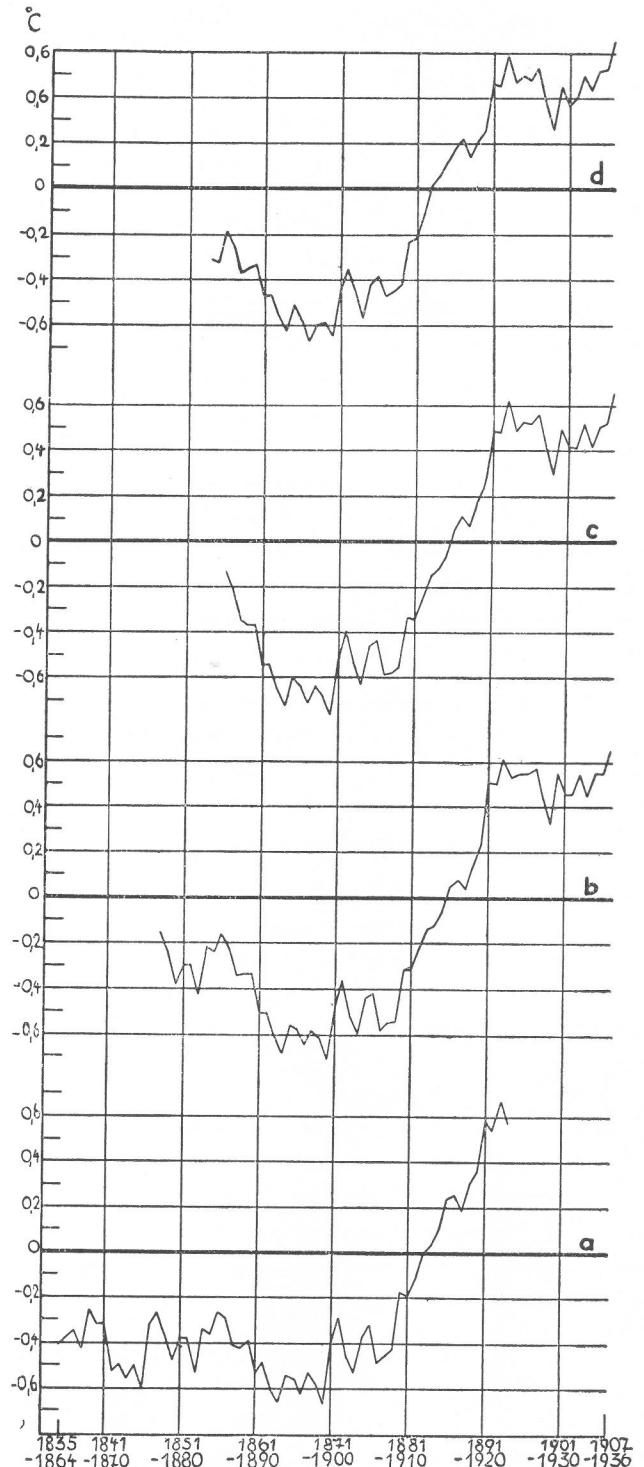
Im Gegensatz zu den beiden anderen Wintermonaten weist der Dezember (Abb. 8) nur eine große Änderung der Temperatur, und zwar hauptsächlich im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts auf. Dieses zeigt uns besonders deutlich die Kurve von Gütersloh; im Gegensatz hierzu zeigen nämlich die anderen Stationen von 1885 bis 1893 einen größeren Rückgang, der aber nicht den großen Änderungen in den beiden anderen Monaten gleichkommt. Bis 1906, wo der große Temperaturanstieg begann, ist also nur ein relativ geringes Schwanken festzustellen. 1922 war die Zunahme beendet und erreichte sehr hohe Werte.

Dezember:

	1906	1922
Gütersloh	+ 1,16	
Kleve	+ 1,20	
Löningen	+ 1,21	
Emden	+ 1,06	

Wir müssen also feststellen, daß der Dezember innerhalb von 16 Jahren um $1,2^{\circ}$ wärmer geworden ist. Nach einer geringen Abnahme erfolgte jedoch in den letzten Jahren wieder ein Ansteigen, sodaß 1936 der größte Mittelwert des Dezembers verzeichnet

Abb. 8
Übergreifende 30jährige Mittel der
Dezembertemperaturen von Gütersloh (a),
Kleve (b), Löningen (c), Emden (d)



wurde. Da bei 1899, in Emden bei 1896, der tiefste Mittelwert liegt, so umfaßt die Periode 1899 bis 1936 die gesamte Änderung, sie beträgt $1,4^{\circ}$.

Dezember:

	1899	1936
Kleve		+ 1,36
Löningen		+ 1,44
Emden		+ 1,33

Die Betrachtung der Temperatur in den einzelnen Frühlingssmonaten zeitigte das überraschende Ergebnis, daß die Monate März und Mai die gleiche Tendenz der Steigerung zeigen, da-

März:

	1866	1923
Gütersloh		+ 1,37
	1879	1930
Kleve		+ 0,92
	1890	1923
Löningen		+ 1,06
Emden		+ 1,07

gegen weist der April allgemein eine Abnahme auf. Nach einem anscheinend etwas stärkeren Rückgang (Gütersloh) im März (Abb. 9) begann seit 1866 ein im ganzen stetiger Aufstieg, nur um 1890 durch einen größeren Kälterückfall unterbrochen, der aber bald wieder ausgeglichen war. Nach 1910 war das Ansteigen besonders stark. Das Maximum wurde 1923 erreicht, das zwar bei Kleve 1930 noch ein wenig übertroffen wurde (in Emden haben die beiden Perioden 1923 und 1930 denselben Wert), aber ein weiterer Anstieg ist seit 1923 nicht mehr festzustellen, die Temperatur blieb mit nur geringen Schwankungen ziemlich auf derselben Höhe. Die Gesamtänderung veranschaulichen uns demnach die Werte von Gütersloh, sie betrug beinahe $1,4^{\circ}$.

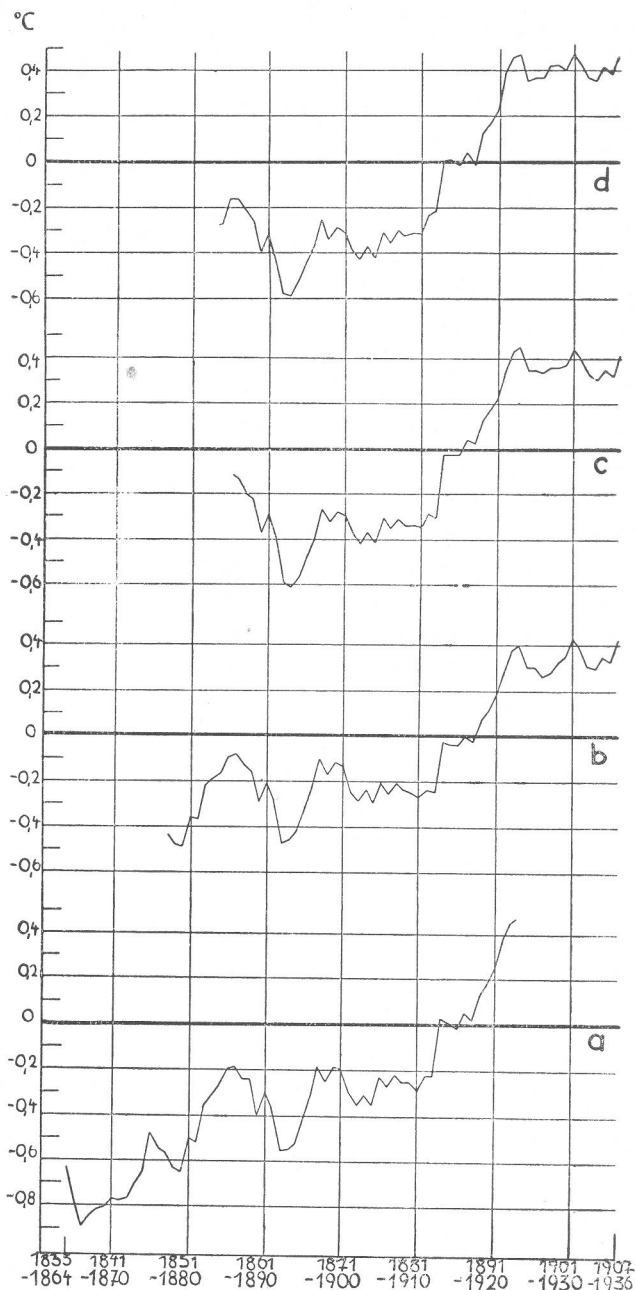


Abb. 9

Übergreifende 30jährige Mittel der Märztemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Löningen (c), Emden (d)

Fast denselben Verlauf weisen die Kurven des Monats Mai (Abb. 10) auf, aber mit einer zeitlichen Verschiebung. Die ersten Mittelwerte ergaben einen Anstieg und dann einen großen Rückgang (Gütersloh) der Temperatur, bis nach 1879 die Erwärmung des Monats Mai einsetzte, ebenfalls wie im März durch einen Rückfall, aber hier um 1900, unterbrochen.

Während wir aber im März feststellen mußten, daß die schnelle Zunahme der Temperatur erst nach 1910 begann, setzte sie im Mai sogleich nach

Mai:

	1870	1879	1918
Gütersloh	-0,78	+0,95	
		1879	1932
Kleve		+1,31	
		1902	1932
Kleve		+1,08	
Löningen		+0,98	
Emden		+1,26	

dem Rückfall, also kurz nach der Jahrhundertwende, ein und dauerte bis 1932 an. Besonders groß ist in diesem Zeitabschnitt der Anstieg in Emden, am kleinsten in Löningen. Ob der schwache Rückgang in den letzten Jahren eine Umkehr bedeutet, ist nicht zu entscheiden. Die Gesamtänderung betrug in Kleve 1,3°.

Wie schon erwähnt, steht der säkulare Gang der Temperatur im April (Abb. 11) zu dem der beiden anderen Monate im Gegensatz. Die schnellste und durchgreifendste Änderung machte die Temperatur des April in den ersten 5 Jahren durch. Das Maximum fiel in

April:

	1864	1869	1894	1908
Gütersloh	+0,61		-0,58	
			1894	1932
Kleve			-0,61	
	1886	1908		1935
Löningen	-0,61			
Emden	-0,58	+0,62		

Kleve und Gütersloh erst auf 1894. Hier weist bereits der Temperaturablauf von Emden und Löningen einen Unterschied auf; das Maximum lag in den Jahren 1885 und 1886. Dann setzte hier die Temperaturabnahme ein, so daß bei 1894 nur ein Wärmerückfall vorhanden ist, der den Abstieg aber nicht wesentlich störte. In Kleve und Gütersloh aber begann die Abnahme erst 1894. Von hier ab zeigen alle Stationen bis 1908 denselben Temperaturgang. Im weiteren Verlauf traten dann große regionale Unterschiede hervor. Während in Emden eine Zunahme erfolgte, so daß 1935 ein höherer Mittelwert als 1886 verzeich-

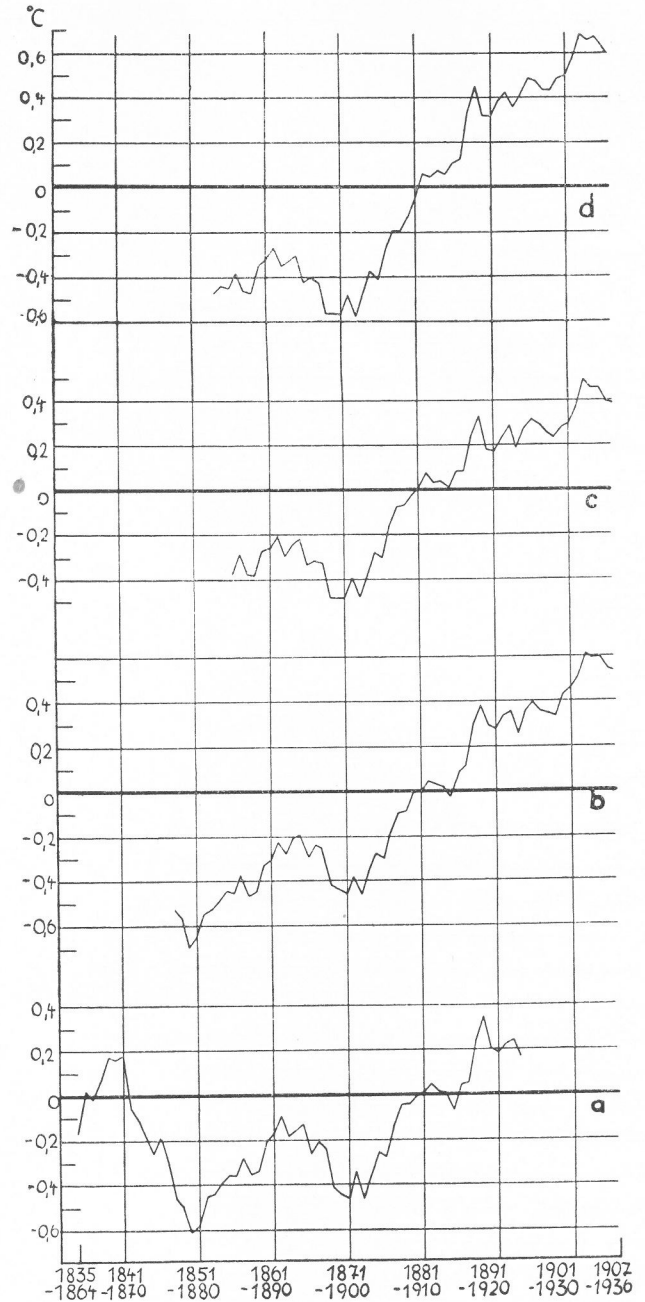


Abb. 10

Übergreifende 30jährige Mittel der Maitemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Löningen (c), Emden (d)

net wurde, war diese in Lönigen kaum vorhanden, und in Kleve ging sogar die Abnahme noch weiter, wenn auch nur sehr schwach ausgeprägt, so daß das niedrigste Mittel 1932 erreicht wurde.

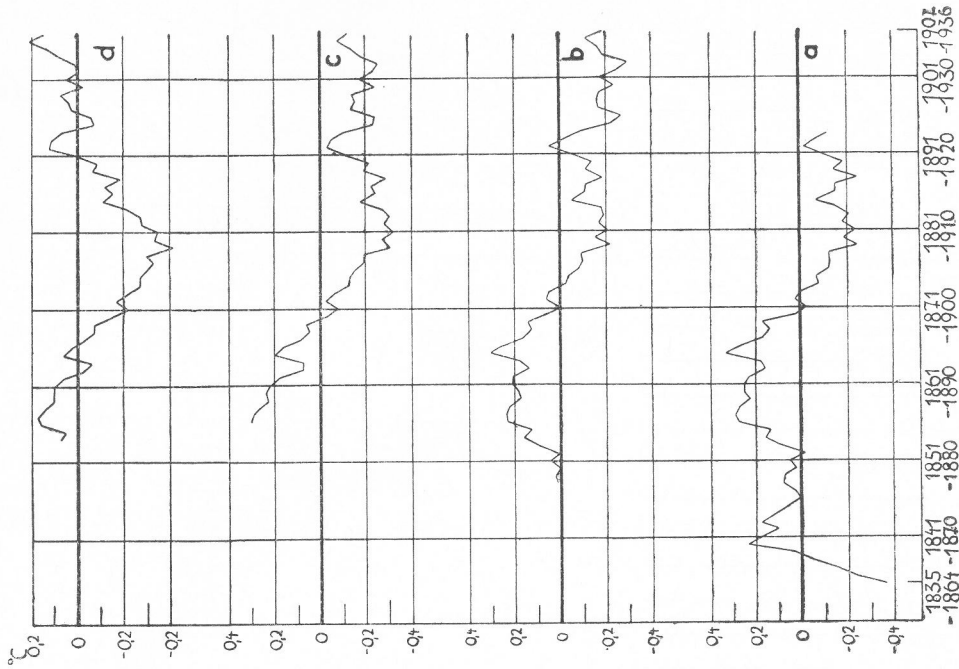


Abb. 11
Übergreifende 30jährige Mittel der Apriltemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

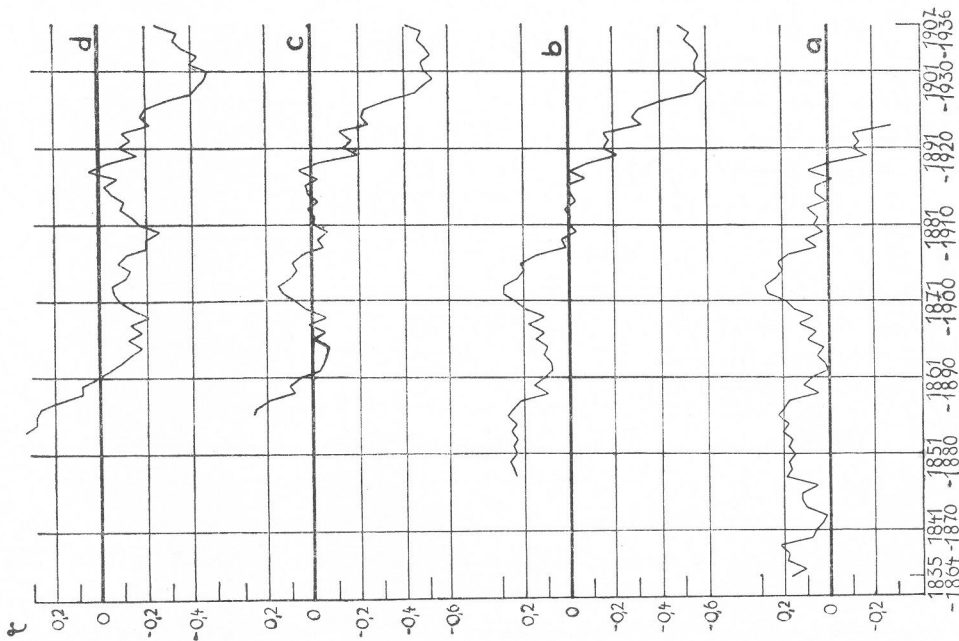


Abb. 12
Übergreifende 30jährige Mittel der Junitemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

Die Tendenz der Temperaturabnahme ist allen Sommermonaten gemeinsam, aber der Rückgang im einzelnen ist unterschiedlich. Betrachten wir die Werte des Monats Juni (Abb. 12) zuerst (besonders bei Gütersloh) nur bis 1917, so liegt durch das ziemlich gleich-

mäßige Schwanken der Gedanke an eine Periodizität sehr nahe. Aber der Anstieg, den wir hiernach von 1917 an erwarten würden, erfolgte nicht, sondern es trat im Gegenteil ein schneller und großer Rückgang bis 1929 (in Emden bis 1930) ein. Der höchste Mittelwert lag in Gütersloh und Kleve 1902, dagegen in Lönningen 1885 und in Emden 1883. Die Änderungen

Juni:

	1902	1929	1917	1929
Kleve	-0,89		-0,61	
	1885	1929	1917	1929
Lönningen	-0,79		-0,60	
	1883	1930	1917	1930
Emden	-0,80		-0,52	

waren in diesem Monat in Kleve am größten. Auffällig ist bei Emden und auch noch bei Lönningen der starke Rückgang nach 1883, ferner bei Emden der Anstieg von 1909 bis 1917, der auch bei Lönningen noch schwach vorhanden ist, aber bei Kleve und Gütersloh nicht mehr. In den letzten Jahren ist eine Erwärmung eingetreten, wie wiederum besonders die Werte von Emden erkennen lassen. Trotz dieser Zunahme lagen 1936 die Mitteltemperaturen der Stationen unter dem Normalwert, in Emden zwar nur noch $0,2^{\circ}$, aber in Lönningen noch $0,4^{\circ}$ und in Kleve $0,5^{\circ}$.

Im zweiten Sommermonat (Abb. 13) ist besonders auffallend der äußerst schnelle und gleichmäßige Anstieg bei den ersten Werten und der dann, anfangs mit grö-

Juli:

	1867	1874	1917
Gütersloh	+0,63	-0,76	
	1881	1919	1928
Kleve	-0,71	+0,42	
	1887	1919	1928
Lönningen	-0,75	+0,49	
	1886	1907	1933
Emden	-0,89	+0,49	

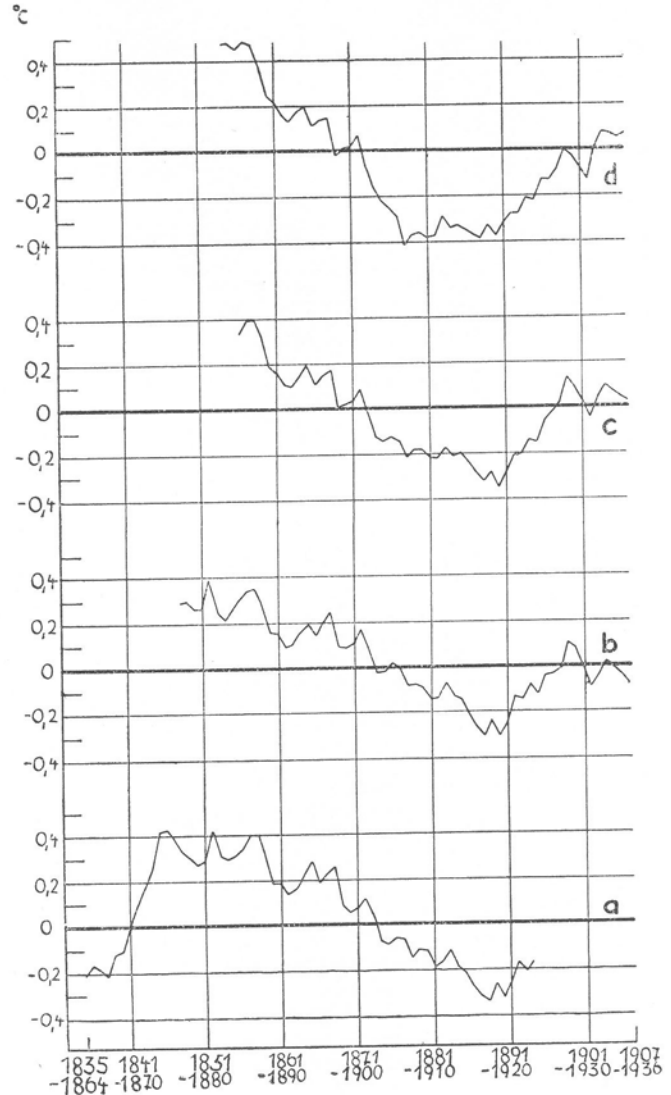


Abb. 13

Übergreifende 30jährige Mittel der Julitemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönningen (c), Emden (d)

ßen Unterbrechungen, folgende Abstieg. Während bei 8 übergreifenden Mitteln (1867—74) die Temperatur in Gütersloh um $0,6^{\circ}$ anstieg, wurde der Wert von 1867 erst 1914 wieder erreicht. Die Abnahme ging noch etwas weiter in Gütersloh bis 1917, in Kleve und Lönningen bis 1919. Die Temperatur in Emden zeigt wiederum einen etwas anderen säkularen Gang. Nach 1886 erfolgte hier ein stärkerer Rückgang als bei den anderen Orten, dieser war aber bereits mit der Periode 1907 beendet, dann blieben bis zum Anstieg, der wie bei den anderen Stationen mit demselben Mittelwert begann, die Mitteltemperaturen auf derselben Höhe. Lönningen zeigt diese Erscheinung in nicht so deutlicher Ausbildung. Der Rückgang war

bei Emden am größten trotz des kürzeren Zeitabschnittes. Die Temperaturzunahme nach 1919 fand in Kleve und Lönigen bereits 1928 ihr Ende, jedoch Emden zeigte in den letzten Jahren eine stärkere Erwärmung. 1936 lagen die Mitteltemperaturen um den Normalwert.

Die Temperaturabnahme ging im August (Abb. 14) stufenweise vor sich. Vor 1880 hielt sich die Temperatur mit geringen Schwankungen auf gleicher Höhe. Der Rückgang war in Kleve erst 1931 beendet, dagegen bei Lönigen und Emden war er schon 1910 zu

August:

	1880	1931
Kleve		-0,84
	1885	1936
Lönigen	-0,77	+0,33
	1883	1936
Emden	-1,14	+0,42

Ende. Das Ausmaß der Abkühlungen war bei Emden in diesem Zeitabschnitt von 1885—1910 größer als an den beiden anderen Stationen. In Emden betrug diese Abkühlung über 1,1°. Seit 1910 wurde der August an diesen Orten wieder wärmer. Bei Kleve trat die Erwärmung erst in den letzten Jahren ein.

Beim Betrachten der Mittelwerte für die Herbstmonate sehen wir, daß in diesen Monaten ebenso große Änderungen wie in den übrigen zu verzeichnen sind. Die Kurven des Monats September (Abb. 15) weisen im allgemeinen Verlauf viel Ähnlichkeit mit

September:

	1864	1886	1916
Gütersloh	+0,53	-0,95	
Kleve		-0,76	
Lönigen		-0,85	
Emden		-0,66	

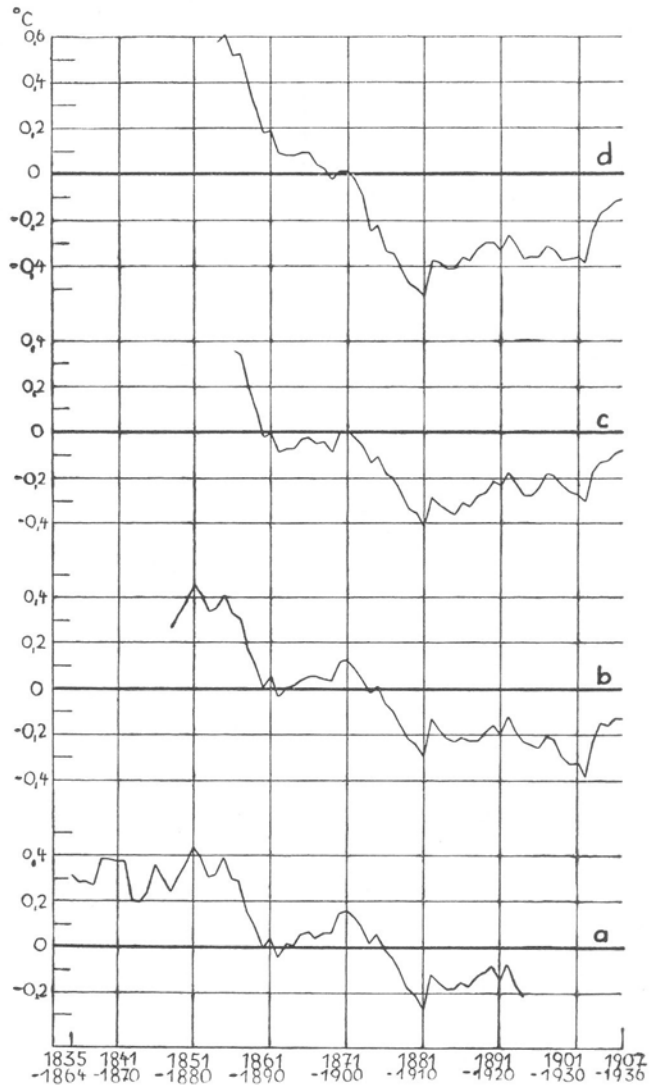


Abb. 14
Übergreifende 30jährige Mittel der Augusttemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

den Kurven der vorhergehenden Sommermonate auf. Das erste Mittel von Gütersloh stimmt ungefähr mit dem Normalwert überein. Nach zwei Jahrzehnten war das Maximum erreicht. Nach dem großen Rückgang bis 1916, der dieses Mal in Gütersloh am größten, dagegen in Emden um 0,3° kleiner ist, blieb die Septembertemperatur ziemlich gleichmäßig, bis auch hier in der letzten Zeit eine Erwärmung einsetzte. Der säkulare Gang der Temperatur in Emden stimmt in diesem Monat mit dem der anderen Orte überein, auf die geringe Abnahme wurde schon hingewiesen.

Im Oktober beginnt die Temperatur mit einem Rückgang, der bis 1895 dauerte (Abb. 16). Die dann folgende Zunahme, die nur um 1905 durch einen Kälterückfall unter-

Oktober:

	1865	1895		1885	1897	1935
Gütersloh		- 0,98	Löningen	- 0,47	+ 0,57	
	1877	1897	1935	1885	1899	1935
Kleve	- 0,79	+ 0,65	Emden	- 0,55	+ 0,71	

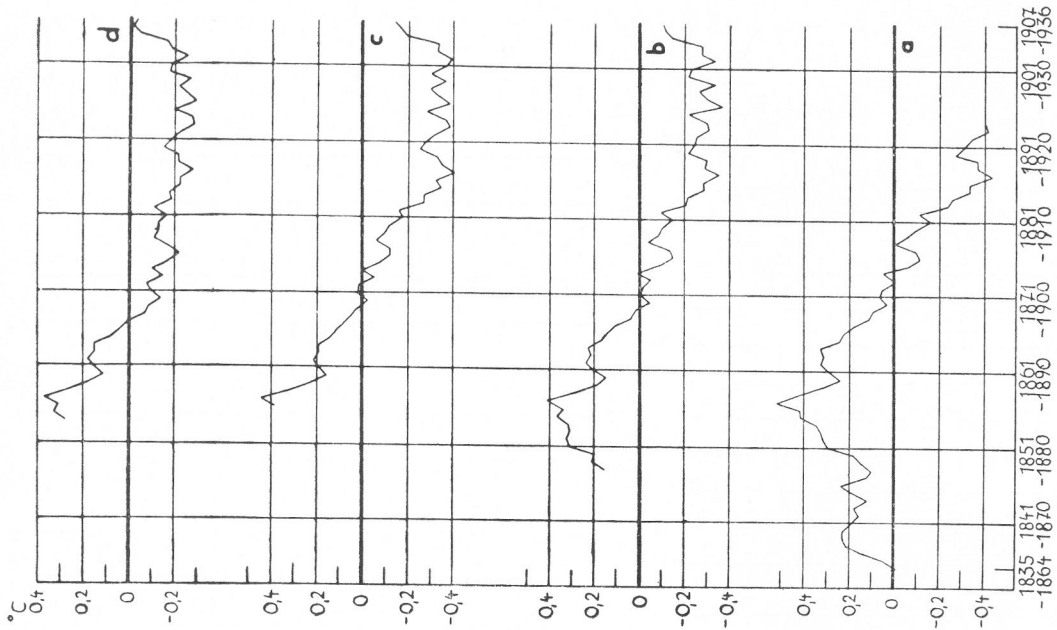


Abb. 15

Übergreifende 30jährige Mittel der Septembertemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Löningen (c), Emden (d)

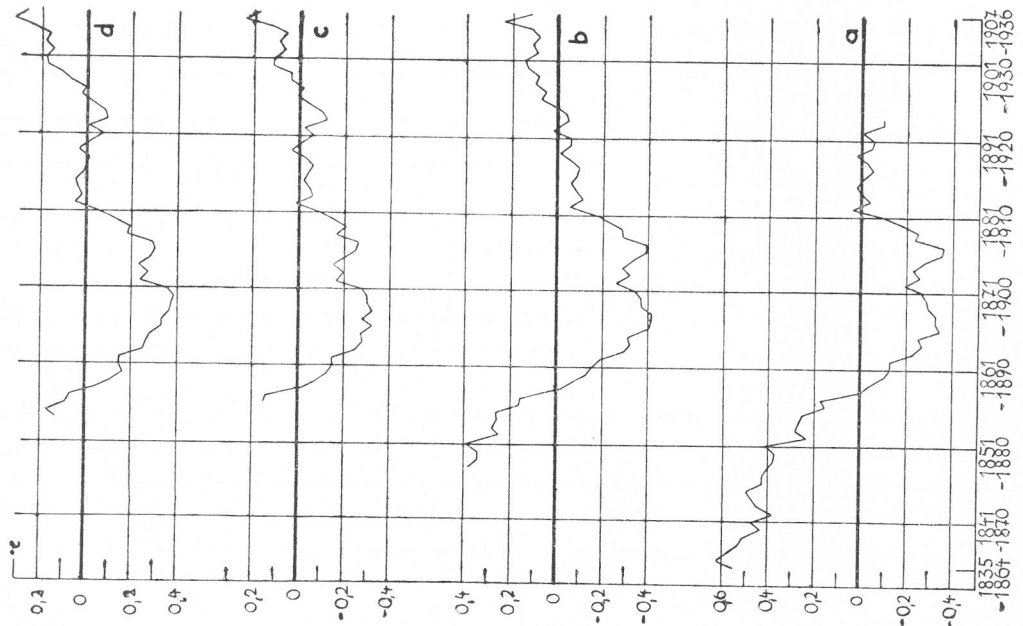


Abb. 16

Übergreifende 30jährige Mittel der Oktobertemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Löningen (c), Emden (d)

brochen wurde, der aber bei Lönigen und Emden nicht bedeutend war, ging sehr langsam vor sich, erst von 1925 ab lagen die Mittel dauernd über dem Normalwert. Der Höchstwert von 1865 wurde aber noch nicht wieder erreicht. Die große Abkühlung betrug in Gütersloh beinahe $1,0^{\circ}$, die Zunahme in Emden bereits $0,7^{\circ}$.

Wie im Oktober setzte auch im November die Temperatur mit einer Abnahme ein (Abb. 17), die aber hier ungefähr bei dem Normalwert begann. Dann folgte bis 1917 eine

November:

	1868	1880	1906
Gütersloh	-0,51		+0,83
	1880		1917
Kleve		+0,80	
	1885		1917
Lönigen		+0,57	
	1883		1917
Emden		+0,84	

Erwärmung, wie übereinstimmend die Kurven von Emden, Lönigen und Kleve zeigen. Bei Gütersloh lag der Höchstwert bei dem Mittel 1906. Die Zunahme betrug $0,8^{\circ}$. Nach der gleichmäßigen und relativ großen Abkühlung bis 1925 erfolgte wieder eine Erwärmung. Die Abkühlung war in Emden kleiner als an den anderen Orten, so daß der höchste Mittelwert durch die Zunahme auf 1935 fiel.

Zusammenfassung. Zum Schluß dieses Abschnittes fassen wir das Ergebnis kurz zusammen und vergleichen die einzelnen Kurven untereinander (vgl. Abb. 18, 19, 20, 21 u. 22). Bei der Jahrestemperatur haben wir festgestellt, daß keine gleichmäßige Steigerung erfolgte. Nach einem langsamen

Anstieg fanden wir für 1885/6 ein erstes Maximum. Es folgte ein langsamer Abstieg bis 1908 und seitdem eine stetige Zunahme, so daß am Ende unserer Beobachtungsperiode der höchste Wert der mittleren Jahrestemperatur erreicht wurde (1936). Der Winter ist in Nordwestdeutschland um $1,3^{\circ}$ wärmer geworden, jedoch erfolgte auch hier der Anstieg nicht gleichmäßig, sondern er wurde am Ende des vorigen Jahrhunderts und um die Jahrhundertwende durch eine Kälteperiode unterbrochen, so daß die Steigerung in den letzten 30 Jahren besonders schnell vor sich ging und $1,1^{\circ}$ betrug. Hierdurch fanden wir die Volksmeinung, daß die Winter heute viel wärmer sind als im vorigen Jahrhundert, bestätigt. Für den Frühling ergab sich dieselbe Tendenz. Die Gesamtzunahme betrug nach Kleve $0,6^{\circ}$, sie war also nur halb so groß wie im Winter, jedoch ist zu bemerken, daß bei Emden die gleichmäßige Steigerung seit 1902 $0,8^{\circ}$ ausmachte. Bis 1886 zeigte die Kurve große Schwankungen. Dann jedoch war der Verlauf sehr ruhig, und zwar folgte zu-

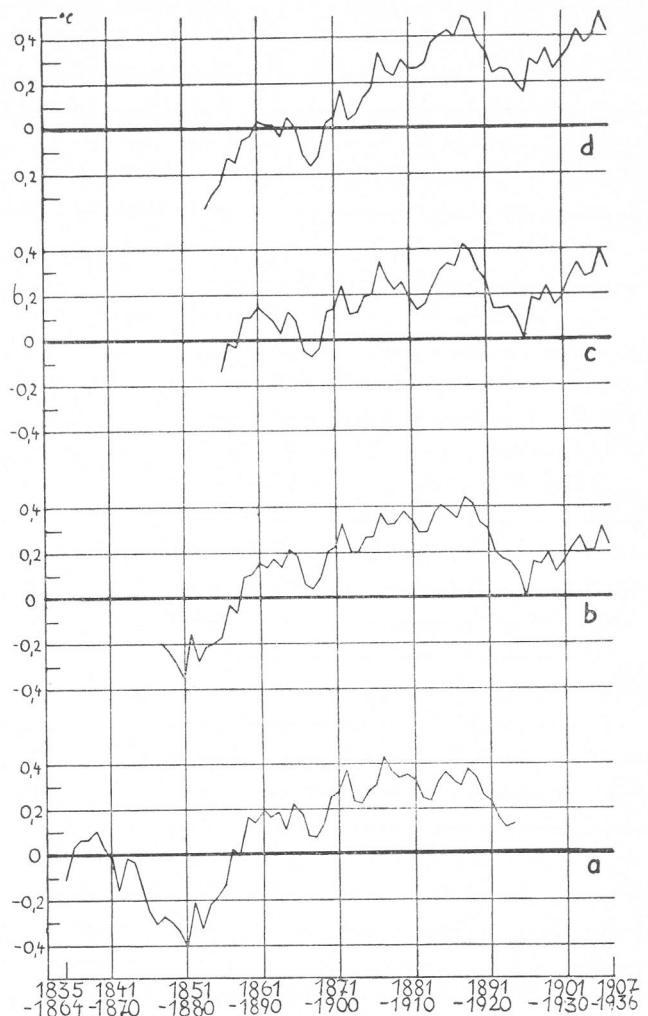


Abb. 17
Übergreifende 30jährige Mittel der Novembertemperaturen von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

erst nach 1886 eine langsame Abnahme und dann eine im allgemeinen sehr gleichmäßige Zunahme, die bis zum Schluß anhielt. Das Gegenstück zum Winter und Frühling war der Sommer, der in den letzten 50—60 Jahren um $0,7^{\circ}$ kälter geworden war nach den Reihen von Gütersloh und Kleve, die Temperaturabnahme in Emden aber war bereits 1909 beendet und betrug $0,8^{\circ}$, dann nahm die Temperatur wieder zu. Zu Beginn der Beobachtungsperiode erfolgte eine geringe Zunahme. Der Herbst wies bei Gütersloh dieselbe Tendenz wie der Sommer auf. Die Abnahme betrug aber nur $0,4^{\circ}$. Die Abnahme war bei den Stationen Kleve und Lönningen nicht so ausgeprägt wie bei Gütersloh, und in Emden nahm die Temperatur seit der Jahrhundertwende um $0,5^{\circ}$ zu. Diese Zunahme war auch in den letzten Jahren bei Kleve und Lönningen vorhanden. Im ganzen ist der Herbst durch einen ausgeglichenen Temperaturablauf gekennzeichnet.

Durch dieses entgegengesetzte Verhalten der Temperatur von Sommer und Herbst zu Winter und Frühling ist natürlich die Schwankung der Jahresmittel viel geringer. Vergleichen wir die Jahreskurve mit den Jahreszeitenkurven (Abb. 18)¹, so sehen wir, daß das Bild der Jahreskurve weitgehend mit dem der Winterkurve übereinstimmt. Die Schwankungen der Wintertemperatur waren so groß, daß sie den Verlauf der Jahreskurven im allgemeinen bestimmten. Der Anstieg der Jahreskurve bis zum Maximum von 1885/6 war in erster Linie durch die Zunahme der Winter- und dann der Sommertemperatur bedingt. Vor 1880 nahm sowohl die Frühjahrs- als auch die Herbsttemperatur ab. Dann setzte jedoch in beiden Jahreszeiten eine Zunahme ein, so daß alle Kurven um 1885 Höchstpunkte erreichten und somit auch das Maximum der Jahreskurve hervorriefen. Der folgende Zeitabschnitt ist gekennzeichnet durch das gleichsinnige Verhalten der Temperatur in allen Jahreszeiten, nämlich durch die abnehmende Tendenz bis kurz nach der Jahrhundertwende. Die erste grundlegende Änderung in diesem Verhalten brachte der Frühling. Die bald darauf folgende außerordentlich starke Steigerung der Wintertemperatur rief dann auch die Zunahme der Jahrestemperatur hervor, während der Sommer und der Herbst die abnehmende Tendenz beibehielten. Als jedoch in den letzten Jahren das schnelle Ansteigen der Wintertemperatur aufhörte, begann der Herbst wärmer zu werden. Da auch die Frühlingsskurven ihren Verlauf nach derselben Richtung hin beibehielten, so konnte sich bei der Jahreskurve noch keine Umkehr anzeigen. Die Winterkurve zeigte in den letzten Jahren eine weitere Erwärmung. Die Sommer 1932 und 1933 brachten einen plötzlichen Abbruch der abnehmenden Tendenz. Ob aber diese plötzliche Zunahme weiter anhält, läßt sich nach dem Verhalten der letzten Sommer nicht sagen, ist aber nach dem Aussehen der Sommerkurve von Emden zu vermuten. Dieses hier skizzierte Bild gilt in erster Linie für die Stationen Gütersloh und Kleve, dann auch für Lönningen. Die Temperatursteigerung im Sommer und Herbst in den letzten Jahrzehnten bei Emden veranlaßte natürlich auch eine größere Zunahme der Jahrestemperatur als bei den anderen Stationen.

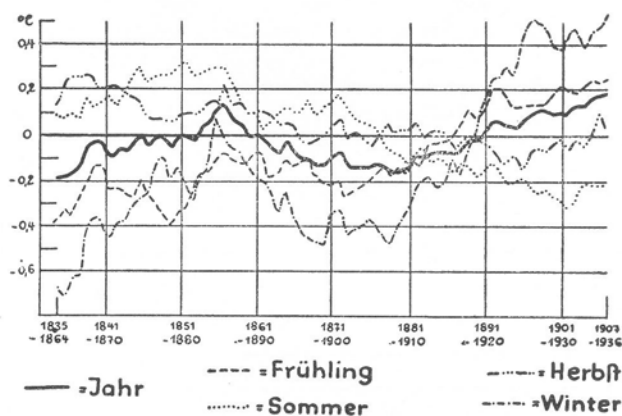


Abb. 18
Änderungen der Temperatur im Jahr und in den Jahreszeiten (Gütersloh/Kleve)

Vor 1880 nahm sowohl die Frühjahrs- als auch die Herbsttemperatur ab. Dann setzte jedoch in beiden Jahreszeiten eine Zunahme ein, so daß alle Kurven um 1885 Höchstpunkte erreichten und somit auch das Maximum der Jahreskurve hervorriefen. Der folgende Zeitabschnitt ist gekennzeichnet durch das gleichsinnige Verhalten der Temperatur in allen Jahreszeiten, nämlich durch die abnehmende Tendenz bis kurz nach der Jahrhundertwende. Die erste grundlegende Änderung in diesem Verhalten brachte der Frühling. Die bald darauf folgende außerordentlich starke Steigerung der Wintertemperatur rief dann auch die Zunahme der Jahrestemperatur hervor, während der Sommer und der Herbst die abnehmende Tendenz beibehielten. Als jedoch in den letzten Jahren das schnelle Ansteigen der Wintertemperatur aufhörte, begann der Herbst wärmer zu werden. Da auch die Frühlingsskurven ihren Verlauf nach derselben Richtung hin beibehielten, so konnte sich bei der Jahreskurve noch keine Umkehr anzeigen. Die Winterkurve zeigte in den letzten Jahren eine weitere Erwärmung. Die Sommer 1932 und 1933 brachten einen plötzlichen Abbruch der abnehmenden Tendenz. Ob aber diese plötzliche Zunahme weiter anhält, läßt sich nach dem Verhalten der letzten Sommer nicht sagen, ist aber nach dem Aussehen der Sommerkurve von Emden zu vermuten. Dieses hier skizzierte Bild gilt in erster Linie für die Stationen Gütersloh und Kleve, dann auch für Lönningen. Die Temperatursteigerung im Sommer und Herbst in den letzten Jahrzehnten bei Emden veranlaßte natürlich auch eine größere Zunahme der Jahrestemperatur als bei den anderen Stationen.

¹ Der Temperaturablauf von Emden würde ein etwas anderes Bild ergeben, jedoch zeigen die Kurven von Gütersloh und Kleve am besten die säkularen Änderungen der Temperatur.

Als Ergebnisse können wir feststellen:

1. Das Verhalten der Jahrestemperatur ist weitgehend bedingt durch die Wintertemperatur, und

2. die geringe Änderung der Jahrestemperatur ist dadurch bedingt, daß Sommer und Herbst im allgemeinen in ihrem Verhalten gegenläufig zu Winter und Frühling sind.

Von den Kurven der Wintermonate hatte die Kurve des Januar die größte Ähnlichkeit mit der des Winters. Aber auch die Kurve des Februar ließ denselben Verlauf erkennen. Große Unterschiede zeigte der Temperaturverlauf des Dezember. Hier war die auffallendste Tatsache die plötzliche Steigerung zu Beginn dieses Jahrhunderts, die in 16 Jahren eine Zunahme von $1,2^{\circ}$ brachte, während im früheren und folgenden Verlauf wohl große Schwankungen auftraten, aber keine Tendenz nach einer bestimmten Richtung vorhanden war. Im Januar fanden wir einen ersten Anstieg von annähernd $1,2^{\circ}$ zu Beginn der Beobachtungsperiode (1865—80) und einen zweiten von $1,5^{\circ}$ in diesem Jahrhundert (1908—27). Die dazwischen liegende Abnahme war aber so groß, daß die Steigerung im ganzen Zeitraum nur $1,7^{\circ}$ betrug. Im Februar war die erste Zunahme weit größer als die zweite, sie betrug $1,3^{\circ}$ im Gegensatz zu $0,8^{\circ}$ der letzten Steigerung.

Die beiden Monate Januar und Februar (Abb. 19) erfuhren also in den 60er und 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts eine starke Erwärmung, während die Dezemberkurve keine derartig großen Änderungen erkennen läßt. Während aber die Januarkurve bereits nach 1880 wieder eine Abnahme zeigte, erfolgte die große, schnelle Temperaturzunahme im Februar, die dadurch auch das Maximum der Winterkurve von 1885 hervorrief. Die dann folgende Abnahme war in erster Linie ebenfalls durch den Februar, dann durch den Januar und am wenigsten durch den Dezember bedingt. Der plötzliche Anstieg der Dezemberkurve nach 1906 veranlaßte auch das

Ansteigen der Kurve der Wintertemperatur; den weiteren Antrieb erfuhr sie durch den Januar, der nach 1914 seine zweite Steigerung durchmachen mußte und dann im geringen Umfange durch den Februar, dessen Zunahme 1917 einsetzte. Nach dem starken Anstieg hielt sich die Temperatur im Dezember und Januar mit großen Schwankungen auf derselben Höhe, jedoch zeigen beide Kurven in den letzten Jahren eine eindeutige Zunahme. Die Abnahme der Februartemperatur durch den kalten Winter 1928/29 wurde noch nicht wie im Januar durch eine Zunahme wieder ausgeglichen.

Wir haben es also im Winter nicht mit gleichmäßigen Änderungen zu tun. Die Kurven zeigten vielmehr ein sprunghaftes Aufwärts- und Abwärtsstreben, wobei die Rückfälle im Beobachtungszeitraum nicht die hohen Werte der Zunahme erreichten. Das plötzliche Abbrechen des Anstiegs der Winterkurve vor einem Jahrzehnt ließ die Vermutung aufkommen, daß bald eine Umkehr eintreten würde.

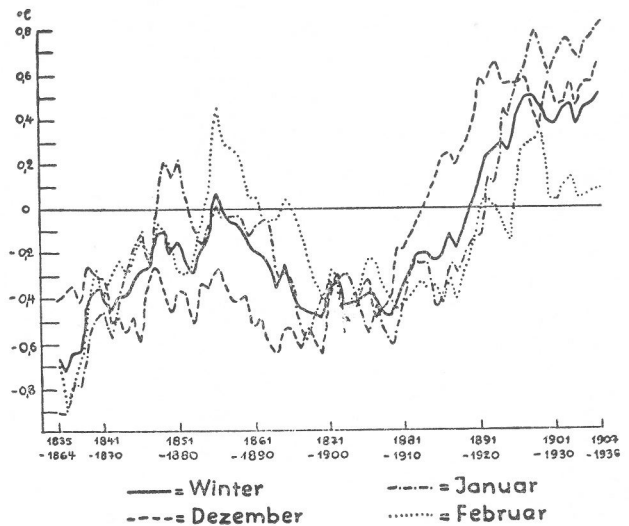


Abb. 19
Änderungen der Temperatur im Winter und in den Wintermonaten (Gütersloh/Kleve)

Jedoch hat sich dies bis jetzt noch nicht bestätigt, vielmehr zeigten die Dezember- und Januarcurven in den letzten Jahren eine weitere Zunahme, worauf schon oben hingewiesen wurde.

Das auffälligste Ergebnis für den Frühling war die Tatsache, daß die Monate März und Mai seit 1879 dieselbe steigende Tendenz vom selben Ausmaß aufwiesen, während der dazwischen liegende Monat April einen fast entgegengesetzten Verlauf mit Ausnahme von Emden, wo seit 1908 ebenfalls eine Erwärmung sich durchsetzte, zeigte. Durch dieses Verhalten war die Steigerung im Frühling nicht so ausgeprägt (Abb. 20), aber infolge der Zunahme der Apriltemperatur in Emden war dort die Erwärmung des Frühlings seit 1902 größer als bei den anderen Stationen (um $0,3^{\circ}$). Die Temperatur stieg im April anfangs sehr schnell. Nach einer geringen Abnahme erfolgte der weitere Anstieg zum Maximum, dann setzte die Abnahme ein, die aber nicht das Minimum von 1864 zu Beginn der Beobachtung erreichte. Seit 1908 zeigten sich bei den Stationen Unterschiede im säkularen Gang. Der Monat März war dauernd wärmer geworden, wenn auch des öfteren Schwankungen auftraten. Die Gesamtzunahme betrug $1,4^{\circ}$. Im Mai fanden wir zu Beginn eine große, schnelle Abnahme, nach 1879 eine dauernde Steigerung, die $1,3^{\circ}$ ausmachte. Das im Anfang starke Schwanken der Frühlingsskurve war also durch die großen Änderungen im April und Mai, z. T. auch durch die Schwankung im März um 1890 bedingt. Dann folgt in allen Monaten ein weit ruhigerer Verlauf.

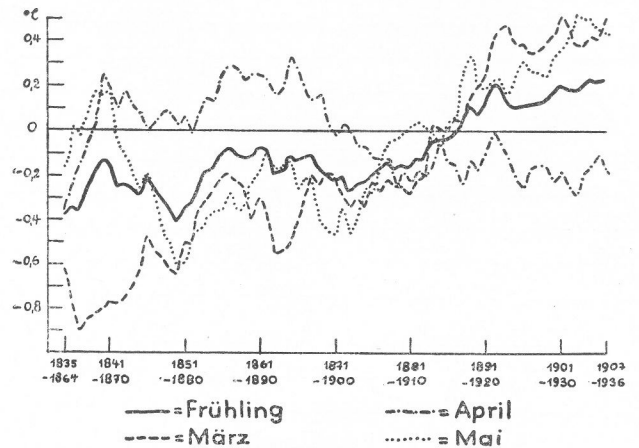


Abb. 20
Änderungen der Temperatur im Frühling und in den Frühlingsmonaten (Gütersloh/Kleve)

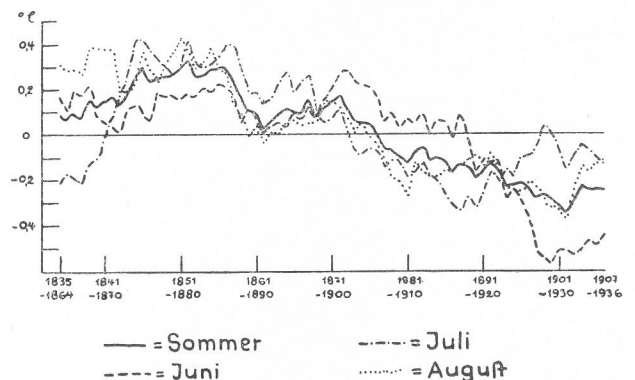


Abb. 21
Änderungen der Temperatur im Sommer und in den Sommermonaten (Gütersloh/Kleve)

Die Sommermonate (Abb. 21) stimmen in ihrem Temperaturverlauf untereinander wieder besser als die des Frühjahrs überein. Auffällig war im Juni der große Rückgang in den letzten 30 Jahren, während vorher scheinbar periodische Schwankungen auftraten. Die Abnahme betrug über $0,7^{\circ}$. Der Monat Juli war in der Beobachtungsperiode den größten Schwankungen unterworfen. Zu Beginn eine Zunahme von $0,6^{\circ}$ in 7 Jahren, darauf eine langsame Abnahme von über $0,7^{\circ}$. Von 1917—28 war wieder ein Anstieg und nach 1928 ein Rückgang zu verzeichnen. Der Temperaturabstieg im August ging stufenweise vor sich und betrug $0,8^{\circ}$. In den letzten Jahren trat eine Zunahme ein.

Die Kurven der Monate Juni und August zeigten also verhältnismäßig die beste Übereinstimmung und bestimmten dadurch in erster Linie die Jahreszeitenkurve. Der Anstieg der Sommerkurve war zu Beginn durch die schnelle Steigerung im Juli hervorgerufen, da die Temperatur in den beiden anderen Monaten verhältnismäßig konstant blieb. Der

kleinere Anstieg im Juli von 1917—28 machte sich nicht in der Sommerkurve bemerkbar, weil die Temperatur in den beiden anderen Monaten und besonders im Juni stark abnahm. Während nun in den letzten Jahren Juni und August wärmer wurden, verhielt sich der Juli umgekehrt. Da aber die Zunahme im Juni nicht sehr groß war, läßt sich nicht entscheiden, ob sich die bisherige Tendenz des Sommers noch fortsetzen wird.

Das Ergebnis für die Herbstmonate (Abb. 22) zeigt große Unterschiede im Temperaturablauf. Nach einer Zunahme setzte 1886 im September der Abstieg von $0,8^{\circ}$ bis 1916 ein. Dann hielt sich die Temperatur auf derselben Höhe. Im Gegensatz hierzu setzte im Oktober sofort eine Abnahme ein, die 1895 beendet war und $1,0^{\circ}$ betrug. Bis 1936 hatte sich der Oktober wieder um $0,6^{\circ}$ erwärmt. Der November setzte ebenfalls mit einer Abnahme ein, aber bereits 1880 begann die Steigerung von $0,8^{\circ}$, die wir bis 1917 rechnen können. Nach dem Kälterückfall setzte sich nach 1925 wieder die Erwärmung fort.

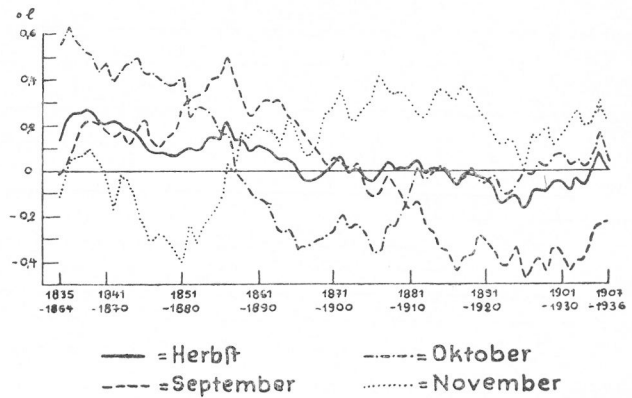


Abb. 22
Änderungen der Temperatur im Herbst und in den Herbstmonaten (Gütersloh/Kleve)

Die Ausgeglichenheit der Herbstkurve hätte uns ohne Betrachtung der entsprechenden Monatskurven zu der Annahme verleitet, daß in dieser Jahreszeit die Änderungen sehr minimal gewesen seien. Die Monatskurven zeigen uns aber, daß auch in dieser Jahreszeit große Änderungen vorgekommen sind. Die Monate wiesen aber nicht dasselbe Verhalten auf, sondern hoben sich gegenseitig bei der Vereinigung zum Jahreszeitenmittel auf. Dem ersten Rückgang der Oktober- und Novembertemperatur stand die Zunahme im September gegenüber. Als der Abstieg im Oktober stärker einsetzte, begann die Steigerung im November. Als in diesem Monat die Normaltemperatur erreicht war, trat die Umkehr im September ein. Der weiteren Abnahme im September stand dann die Zunahme im Oktober und eine geringe im November gegenüber. Dann blieb die Temperatur im September und Oktober auf gleicher Höhe, so daß der Kälterückfall im November das Minimum der Jahreszeitenkurve bedingte. Erst in der letzten Zeit zeigten alle Kurven ungefähr dieselbe Tendenz. Hier sei noch einmal auf den Verlauf der Kurven von Emden, besonders in den Sommermonaten, hingewiesen.

Eine eingehende Vergleichung der Monatskurven würde wegen ihrer großen Verschiedenheit zu weit führen. Außerdem wären Wiederholungen nicht zu vermeiden. Wir berücksichtigen daher nur die Verhältnisse in den letzten 50 Jahren. In dieser Zeit haben folgende Monate eine große Temperaturzunahme erfahren: Dezember, Januar, März und Mai, eine geringe Zunahme: Februar, Oktober und November. Eine Abnahme fanden wir im allgemeinen bei den Monaten April, Juni, Juli, August und September, wobei zu bemerken ist, daß im Juli aber auch eine zeitweise Zunahme zu verzeichnen war. Die Monate mit einer Temperaturzunahme sind also zahlreicher als die mit einer abnehmenden Tendenz. Dabei kommt noch hinzu, daß die Zunahme fast ganz allgemein weit größer war als die Abnahme, so daß sich die Monate bei der Zusammenfassung zum Jahresmittel nicht gegenseitig aufhoben, sondern daß auch im Jahresmittel die Erwärmung zu erkennen war. Ferner können wir feststellen, daß die meisten Kurven in der letzten Zeit das bis dahin gezeigte Verhalten nicht mehr so deutlich oder z. T. auch schon eine Umkehr aufwiesen. Die in diesem Zusammenhang auftauchende Frage, ob

wir am Beginn einer neuen Klimaperiode stehen, läßt sich nicht eindeutig beantworten. Wenn wir sie nach dem oben Gesagten positiv beantworten würden, so ist dies nicht mit dem Verhalten einiger Monate in den letzten drei oder vier Jahren in Einklang zu bringen, daß sich nämlich die steigende Tendenz anscheinend beim Januar und auch beim Dezember weiter durchsetzt, und daß im Monat Juli nach dem schnellen Anstieg

Tabelle 7.

Höchste und niedrigste 30jährige Mittel der Temperatur in Abweichungen vom Normalwert und deren Differenzen (Schwankungen) °C

(1. Zeile: größtes Mittel, 2. Zeile: Zeitabschnitt, 3. Zeile: kleinstes Mittel, 4. Zeile: Zeitabschnitt, 5. Zeile: Differenz)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Gütersloh	+ 0,38 1923	+ 0,46 1885	+ 0,47 1923	+ 0,33 1894	+ 0,34 1918	+ 0,28 1902	+ 0,42 1875	+ 0,43 1880	+ 0,51 1886	+ 0,63 1865	+ 0,42 1906	+ 0,67 1922
	- 0,91 1865	- 0,88 1865	- 0,90 1866	- 0,25 1864	- 0,61 1879	- 0,28 1923	- 0,34 1917	- 0,28 1910	- 0,44 1916	- 0,37 1906	- 0,41 1880	- 0,67 1899
	1,29	1,34	1,37	0,58	0,95	0,56	0,76	0,71	0,95	1,00	0,83	1,34
Kleve	+ 0,82 1936	+ 0,51 1885	+ 0,43 1936	+ 0,31 1894	+ 0,61 1932	+ 0,29 1901	+ 0,39 1881	+ 0,46 1880	+ 0,41 1886	+ 0,40 1877	+ 0,44 1917	+ 0,65 1936
	- 0,64 1908	- 0,54 1902	- 0,49 1879	- 0,30 1932	- 0,70 1879	- 0,60 1929	- 0,32 1917	- 0,38 1931	- 0,36 1925	- 0,41 1897	- 0,36 1880	- 0,71 1899
	1,46	1,05	0,92	0,61	1,31	0,89	0,71	0,84	0,77	0,81	0,80	1,36
Löningen	+ 0,86 1936	+ 0,56 1885	+ 0,45 1923	+ 0,30 1885	+ 0,49 1932	+ 0,26 1885	+ 0,40 1887	+ 0,36 1885	+ 0,45 1886	+ 0,25 1935	+ 0,42 1917	+ 0,68 1936
	- 0,69 1908	- 0,55 1902	- 0,61 1893	- 0,31 1910	- 0,49 1900	- 0,53 1929	- 0,35 1919	- 0,41 1910	- 0,40 1916	- 0,32 1897	- 0,15 1885	- 0,76 1899
	1,55	1,11	1,06	0,61	0,98	0,79	0,75	0,77	0,85	0,57	0,57	1,44
Emden	+ 0,96 1936	+ 0,44 1928	+ 0,48 1923	+ 0,21 1935	+ 0,69 1932	+ 0,33 1883	+ 0,48 1886	+ 0,61 1884	+ 0,37 1886	+ 0,33 1935	+ 0,51 1935	+ 0,66 1936
	- 0,64 1897	- 0,54 1902	- 0,59 1893	- 0,41 1908	- 0,57 1902	- 0,47 1930	- 0,41 1907	- 0,53 1910	- 0,30 1925	- 0,38 1899	- 0,35 1883	- 0,67 1896
	1,60	0,98	1,07	0,62	1,26	0,80	0,89	1,14	0,67	0,71	0,86	1,33
		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr						
Gütersloh		+ 0,30 1923	+ 0,21 1922	+ 0,33 1881	+ 0,27 1878	+ 0,12 1886						
		- 0,72 1865	- 0,41 1879	- 0,23 1923	- 0,15 1922	- 0,20 1864						
		1,02	0,62	0,56	0,42	0,32						
Kleve		+ 0,52 1936	+ 0,26 1936	+ 0,35 1881	+ 0,18 1886	+ 0,16 1936						
		- 0,55 1908	- 0,39 1879	- 0,34 1931	- 0,11 1897 u. 1925	- 0,19 1908						
		1,07	0,65	0,69	0,29	0,35						
Löningen		+ 0,51 1936	+ 0,22 1936	+ 0,33 1886	+ 0,16 1886	+ 0,18 1936						
		- 0,56 1908	- 0,32 1902	- 0,28 1931	- 0,12 1897 u. 1925	- 0,24 1908						
		1,07	0,54	0,61	0,28	0,42						
Emden		+ 0,62 1936	+ 0,41 1934	+ 0,46 1883	+ 0,27 1935	+ 0,28 1936						
		- 0,53 1897	- 0,41 1902	- 0,38 1909	- 0,20 1897	- 0,29 1908						
		1,15	0,82	0,84	0,47	0,57						

von 1919—28 doch wieder ein Abstieg folgte, was wir auch schon bei Besprechung der Kurven erwähnt haben. Dagegen würde man nach den Ergebnissen an der Station Emden schließen, daß Sommer und Herbst wärmer werden, so daß also in allen Jahreszeiten dieselbe Tendenz vorherrschen würde. Weiter ergab sich, daß durch die Zusammenfassung der Sommer- und Wintermonate zum Jahreszeitenmittel den Verhältnissen gut entsprechende Kurven entstanden, während durch den April die große Zunahme der beiden anderen Frühjahrsmonate z. Tl. verdeckt wurde, und während die Herbstkurve die Abnahme nur schwach erkennen ließ, zeigten die Monate, daß auch im Herbst ebenso große Änderungen wie in den anderen Jahreszeiten vorgekommen sind.

In der Tabelle 7 habe ich jeweils das größte und kleinste 30jährige Mittel aus dem gesamten Zeitraum für die einzelnen Stationen zusammengestellt. Die Differenz gibt die Größe der absoluten Schwankung an. Die Tabelle bringt die oben näher erörterten Tatsachen noch etwas klarer zum Ausdruck. Von den Jahreszeiten hatte der Winter die weitaus größte Schwankung, dann folgte in großem Abstände der Sommer, diesem sofort der Frühling (bei Gütersloh umgekehrt) und wieder mit einem größeren Abstände der Herbst, dessen Schwankungen sogar kleiner waren als die des Jahres. Von den Monaten hatte bei allen Stationen der Januar die größte Schwankung, dann der Dezember und Februar. Bei Kleve und Emden steht aber bereits der Mai an dritter Stelle. Wegen der ungleichen Beobachtungsperiode fallen die einzelnen Werte der Stationen sehr auseinander. Die kleinste Schwankung hatte im allgemeinen der April. Dieses trifft vollständig für Kleve und Emden zu, während bei Gütersloh der Juni und bei Lönigen die Monate Oktober und November die geringsten Schwankungen aufwiesen.

B. Veränderungen im Jahresgang der Temperatur

Der jährliche Gang der Temperatur wird durch folgende Größen charakterisiert: 1. Höhe des Mittelwertes, 2. Schwankungsgröße, 3. Phasenverschiebung und Asymmetrie¹.

Die Änderungen des Mittelwertes wurden schon auf Seite 12/13 eingehend besprochen. Die folgenden Ausführungen beschränken sich deshalb nur auf Jahresschwankung, Phasenverschiebung und Asymmetrie.

Jahresschwankung: Als Jahresschwankung bezeichnet man die Differenz zwischen den aus langjährigem Mittel gewonnenen Temperaturwerten des wärmsten und kältesten Monats. Es ist bekannt, daß das ozeanische Klima eine geringere Jahresschwankung aufweist als das kontinentale. Eine Abnahme der Jahresschwankung würde also eine Zunahme der Ozeanität bedeuten. Für unsere Betrachtung wurde die Jahresschwankung aus den einzelnen 30jährigen Mittelwerten berechnet. Der säkulare Gang der *Jahresschwankung* läßt sich im einzelnen gut mit den Kurven der Monate Januar und Juli vergleichen. In der ersten Hälfte der Beobachtung sehen wir einen langsamen Rückgang der Jahresschwankung, der in Gütersloh $0,5^\circ$ von 1864 bis 1891 ausmachte (Abb. 23). Die jähe Zunahme der Kurve bis zum absoluten Höchstwert 1897 war in erster Linie durch den Sturz der Januartemperatur bedingt. Die Jahresschwankung betrug 1897 im Mittel bei Gütersloh $17,25$, bei Kleve $16,59$, bei Lönigen $16,79$ und bei Emden $16,55^\circ$. Hierauf setzte die große Abnahme ein, die wegen der enormen Erwärmung im Januar trotz der zeitweiligen Zunahme der Julitemperatur bis 1936 anhielt. Die Abnahme betrug bis 1936 bei Kleve $1,79^\circ$ (die Jahresschwankung: $14,80^\circ$), Lönigen $1,65^\circ$ ($15,14^\circ$) und bis 1931 bei Emden $1,77^\circ$ ($14,78^\circ$). Die Jahresschwankung hat also in Nordwestdeutschland um $1,7^\circ$ seit der Jahrhundertwende abgenommen, zwar war auch schon vorher eine Abnahme vorhanden, die aber in einem beinahe ebenso langen Zeitraum weit geringer war.

¹ Conrad, V. Die klimatologischen Elemente . . ., S. B 135.

Um noch einmal auf die enorme Abnahme der Jahresschwankung hinzuweisen, habe ich die Kontinentalität nach den Formeln von Zenker und Gorczynski berechnet, so daß ein Vergleich mit den Karten von Schrepfer und Maisel möglich ist². In diesen Formeln kommt nur die Jahresschwankung zur Geltung. Weiter ist in ihnen der durch die geographische Breite bedingte Anteil der Jahresschwankung ausgeschaltet. Ferner kommt in ihnen nur die Schwankung zum Ausdruck, die durch den Landanteil hervorgerufen ist. Außerdem hat Maisel einen Höhenfaktor von $0,21^\circ$ für je hundert Meter eingeführt³. Unsere Berechnung erfolgte für den Normalwert, den größten und kleinsten Wert der Jahresschwankung der drei Stationen (Tabelle 8).

Vergleichen wir diese Werte zuerst mit der Karte von Schrepfer, die durch Anwendung der Zenkerschen Formel entstanden ist. Nach der Karte gehört Kleve, Lönigen und Emden dem Gebiet mit dem Kontinentalitätsgrad $15\text{--}17,5\%$, Gütersloh dem folgenden von $17,5\text{--}20\%$ an. Dies stimmt mit den nach den Normalwerten berechneten Kontinentalitätsgraden überein. Die berechneten Kontinentalitätswerte für die größte Jahresschwankung aber ordnen die drei Orte Gütersloh, Kleve und Lönigen in das zuletzt

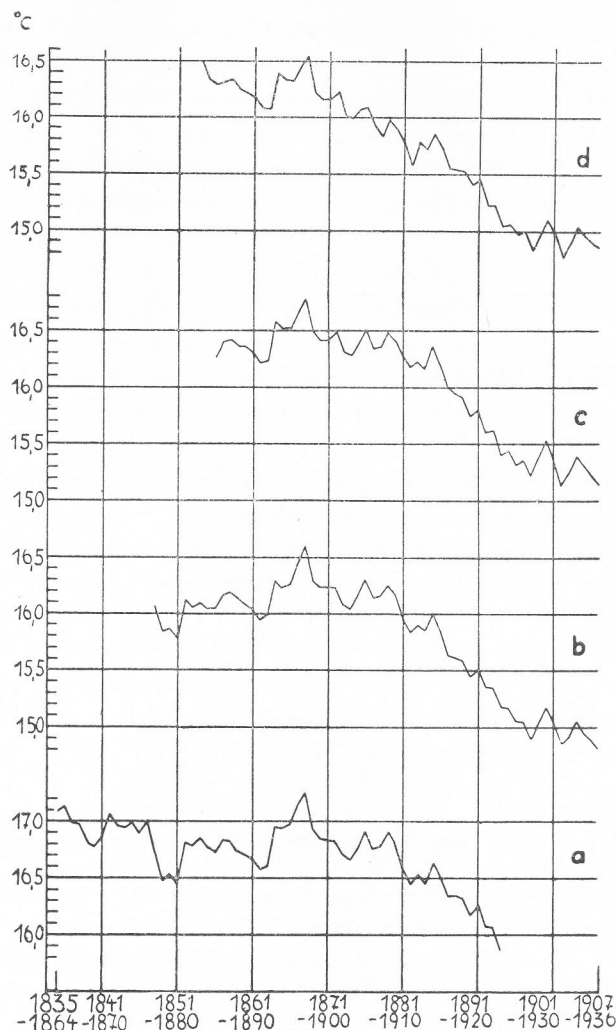


Abb. 23

Änderung der Jahresschwankung der Temperatur (Diff. Juli—Januar der übergreifenden 30jähr. Mittel) von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

Tabelle 8.

Kontinentalitätsgrade in % nach Zenker (Zahlen ohne Klammern) und Gorczynski (eingeklammerte Zahlen) für die normale (1865—1923), größte (1868—97) und kleinste (1907—36, bei Gütersloh 1894—1923) Jahresschwankung der Temperatur.

	1. Normalwert	2. größte Jahresschwankung	3. kleinste Jahresschwankung	4. Differenz zwischen 2 u. 3
Gütersloh	17,9 (15,4)	19,9 (17,2)	16,6 (14,2)	3,3 (3,0)
Kleve	16,4 (13,8)	18,4 (15,7)	14,3 (11,8)	4,1 (3,9)
Lönigen	16,4 (13,8)	18,2 (15,6)	14,5 (12,0)	3,7 (3,6)
Emden	15,4 (13,0)	17,2 (14,7)	13,4 (11,1)	3,8 (3,6)

² Schrepfer, H., Die Kontinentalität . . . P. M. 1925, S. 49. — Maisel, Ch., Der Einfluß der kontinentalen Lage . . ., 1931, S. 40.

³ Maisel, Ch., a. a. O. S. 36.

genannte Gebiet ein, während Emden am Rande desselben liegt. Nehmen wir die entsprechenden Zahlen der kleinsten Jahresschwankung, so müßten wir wieder die Linien gleicher Kontinentalität verschieben, denn Kleve, Lönigen und Emden besitzen weniger als 15%, was nach der Karte von Schrepfer nur für den nördlichen Teil von Schleswig und für die ostfriesische Küste zutrif. Gütersloh liegt in der folgenden Zone.

Bei der Karte von Maisel treten dieselben Unterschiede auf, auch hier kommen die Orte bei den Extremwerten der Kontinentalität fast immer in andere Zonen zu liegen als nach der von Maisel gewählten Einteilung, während unsere Normalwerte damit übereinstimmen. Die Kontinentalität hatte also bei Gütersloh von 1897 bis 1923 nach Zenker um 3,3% und nach Gorczynski um 3,0% abgenommen. Für Kleve, Lönigen und Emden betrug die Abnahme bis 1936 nach Zenker (Gorczynski) 4,1 (3,9), 3,7 (3,6) und 3,8% (3,6%). Die ozeanischen Komponente im Klima Nordwestdeutschlands hätte demnach seit der Wende des Jahrhunderts eine wesentliche Erhöhung erfahren.

Phasenverschiebung und Asymmetrie. Als zweites Kriterium für den ozeanischen Klimacharakter eines Ortes gilt die Phasenverschiebung. So treten im ozeanischen Klimagebiet die Extreme später auf als im kontinentalen, d. h. die Differenz zwischen den Temperaturwerten der zum Juli symmetrisch liegenden Monate ist im ozeanischen Klima größer als im kontinentalen.

Da nun die Monatstemperaturen sich — wie wir gesehen haben — sehr unterschiedlich verhalten, habe ich für die Darstellung des säkularen Ganges der Phasenverschiebung nicht die Differenzen der Werte zweier entsprechender Monate genommen, sondern die Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrstemperaturen. Die Jahreszeitenmittel lassen das Wesentliche besser erkennen, worauf schon Conrad hingewiesen hat⁴. Dagegen lassen sich die Monatstemperaturen besser bei der Gegenüberstellung zweier festumrissener Zeitabschnitte verwenden.

Am geeignetsten erschien für die Darstellung des säkularen Ganges der thermodynamische Quotient, wie ihn Reichel eingeführt hat⁵. Er drückt die Differenz (D) in Prozenten der Jahresschwankung (S) aus:

$$Q = \frac{D}{S} \cdot 100.$$

Die Veränderungen des thermodynamischen Quotienten habe ich in Abb. 24 dargestellt. Wie ersichtlich, nimmt er im allgemeinen ab. Jedoch bleibt er von 1885 bis 1910 ziemlich auf

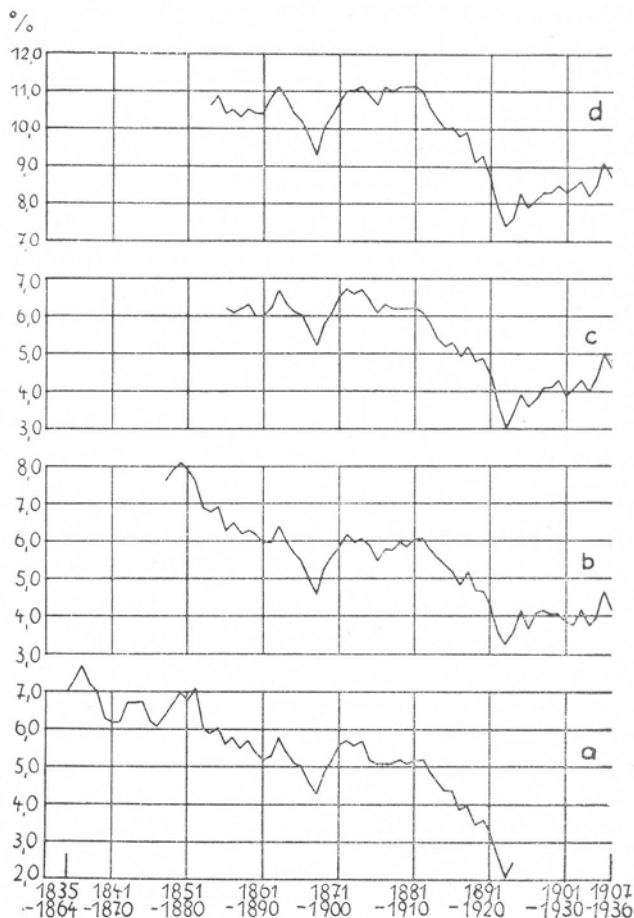


Abb. 24

Abb. 24 Änderungen des thermodynamischen Quotienten Gütersloh (a), Kleve (b), Lönigen (c), Emden (d)

⁴ Conrad, V.: Die klimatologischen Elemente, S. B 139.

⁵ Reichel, E.: Vergleich der Frühjahrs-Herbstmittel... Ann. d. H. 1930, S. 85

derselben Höhe, wie die Werte von Lönigen und Emden anzeigen, da bei ihnen die Kurve gerade mit diesen Mitteln beginnt (Abb. 24). Die Gesamtänderung können wir der Reihe von Gütersloh entnehmen, da 1922 der kleinste Quotient verzeichnet wurde. Bis 1936 fand nur eine geringe Zunahme statt. Die Abnahme betrug bei Gütersloh 5,6, bei Kleve noch 4,8, bei Lönigen und Emden dagegen nur 3,7 0/0.

Gütersloh	1866	1922	Lönigen	1903	1922
	7,7	2,1		6,7	3,0
Kleve	1879	1922	Emden	1910	1922
	8,1	3,3		11,1	7,4

Eine Abnahme des Quotienten bedeutet im allgemeinen eine Zunahme der Kontinentalität. Das trifft aber in unserem Falle nicht zu, denn wir haben festgestellt, daß die Änderungen der Jahresschwankung eine deutliche Zunahme der Ozeanität erkennen lassen. Da nun der thermodynamische Quotient sich aus der Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrs-temperatur und aus der Jahresschwankung zusammensetzt, so muß hiernach der säkulare Gang jeder dieser beiden Größen für sich das entgegengesetzte Ergebnis liefern. Denn bliebe z. B. die Differenz zwischen Herbst- und Frühjahrs-temperatur konstant, so würde im säkularen Gang durch die festgestellte Abnahme der Jahresschwankung eine Zunahme des Quotienten eintreten und sich somit beide Größen in ihren Aussagen ergänzen. Tritt nun — wie in unserem Falle — trotzdem eine Abnahme ein, so ist allein die allzu große Veränderung der Differenz entscheidend. Und sie hat sich tatsächlich derartig geändert, denn 1866 war der Herbst in Gütersloh um 1,3° wärmer als der Frühling, 1922 nur noch 0,3°, für Kleve gelten ähnliche Werte: 1879: 1,3°, 1922: 0,5°. Das bedeutet also bei Gütersloh einen Unterschied der Differenzen um 1°, bei Kleve von 0,8°. Die abnehmenden Differenzen haben nun zur Folge, daß die thermodynamischen Quotienten auch bei abnehmender Jahresschwankung sich noch immer verkleinern.

Das Ergebnis, das wir durch die Betrachtung des säkularen Ganges des thermodynamischen Quotienten, der durch die Abnahme der Differenzen zwischen Herbst- und Frühjahrs-temperaturmitteln bedingt ist, erhalten haben, steht somit im Gegensatz zu der bei der Besprechung der Jahresschwankung festgestellten Tatsache. Angesichts dieser widersprechenden Ergebnisse erhebt sich die Frage, welches der Kriterien am besten den Grad der Ozeanität bzw. Kontinentalität angibt. Diesem Problem kann im Rahmen meiner Untersuchung im einzelnen nicht nachgegangen werden.

Betrachten wir nun anschließend die Änderungen der Phasenverschiebung und der Asymmetrie auf Grund der Monatswerte für zwei bestimmte Zeitabschnitte. Für die Asymmetrie, die durch die Summe entsprechender Monatswerte dargestellt wird, gilt, daß die Summen im ozeanischen Klima kleiner sind als im kontinentalen⁶. Um die unterschiedliche Größe der Jahresschwankung zu eliminieren, habe ich die Relativwerte nach Köppen benutzt, die dadurch gewonnen werden, daß man die Differenzen aller Monate gegen den kältesten Monat in Prozenten der Jahresschwankung ausdrückt⁷ (vgl. Tabelle 10).

Für meine spezielle Untersuchung habe ich die Abschnitte 1856/1885 und 1907/1936 gewählt, da im ersten Abschnitt die Temperaturen im Sommer und Herbst über, dagegen im Winter und Frühling unter dem Normalwert lagen, während es im zweiten Abschnitt umgekehrt war. (Für Gütersloh habe ich das erste und letzte 30jährige Mittel genommen). Dies bedeutet, daß die Unterschiede zwischen den Jahreszeiten kleiner geworden sind, wie an einigen Beispielen zu erkennen ist. (Tabelle 9.)

⁶ Köppen, W. Der jährliche Temperaturgang ... M. Z. 1926, S. 163/64.

Conrad, V. Die klimatolog. Elemente ... S. B 134.

⁷ Köppen, W. A. a. O. M. Z. 1926 S. 162.

Tabelle 9.

Differenzen zwischen den Jahreszeitenmittel der Temperatur (°C)

		Frühling — Winter	Sommer — Frühling	Herbst — Sommer	Winter — Herbst	Sommer — Winter	Herbst — Frühling
Gütersloh	1835/1864	7,06	8,76	— 7,56	— 8,26	15,82	1,20
	1894/1923	6,65	7,89	— 7,50	— 7,04	14,54	0,39
Kleve	1856/1885	6,18	8,41	— 7,40	— 7,19	14,59	1,01
	1907/1936	6,12	7,52	— 6,90	— 6,74	13,64	0,62
Löningen	1856/1885	6,11	8,66	— 7,66	— 7,11	14,77	1,00
	1907/1936	6,04	7,91	— 7,21	— 6,74	13,95	0,70
Emden	1856/1885	5,84	8,98	— 7,29	— 7,53	14,82	1,69
	1907/1936	5,78	7,92	— 6,62	— 7,08	13,70	1,30

Sämtliche Differenzen zwischen den einzelnen Jahreszeiten sind im letzten Abschnitt kleiner als im ersten, dabei sind die Unterschiede zwischen den Differenzen der Jahreszeiten gering, die die gleichen säkularen Änderungen aufwiesen. Die Zahlen in der fünften Kolonne bestätigen noch einmal die große Abnahme der Jahresschwankung auf Grund der wärmsten und der kältesten Jahreszeit. Ebenso geben die Werte der letzten Spalte eine Ergänzung zu den Ausführungen über den thermodynamischen Quotienten.

Beim Vergleich der Relativtemperaturen (Tab. 10) zwischen den beiden Perioden fällt ganz besonders auf, daß im zweiten Abschnitt fast sämtliche Werte kleiner sind als im ersten Abschnitt mit Ausnahme der Werte im Mai, der zahlenmäßig nach dem Februar die größten Änderungen aufweist. Betrachten wir zuerst die Werte von Gütersloh, da hier andere Vergleichsperioden genommen sind. Hier sind die Relativtemperaturen im zweiten Abschnitt bei allen Monaten kleiner als im ersten. Das bedeutet, daß die Form der Jahreskurve sich geändert hat. Der Wellenberg hat sich verschmälert, das Wellental verbreitert, was besonders gut durch eine graphische Darstellung der Werte hervortritt.

Tabelle 10.

Relative Temperaturen (%)

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII —II	XI —III	X —IV	IX —V	VIII —VI	III +XI	IV +X	V +IX
Gütersloh	1835/1864	0	8	21	46	74	95	100	99	80	57	25	9	1	4	11	6	4	46	103	154
	1894/1923	0	4	21	42	73	91	100	95	76	49	20	7	3	—1	7	3	4	41	91	149
Kleve	1856/1885	0	10	19	44	67	92	100	97	80	51	19	5	—5	0	7	13	5	38	95	147
	1907/1936	0	2	18	39	73	88	100	96	78	49	18	5	3	0	10	5	8	36	88	151
Löningen	1856/1885	0	9	17	43	67	91	100	96	77	49	19	5	—4	2	6	10	5	36	92	144
	1907/1936	0	1	17	38	72	88	100	94	74	47	18	5	4	1	9	2	6	35	85	146
Emden	1856/1885	0	7	17	41	64	89	100	98	80	52	21	7	0	4	11	16	9	38	93	144
	1907/1936	0	1	16	38	70	87	100	97	79	51	20	6	5	4	13	9	10	36	89	149
Normale Relativ- temperaturen n. Köppen		0	7	25	50	75	93	100	93	75	50	25	7	0	0	0	0	0	50	100	150

Dies bestätigen auch die Zahlen in den drei letzten Spalten: die Summen der entsprechenden Monate haben abgenommen. Weiter sehen wir, daß die Unterschiede beim absteigenden Ast der Jahreskurve größer sind als beim aufsteigenden, infolgedessen sind auch die Differenzen zwischen den Herbst- und Frühlingsmonaten geringer geworden. Wir haben es also mit einer geringen Phasenverschiebung zu tun. Weiter zeigt ein Vergleich mit den normalen Relativtemperaturen, die Köppen nach der Formel $\tau = 100 \sin^2 15x$ berechnet hat, daß im aufsteigenden Teil der Kurve im zweiten Abschnitt größere Differenzen vorhanden sind als im ersten. Der Temperaturanstieg hat also eine Verzögerung erfahren. Die Werte der Herbstmonate haben sich den normalen genähert.

Während uns die beiden Vergleichsperioden von Gütersloh ein recht eindeutiges Bild lieferten, ist dieses bei den anderen Stationen mit den anderen Zeitabschnitten nicht der Fall. Es ist schon erwähnt, daß hier als einziger Monat der Mai einen Anstieg der Relativtemperatur verzeichnet. Deshalb hat auch die Differenz zwischen September und Mai ab-, die Summe zugenommen, während die Differenzen zwischen den anderen Monaten größer, die Summen kleiner geworden sind. Es entspricht also einer Zunahme (Abnahme) der Differenzen eine Abnahme (Zunahme) der Summen. Die Unterschiede der Relativtemperaturen sind im März und von August bis Dezember sehr klein, von April bis Juni bereits recht bedeutend, der größte Unterschied besteht im Februar. Die Mitteltemperatur des Februar hat sich der Temperatur des kältesten Monats sehr genähert. Dies ist nicht allein eine Folge des kalten Winters 1928/29, denn dieselbe Erscheinung zeigt sich schon vorher bei Gütersloh. Auf diese Tatsache hat für die Britischen Inseln C. E. P. Brooks hingewiesen, wo der Februar bereits der kälteste Monat beim Vergleich der Zeitabschnitte 1901/30 und 1851/1900 geworden ist⁸. Weiter sehen wir aus den Differenzen zwischen Dezember und Februar, daß in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts der Dezember kälter als der Februar war, während es jetzt umgekehrt ist. Hieraus ergibt sich auch die besonders gut ausgeprägte Verzögerung des Temperaturanstieges im aufsteigenden Ast beim Vergleich mit den Normalwerten.

Um festzustellen, ob trotz des unterschiedlichen Verhaltens der Frühlingsmonate im Gegensatz zu Gütersloh bei diesen beiden Perioden eine Phasenverschiebung vorhanden ist, habe ich die Phase A_1 nach der Besselschen Formel berechnet⁹.

Gütersloh	1835/1864	265,8°	Löningen	1856/1885	266,8°
	1894/1923	267,9°		1907/1936	266,7°
Kleve	1856/1885	266,7°	Emden	1856/1885	263,9°
	1907/1936	266,6°		1907/1936	264,0°

Während also in Gütersloh mit anderen Zeitabschnitten eine Verfrühung um zwei Tage eingetreten ist, ist eine Verschiebung bei den später liegenden Zeitabschnitten der anderen Stationen nicht vorhanden.

Weiter können wir Veränderungen in der Jahreskurve durch die Differenzen der aufeinanderfolgenden Monate darstellen. Dabei zeigt sich, daß die Temperaturzunahme von Januar bis Juni sehr verändert ist. Als Beispiel hierfür die Werte von Kleve:

Tabelle 11 (Kleve).

Differenzen der Relativtemperaturen zwischen aufeinanderfolgenden Monaten (%)

	II-I	III-II	IV-III	V-IV	VI-V	VII-VI	VIII-VII	IX-VIII	X-IX	XI-X	XII-XI	I-XII
1856/1885	10	9	25	23	25	8	-3	-17	-29	-32	-14	-5
1907/1936	2	16	21	34	15	12	-4	-18	-29	-31	-13	-5

⁸ Brooks, C. E. P. The change of climate in the British Isles. The Meteorological Magazine. 70. 1935, S. 153.

⁹ Hann-Süring, Lehrbuch der Meteorologie, 5. Aufl. S. 83/84. Der jährliche Temperaturgang kann durch eine Reihe von der Formel $a_0 + a_1 \sin(A_1 + \alpha) + a_2 \sin(A_2 + 2\alpha) + a_3 \sin(A_3 + 3\alpha) + \dots$ dargestellt werden. Zur Berechnung wird die Reihe aufgelöst nach dem bekannten Schema: $a \sin(A + \alpha) = (a \sin A) \cos \alpha + (a \cos A) \sin \alpha = p \cos \alpha + q \sin \alpha$. Die obige Reihe erhält demnach die Form $a_0 + p_1 \cos \alpha + q_1 \sin \alpha + p_2 \cos 2\alpha + q_2 \sin 2\alpha + \dots$. Für die Berechnung von p und q hat Bessel folgende Formel abgeleitet:

$$p_0 = a_0 = (x_0 + x_1 + x_2 + \dots + x_{n-1}) : n \text{ (arithmetischer Mittelwert)}$$

$$p_1 = (x_0 + x_1 \cos \alpha + x_2 \cos 2\alpha + \dots + x_{n-1} \cos (n-1)\alpha) : \frac{n}{2}$$

$$q_1 = (x_1 \sin \alpha + x_2 \sin 2\alpha + \dots + x_{n-1} \sin (n-1)\alpha) : \frac{n}{2}$$

$$p_2 = (x_0 + x_1 \cos 2\alpha + x_2 \cos 4\alpha + \dots + x_{n-1} \cos (n-1)2\alpha) : \frac{n}{2}$$

$$q_2 = (x_1 \sin 2\alpha + x_2 \sin 4\alpha + \dots + x_{n-1} \sin (n-1)2\alpha) : \frac{n}{2} \text{ usw.}$$

Beim Mittel von 1856/85 fand die größte Temperaturzunahme vom März zum April und vom Mai zum Juni statt, beim Mittel 1907/36 dagegen eindeutig vom April zum Mai. Ferner sei noch auf die Differenzen vom Januar und Februar und vom Februar und März hingewiesen. Die Temperaturabnahme stimmt dagegen fast völlig bei beiden Mitteln überein. Die größte Abnahme erfolgt vom Oktober zum November. Wir finden also auch hierbei unsere obigen Ausführungen bestätigt.

Bevor wir die Ergebnisse dieser beiden Abschnitte zusammenfassen, seien noch einmal die charakteristischen Größen des jährlichen Temperaturganges in ihrer Bedeutung einander gegenüber gestellt. Die Größe der Jahresschwankung gilt im allgemeinen als das beste Maß für die Kontinentalität, eine Abnahme der Jahresschwankung deutet auf eine Zunahme der Ozeanität hin. Da im ozeanischen Klima die Eintrittszeiten der höchsten und tiefsten Temperatur gegenüber dem Landklima verspätet sind, so sind die Differenzen zwischen Herbst- und Frühjahrsmonaten im Seeklima größer als im kontinentalen. Da aber im kontinentalen Klima die Temperaturkurve länger über, im Seeklima länger unter dem Jahresmittelwert bleibt, so sind die Summen der zum Juli symmetrisch liegenden Monate im ersteren größer als im zweiten¹⁰. Wir haben nun zuerst festgestellt, daß sowohl die Jahresschwankung als auch der thermodynamische Quotient, d. h. die Differenz zwischen Herbst- und Frühlingstemperatur im Verhältnis zur Jahresschwankung eine säkulare Abnahme aufwies. Es stehen somit die beiden Größen in ihren Aussagen einander gegenüber. Die Betrachtung der Jahreskurve auf Grund von Relativtemperaturen führte bei den gewählten Zeitabschnitten von Gütersloh zu dem Ergebnis, daß sowohl die Differenzen als auch die Summen kleiner geworden waren, dagegen ergab sich bei den anderen Stationen mit anderen Vergleichsperioden, daß einer Abnahme (Zunahme) der Differenzen eine Zunahme (Abnahme) der Summen entsprach, also sich hier die Aussagen der beiden Größen ergänzten. Weiter zeigte sich in der Verzögerung des jahreszeitlichen Temperaturanstieges im aufsteigenden Ast eine Annäherung an das ozeanische Klima, besonders dadurch erkenntlich, daß der Februar nur noch um wenige Zehntelgrade wärmer ist als der Januar. Ferner sahen wir, daß die Unterschiede zwischen den Jahreszeiten kleiner geworden waren. Wir müssen also feststellen, daß das Klima Nordwestdeutschlands hinsichtlich der Temperaturverhältnisse in den letzten Jahrzehnten mehr ozeanische Züge aufweist als in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wenn auch bei der Zusammenfassung der Temperaturwerte der Frühlings- und Herbstmonate zu Jahreszeitenmitteln sich eine Abnahme ergeben hat.

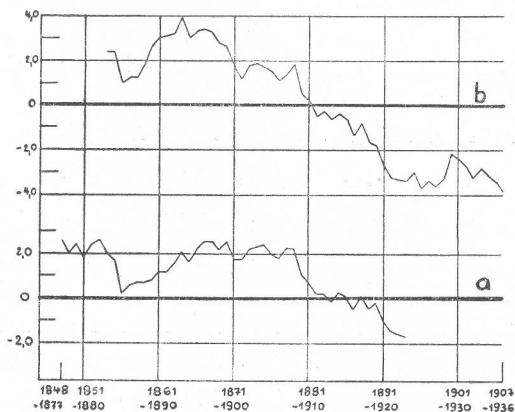


Abb. 25

Übergreifende 30jährige Mittel der Eistage im Jahr von Gütersloh (a), Emden (b)

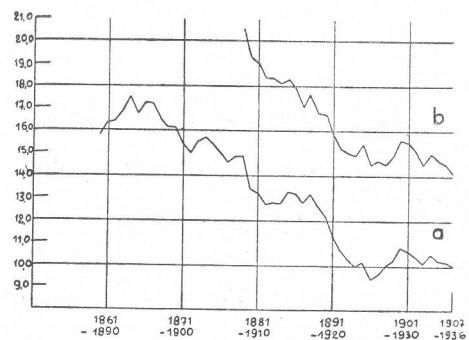


Abb. 26

Übergreifende 30jährige Mittel der Eistage im Jahr von Kleve (a), Lönigen (b)

¹⁰ Köppen, Der jährliche Temperaturgang . . ., M. Z. 1926, S. 163 und Conrad, Die klimatol. Elemente . . ., S. B 135—138.

C. Eistage, Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0°, Frost- und Sommertage

Eistage. Die Kurven der Eistage von Gütersloh und Emden sind in der üblichen Weise dargestellt (Abb. 25 S. 37), aber wir können sie nicht mit dem ersten Teil der Winterkurven vergleichen, da bei Gütersloh die Reihe dieses Elementes, ebenso der anderen, erst 1848 beginnt, so daß das erste Mittel bei 1877 anfängt, und bei Emden habe ich die Reihe aus den

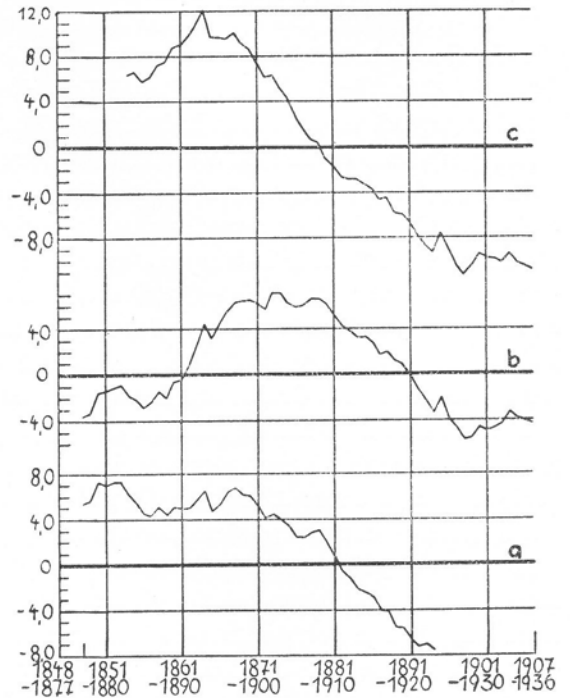
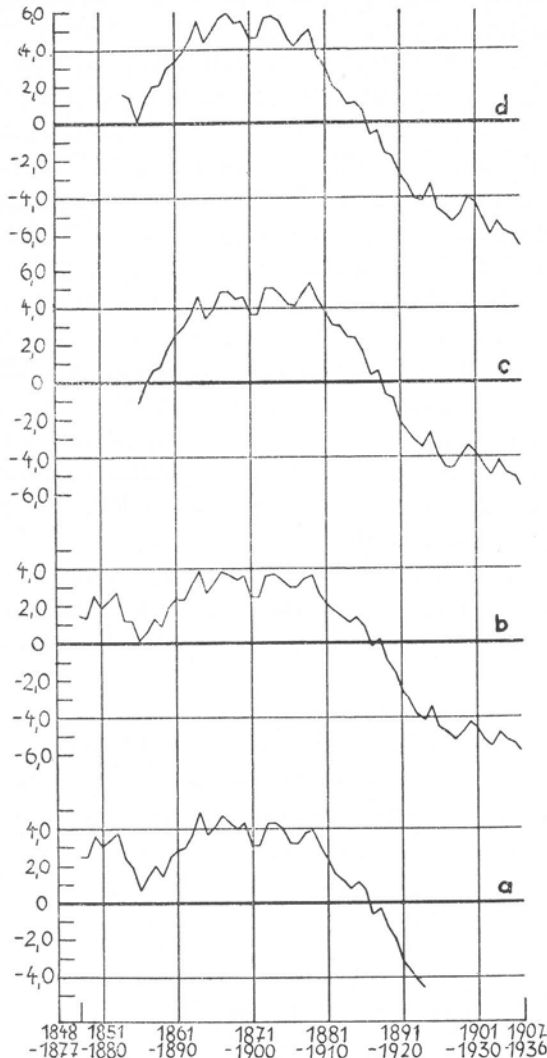


Abb. 28

Übergreifende 30jährige Mittel der Frosttage im Jahr von Gütersloh (a), Kleve (b), Emden (c)

Abb. 27

Übergreifende 30jährige Mittel der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° im Jahr von Gütersloh (a), Kleve (b), Lönningen (c), Emden (d)

bereits erörterten Gründen entsprechend den Temperaturwerten von 1854 an, also das erste Mittel bei 1883, genommen. Die Kurven von Kleve und Lönningen sind nicht in Abweichungen vom Normalwert dargestellt, da die Reihen später einsetzen als die der beiden anderen Stationen (Abb. 26 S. 37). Der Normalwert beträgt für Gütersloh 14,4 und für Emden 17,1 Eistage (1856—1923). Während nach den Mitteln von Kleve und Emden die Abnahme der Eistage 1893 begann, setzte sie bei Gütersloh und Lönningen erst 1908 ein. Diese Tatsache steht mit den Wintertemperaturen am besten im Einklang, da ja die Steigerung der Wintertemperatur 1908 ihren Anfang nahm. Die Mittelwerte von Kleve und Emden stehen also hierzu im Gegensatz. Der tiefste Wert wurde bei Kleve 1925, bei Lönningen und Emden 1936 erreicht, der aber nicht viel kleiner war als der Wert von 1925. Also zeigt uns auch die Kurve von Gütersloh fast die gesamte Abnahme der Eistage. Sie ist hier aber sehr gering, nur 3,9 Tage, dagegen bei Lönningen bereits 6, 5, bei Emden 7, 7 und bei Kleve 8, 1 Tage!

Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0°. Die Kurven (Abb. 27) zeigen untereinander sehr gute Übereinstimmung, wenn auch der Anstieg von 1885 bis 1893 bei Lönigen und Emden größer ist als bei den anderen Stationen. Diese Übereinstimmung steht im Gegensatz zu den Eistagen und, wie wir noch sehen werden, auch zu den Frost- und Sommertagen. Die bereits im Anfang betonte Homogenität dieser Reihen wird also auch hierdurch noch einmal bestätigt. Die Normalwerte für die Stationen sind: Gütersloh 35,4, Kleve 31,5, Lönigen 38,9 und Emden 33,5 Tage (1856—1923). Alle Kurven zeigen, daß der Rückgang 1908 begann. Sie stehen somit in Einklang mit der Kurve der Eistage von Gütersloh und mit dem säkularen Gang der Wintertemperatur. Die Abnahme seit 1908 betrug bei Gütersloh 8,5 (bis 1923), bei Kleve 9,6, Lönigen 11,0 und Emden 11,6 Tage (bis 1936). Die Gesamtänderung ist bei Emden noch etwas größer.

Frosttage. Noch größere Unterschiede als die Eistage zeigen die Reihen der Frosttage im Jahr (Abb. 28). Die Normalwerte sind: Gütersloh 75,1, Kleve 69,5 und Emden 71,9 Frosttage (1856—1923). Die einzige aber nur zeitweilige Übereinstimmung zeigt sich bei der Abnahme der Frosttage. Besonders auffällig ist, daß die Mittelwerte von Kleve bis 1890 unter dem Normalwert, während sie bei Gütersloh und Emden weit darüber liegen, und daß ferner bei Emden (1893) und Gütersloh (1897) die Abnahme der Frosttage einsetzte als der Anstieg bei Kleve die höchsten Werte erreichte; die Abnahme erfolgte hier erst nach 1908, also übereinstimmend mit der Wintertemperatur und den Tagen mit einer Mitteltemperatur unter 0°. Der Rückgang endigte 1927. Aber ganz besonders tritt die große Abnahme von Emden hervor, diese betrug 23,3 Tage (1893—1927), dagegen von Gütersloh nur 14,3 (1897—1923) und von Kleve 13,1 Tage (1902—1927, also die Gesamtabnahme nicht erst von 1908 ab). Bei Lönigen zeigt sich noch folgender Unterschied; da die Reihe erst von 1878, das 1. Mittel demnach von 1907 an, vorliegt, wurde die Kurve nicht beigefügt, und zwar nahmen hier die Mittelwerte bis 1914 noch etwas zu, um erst dann an der allgemeinen Abnahme teilzunehmen, diese betrug 8,1 Tage (1914—1927). Der säkulare Verlauf der Frosttage ist also mit einer großen Unsicherheit behaftet.

Sommertage. Bei den Kurven der Sommertage im Jahr ist wieder eine Trennung aus denselben Gründen wie bei den Eistagen vorgenommen worden. Der Normalwert für Gütersloh beträgt 25,4 und für Emden 16,8 Sommertage. Die Sommertage nahmen bei Gütersloh bis 1898 ab (Abb. 29), dann erfolgte eine Zunahme. Dies bestätigen die Werte von Kleve und Lönigen (Abb. 30). Die Abnahme betrug bei Gütersloh 3,9, die Zunahme bei

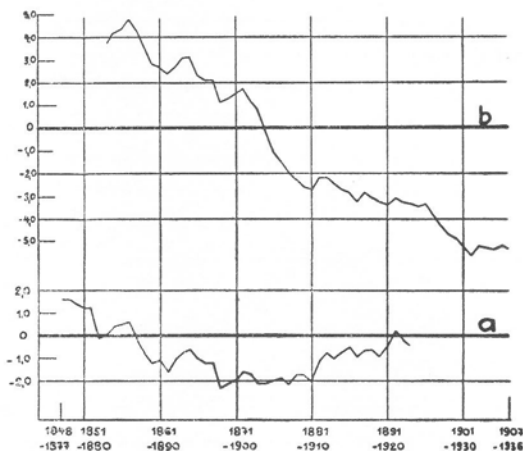


Abb. 29

Übergreifende 30jährige Mittel der Sommertage im Jahr von Gütersloh (a), Emden (b)

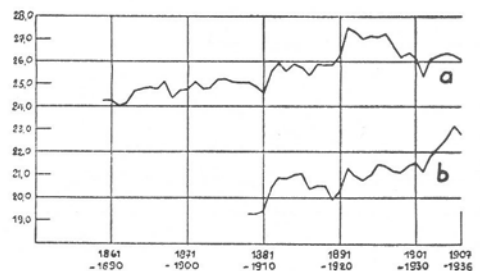


Abb. 30

Übergreifende 30jährige Mittel der Sommertage im Jahr von Kleve (a), Lönigen (b)



Kleve 3,5 (1891—1921) und bei Lönigen 3,8 Tage (1907—1935). Im Gegensatz hierzu stehen die Mittel von Emden, die die ganze Beobachtungsperiode hindurch eine Abnahme, die über 10 Tage ausmacht, ergaben. Dieses steht gerade bei Emden im Gegensatz zu den Temperaturwerten des Sommers und der Sommermonate, deren Tendenz zur Temperatursteigerung in den letzten Jahrzehnten wir des öfteren betonen mußten. Es ist also diesem Verlauf kein großes Vertrauen zu schenken.

Eine Bestätigung hierfür liefert uns auch die Betrachtung der Einzelwerte. Bilden wir die Quotienten der Sommertage aus den entsprechenden Werten zwischen Emden und Gütersloh (a) und Emden und Lönigen (b) (die Werte der Jahre 1916—1918 fehlen bei Emden) und fassen diese dann zu 5jährigen Mitteln zusammen, so erhalten wir folgendes Ergebnis:

	a	b		a	b
1848—1852	0,45		1888—1892	0,51	0,74
1853—1857	0,57		1893—1897	0,73	0,64
1858—1862	0,75		1898—1902	0,67	0,79
1863—1867	0,62		1903—1907	0,53	0,57
1868—1872	0,78		1908—1912	0,53	0,60
1873—1877	1,18		1913—1915	0,51	0,70
1878—1882	1,02	1,35	1919—1923	0,34	0,47
1883—1887	0,75	1,02	1924—1928		0,29
			1929—1936		0,46

Es zeigt sich also eine deutliche Abnahme in der Quotientenreihe, um 1880 lag die Anzahl der jährlichen Sommertage über den Werten von Gütersloh und Lönigen, während sie in den letzten zwei Jahrzehnten nicht einmal mehr die Hälfte ausmacht.

Die Betrachtung der Reihen der Tage mit Extremtemperaturen im Winter, die untereinander große Unterschiede aufwiesen, gab aber die starke Abnahme in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts zu erkennen und lieferte den Beweis, daß die entsprechende Temperaturzunahme im Winter nicht nur durch höhere positive Temperaturen, sondern auch in erster Linie durch eine Abnahme der tiefen Temperaturwerte unter 0° hervorgerufen wurde. Die Kälte- und Frostperioden sind also geringer und kürzer geworden. Ganz allgemein können wir sagen, daß in Nordwestdeutschland bei den letzten Mittelwerten um 7 Eistage und um 12—15 Frosttage weniger gezählt wurden als bei den Mitteln vor 30—40 Jahren.

Die Kurve der Sommertage weist im Vergleich zur Sommerkurve im allgemeinen beinahe den entgegengesetzten Verlauf auf, wenn wir von dem ungewöhnlichen Verhalten der Kurve der Station Emden absehen. Man könnte vielleicht annehmen, daß die Zunahme von 1917—28 im wärmsten Monat Juli für die Zunahme der Sommertage verantwortlich sei. Aber eine zeitliche Übereinstimmung läßt sich dabei nicht feststellen. Bei einer anderen Erklärung dieses entgegengesetzten Verhaltens müssen wir annehmen, daß in den allgemein kühleren Sommern der letzten Jahrzehnte kürzere wärmere Perioden eingelagert waren, die das Monats- bzw. Jahresmittel nicht sehr beeinflußten. Es würden sich also gegenüberstehen: allgemein warme Sommer mit wenigen Tagen extrem hoher Temperatur und kühlere mit sehr warmen Perioden. Ein Beispiel hierfür haben wir im letzten Sommer 1938 mit seinen außergewöhnlich heißen Tagen.

Am Schlusse dieser Abschnitte ist es angebracht, einige Beispiele für das auf Seite 8 angeführte Kriterium zu bringen, nachdem uns die Aufeinanderfolge der Mittelwerte bereits gezeigt hat, daß tatsächlich säkulare Schwankungen vorhanden sind. Ich habe deshalb zu einigen Mittelwerten (M) der Station Kleve ihre mittleren Fehler (F) berechnet (Formel siehe S. 8). Das Ergebnis bringt uns Tabelle 12.

Tabelle 12.

Kleve: Mittlere Fehler der 30jährigen Jahres- und Jahreszeitenmittel der Temperatur (°C.)

	Zeitabschnitt	M	F
Jahr	1877/1906	9,0	0,11
	1907/1936	9,3	0,10
Winter	1877/1906	1,7	0,28
	1907/1936	2,6	0,28
Frühling	1850/1879	8,1	0,19
	1907/1936	8,8	0,14
Sommer	1852/1881	16,9	0,18
	1902/1931	16,2	0,16
Herbst	1857/1886	9,5	0,15
	1894/1923	9,2	0,18

Diese Werte zeigen eindeutig, daß die Änderungen z. T. weit größer sind als die den annähernd höchsten und niedrigsten 30 jährigen Mitteln entsprechenden mittleren Fehlern und bestätigen somit unser Ergebnis.

Ferner zeigen uns die mittleren Fehler der Mittelwerte der jeweils gewählten 30 jährigen Zeitabschnitte, daß sie durchaus nicht denselben Wert zu besitzen brauchen. Um zu sehen, ob dieser Tatsache vielleicht auch eine allgemeine Bedeutung zukommt, habe ich für 3 Zeitabschnitte der Station Kleve die durchschnittliche Abweichung nach der Formel $d = \frac{\sum |x|}{n}$ berechnet, wobei wieder x die Abweichungen der Einzelwerte vom arithmetischen Mittel und n die Anzahl der Jahre bedeuten.

Tabelle 13

Kleve: Durchschnittliche Abweichung der Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittel der Temperatur (°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Wi	Fr	So	He	J
1848/1877	2,23	2,24	1,58	1,15	1,47	1,14	1,26	1,15	1,01	1,08	1,40	2,06	1,35	0,77	0,85	0,58	0,61
1878/1907	1,88	1,76	1,44	1,13	1,08	0,94	1,22	0,98	0,91	1,10	1,14	1,70	1,17	0,70	0,69	0,70	0,48
1907/1936	1,58	1,72	1,25	1,13	1,08	1,17	1,29	0,85	0,95	1,11	1,37	1,56	1,22	0,61	0,74	0,75	0,48

Aus Tabelle 13 ist zu ersehen, daß die durchschnittliche Abweichung im Zeitabschnitt 1878/1907 gegenüber 1848/1877 in allen Monaten mit Ausnahme des Oktober kleiner geworden ist. Dasselbe Verhalten zeigen auch die Jahreszeiten bis auf den Herbst und das Jahr. Zum Teil sind die Unterschiede nicht unerheblich, so beträgt z. B. die Differenz im Februar beinahe 0,5 und im Mai 0,4°. Die Einzelwerte der Temperatur passen sich also im zweiten Abschnitte weit besser den Mittelwerten an als im ersten. Eine weitere Abnahme der durchschnittlichen Abweichung ist bei den Wintermonaten im letzten Zeitraum vorhanden, so daß im Januar die durchschnittliche Abweichung über 0,6° kleiner geworden ist gegenüber dem ersten Abschnitt. Ebenso verhält sich der März, dagegen zeigt sich im April und Mai keine weitere Abnahme. Von den Sommermonaten ist allein im August die durchschnittliche Abweichung geringer geworden, während sie im Juni und Juli jetzt die größten Werte aufweist. Auch die Herbstmonate haben wieder eine größere Abweichung. Wir können somit sagen, daß der Temperaturverlauf in den Winter- und Frühjahrsmonaten beim Vergleich der einzelnen Jahre in den letzten Jahrzehnten einheitlicher geworden ist, da die Einzelwerte weit weniger um den entsprechenden Mittelwert schwankten als in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Im Sommer und Herbst ist dagegen nach einer geringen durchschnittlichen Abweichung wieder eine größere Streuung festzustellen. Es zeigen sich also auch hier Änderungen, die wir aber nicht so gut verfolgen können wie mit der Methode der übergreifenden Mittelwerte.

II. Niederschlagsschwankungen

A. Jährliche, jahreszeitliche und monatliche Niederschlagsmengen

Die Ergebnisse dieses Abschnittes sind in den Abb. 31—47 dargestellt. Die Kurven des Niederschlags weisen wegen der großen Veränderlichkeit dieses Elementes untereinander nicht die bis ins einzelne gehende Übereinstimmung der Temperaturkurven auf.

Jahresniederschlag. Die vier Jahreskurven der Niederschlagsmittel zeigen in relativ guter Übereinstimmung (Abb. 31) das Minimum im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts. Während der Rückgang zu diesem Minimum bei Kleve seit Beginn der Beobachtung vorhanden ist, tritt er bei Emden erst 1895 hervor. Auch Gütersloh läßt seit 1880 im allgemeinen die Abnahme erkennen, jedoch durch das häufige Schwanken um den Normalwert etwas verwischt. Der Rückgang ist bei Lönningen am schlechtesten ausgeprägt. Nach 1911 erfolgte

Jahr:	1874	1882	1911	1923
Gütersloh	+ 5,7	— 5,3	+ 5,4	
	1882	1912	1932	
Kleve	— 10,0		+ 7,2	
	1905	1912	1928	
Lönningen	— 3,3		+ 5,7	
	1895	1913	1936	
Emden	— 6,9		+ 5,9	

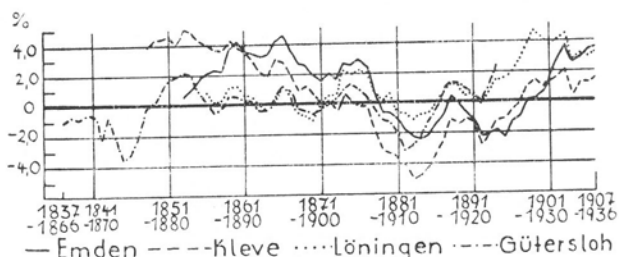


Abb. 31
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Jahres in Prozenten des Normalwerts

eine starke Zunahme der Niederschlagsmenge, nur von 1917 bis 1921 durch eine Abnahme unterbrochen. Wir hatten also in Nordwestdeutschland seit 1880 im allgemeinen eine Niederschlagsabnahme, die bei allen Stationen bis 1913 beendet war, auf die eine starke Zunahme folgte.

Winter und Wintermonate. Die Werte für den Winter ergaben von 1898—1914 in völliger Übereinstimmung sehr geringe Niederschlagsmengen, während vorher große örtliche Unterschiede z. B. zwischen Kleve und Gütersloh vorhanden waren, so daß der Rückgang bei den einzelnen Stationen verschieden groß war (Abb. 32). Nach 1914 nahmen dann

Winter:	1899	1923		
Gütersloh	+ 15,7			
	1908	1928	1914	1928
Kleve	+ 14,2		+ 12,5	
	1899	1928	1914	1928
Lönningen	+ 21,9		+ 19,4	
	1908	1935	1914	1928
Emden	+ 16,9		+ 13,6	

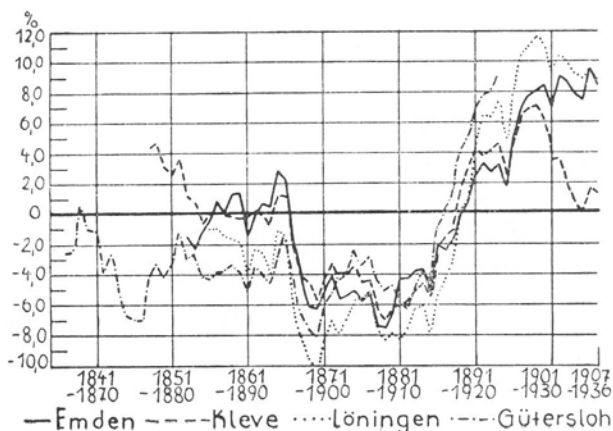


Abb. 32

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Winters in Prozenten des Normalwerts

die Niederschlagsmengen ungewöhnlich schnell zu. Diese Zunahme hielt bis 1928/29 an. Während nun bei Kleve ein Rückgang folgte, den auch die Werte von Lönigen noch zeigen, setzte sich bei Emden die Zunahme noch weiter fort. Betrachten wir die Zunahme vom kleinsten Mittel einer jeden Station, das bei den einzelnen innerhalb des genannten niederschlagsarmen Abschnitt nicht immer auf dasselbe Jahr fiel, bis zum Höchstwert, so stellen wir fest, daß die größte Änderung in Lönigen stattfand, aber auch in Gütersloh war sie sehr hoch, denn bis 1923 betrug sie 17,1 %. Um die außerordentlich schnelle und große Zunahme noch einmal zu kennzeichnen, sind hierfür die Werte von 1914—1928 mitgeteilt; auch hier steht Lönigen weitaus an erster Stelle.

Die Niederschlagskurven des Dezember zeigen alle den gleichen Verlauf (Abb. 33). Von 1866 bis 1895 nahm die Niederschlagsmenge dauernd zu. Dann folgte ein plötzlicher Rückgang bis 1900, der langsamer bis 1914 andauerte und in einen plötzlichen Anstieg überging, der aber nur wenige Jahre umfaßte und 1920 aufhörte. Die Werte von Emden und Lönigen ergaben noch eine weitere Zunahme bis 1929. In den letzten Jahren trat wieder eine Abnahme ein, die bei den Mitteln von Kleve am deutlichsten und bei Emden am wenigsten zu erkennen ist. Die hierzu mitgeteilten Werte lassen erkennen, daß die größte

Dezember:

	1866	1895	1914
Gütersloh	+ 20,9	— 16,1	
	1895	1908	1920
Kleve	— 10,2	+ 13,3	
	1895	1914	1929
Lönigen	— 20,2	+ 17,1	
	1895	1908	1929
Emden	— 17,4	+ 16,5	

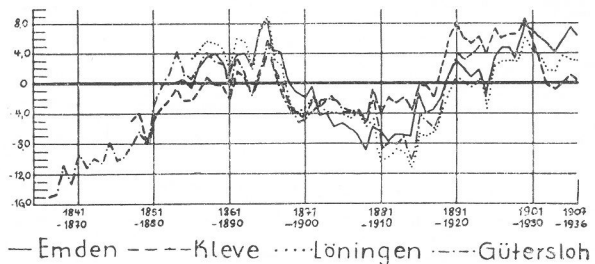


Abb. 33

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Dezember in Prozenten des Normalwerts

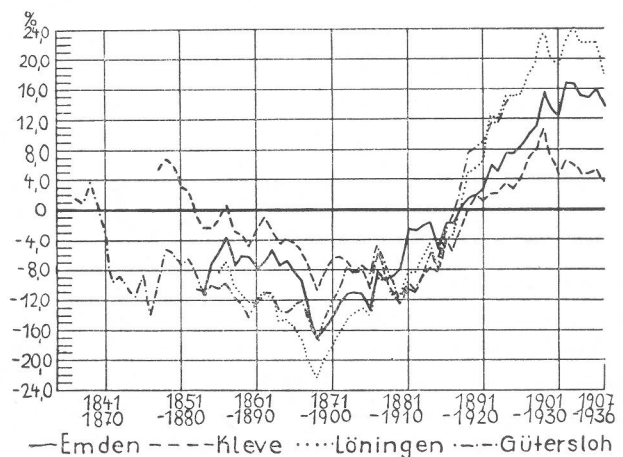
Änderung anscheinend von 1866 bis 1895 stattgefunden hat. Die größten Schwankungen zeigten sich in Lönigen.

Der Januar weist von den Wintermonaten die größten Änderungen in der Niederschlagsmenge auf. (Abb. 34.) Im allgemeinen fand ein Rückgang bis 1898 (bei Kleve bis 1909), dann eine Zunahme bis 1928, in der letzten Zeit wieder eine Abnahme statt. Bei Lönigen und Emden lag das Maximum etwas später. Die Zunahme betrug bei Gütersloh bis 1923 bereits 31,9, aber die größte Steigerung der Niederschlagsmenge erfuhr Lönigen mit 46,6 %, während sie bei Kleve nur die Hälfte dieses Wertes erreichte. Die Unterschiede in den Zunahmen sind also zwischen den Stationen sehr groß.

Januar:	1868	1898	1923
Gütersloh	— 21,5	+ 31,9	
	1878	1909	1928
Kleve	— 19,2	+ 23,1	
	1886	1898	1932
Lönigen	— 15,4	+ 46,6	
	1886	1898	1931
Emden	— 13,6	+ 33,9	

Abb. 34

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Januar in Prozenten vom Normalwert



Im Februar (Abb. 35) war der Rückgang in der ersten Hälfte der Beobachtungszeit bei Kleve und Emden größer als die nach 1907 folgende Zunahme, bei Lönningen jedoch umgekehrt. Die Niederschlagskurve von Gütersloh erreichte bereits 1886 den tiefsten Punkt und stieg dann langsam und verhältnismäßig stetig bis 1923 an. Die Niederschlagszunahme war 1927 beendet. In den letzten Jahren trat eine Abnahme ein.

Februar:			
	1872	1886	1923
Gütersloh	- 21,0		+ 15,0
	1877	1907	1927
Kleve	- 25,0		+ 14,2
	1894	1907	1927
Lönningen	- 13,9		+ 21,6
	1894	1909	1927
Emden	- 16,0		+ 14,1

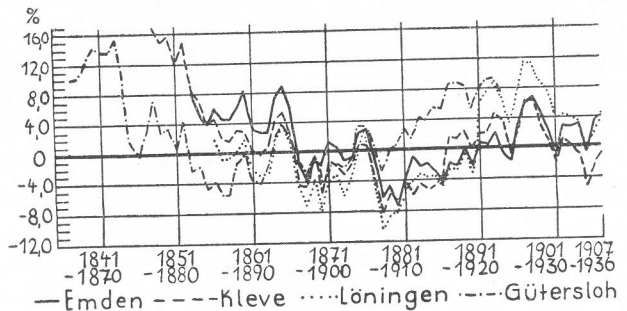


Abb. 35
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Februar in Prozenten des Normalwerts

Die Zunahme war also auch in diesem Monat bei Lönningen größer als bei den anderen Stationen, während die Abnahme am größten bei Kleve war.

Frühling und Frühlingsmonate. Während im Winter und in den Wintermonaten die Niederschlagskurven einen recht einheitlichen Verlauf aufwiesen, sind im Frühling zwischen den entsprechenden Mittelwerten der einzelnen Stationen große Unterschiede vorhanden (Abb. 36). Auf den Rückgang von 1879 bis 1894 erfolgte nach dem Minimum (1894) eine durch große Schwankungen unterbrochene bis 1927 dauernde Zunahme. Bei Emden jedoch nahm die Niederschlagsmenge bereits von 1882 an zu, aber nur bis 1916, dann folgte die Abnahme, während sie bei Kleve und Lönningen nach dem Höchstwert von 1926 bzw. 1927 einsetzte.

Frühling:			
	1879	1894	1916
Gütersloh	- 7,8		+ 11,4
	1879	1894	1926
Kleve	- 13,9		+ 15,5
		1894	1927
Lönningen			+ 17,9
		1882	1916
Emden			+ 11,3

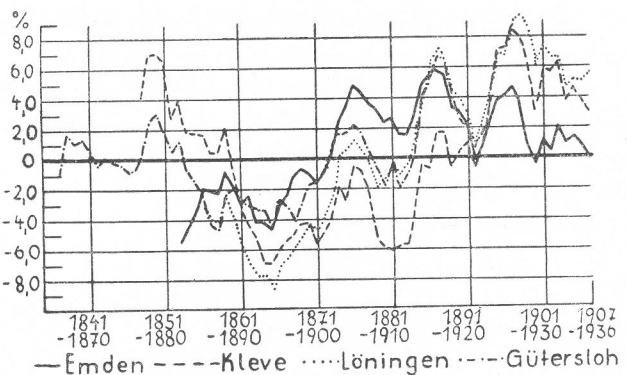


Abb. 36
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Frühlings in Prozenten des Normalwerts

Noch größere Unterschiede in der Niederschlagsverteilung können wir im März (Abb. 37) feststellen. Von 1890 bis 1910 traten bei Gütersloh fast stets positive Abweichungen vom Normalwert auf, während bei Kleve die Niederschlagsmenge weit darunter blieb. Die Kurven von Lönningen und Emden liegen zwischen diesen Extremen. Nach 1910 hörten diese Unterschiede plötzlich auf. Nach einer schnellen Niederschlagszunahme begann 1917 eine stetige Abnahme. Auch vor 1890 war im allgemeinen Parallelität vorhanden. Bei Güters-

loh konnten wir also eine Zunahme von 1875 bis 1903, bei Kleve eine Abnahme von 1888 bis 1900 feststellen. Die Größe der Zunahme ist 21,3 der Abnahme 18,1%. Da die Zunahme

März:

	1911	1916/1917	1936
Gütersloh	+ 14,3		
Kleve	+ 17,4		- 20,0
Löningen	+ 14,9		- 19,7
Emden	+ 14,0		- 24,3

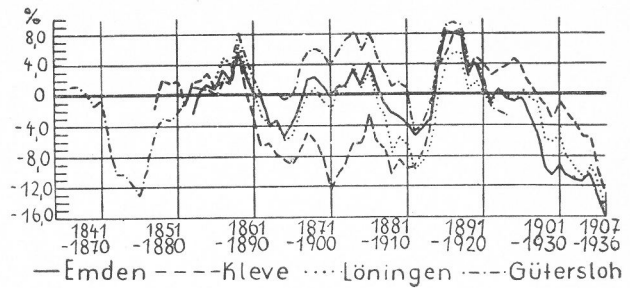


Abb. 37

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des März in Prozenten des Normalwerts

der Niederschläge von 1911 bis 1916/17 äußerst groß war, sind die entsprechenden Werte mitgeteilt. Die Niederschlagsabnahme dauerte bis 1936 und war am stärksten in Emden. 1936 wurde im allgemeinen der niedrigste Wert der gesamten Beobachtungsperiode erreicht, die Mittelwerte lagen um 14% unter dem Normalwert. Nur bei Kleve war 1900 ein noch etwas kleineres Mittel als 1936 vorhanden.

Im Gegensatz zum März finden wir im April (Abb. 38) wieder relativ gleichartige Niederschlagsverhältnisse an allen Orten, da die Mittelwerte den gleichen Gang anzeigen: Abnahme bis 1889, bis 1898 im allgemeinen ein Verharren auf derselben Höhe, dann eine außergewöhnliche fast stetige Zunahme bis 1936 (bei Emden bis 1932), die in Löningen

April:

	1872	1898	1923
Gütersloh	- 37,3	+ 30,9	
Kleve	1877	1898	1936
		- 16,3	+ 28,2
Löningen		1898	1936
		+ 47,8	
Emden		+ 32,6	

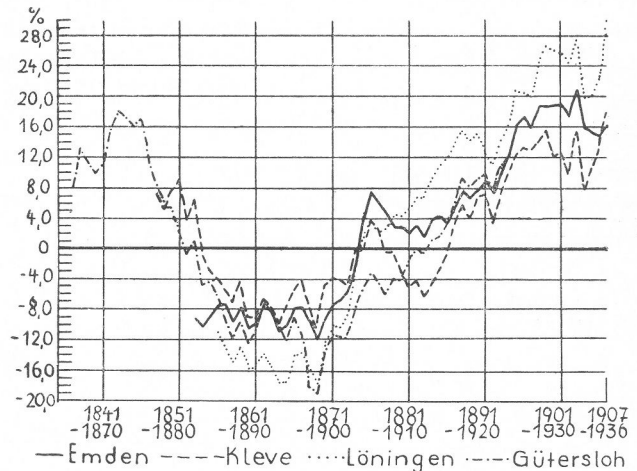


Abb. 38

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des April in Prozenten des Normalwerts

48% ausmacht. Die Werte der nebenstehenden Tabelle zeigen, daß der April durch außerordentlich hohe Schwankungen ausgezeichnet ist. Die höchsten Niederschlagsmengen im April waren im letzten Mittelwert 1936 erreicht, bei Löningen lagen sie sogar um 30% über dem Normalwert.

Im Mai ist wieder eine größere Divergenz der Kurven festzustellen (Abb. 39). Bei Gütersloh und Löningen erfuhr die Niederschlagsmenge im allgemeinen eine geringe, aber dauernde Zunahme. Gestört wurde diese Entwicklung nur durch eine größere Schwankung, die bei Löningen um 1920 und bei Gütersloh um 1880 eintrat. Hier findet sich auch für Gütersloh das größte Niederschlagsmittel. Dagegen erfolgte bei Kleve eine ebenso klare Abnahme bis 1919, dann ein plötzlicher Anstieg. In Emden nahm die Niederschlagsmenge bis

1910 zu, gefolgt von einer Abnahme bis 1922, die in kurzer Zeit ein größeres Ausmaß erreichte als die viel länger dauernde Zunahme. Während nach 1920 Kleve und Löningen denselben Kurvenlauf aufzeigen, bleiben die Werte von Emden hinter denen der anderen Stationen zurück. Trotz des plötzlichen Anstiges lag bei Kleve wie bei Gütersloh der Höchst-

M a i :

	1866	1879	1888
Gütersloh	+ 16,4	- 14,3	
	1888	1923	
	+ 11,3		
	1878	1919	1926
Kleve	- 22,6	+ 21,5	
	1891	1926	
Löningen	+ 15,9		
	1892	1910	1922
Emden	+ 14,7	- 16,6	

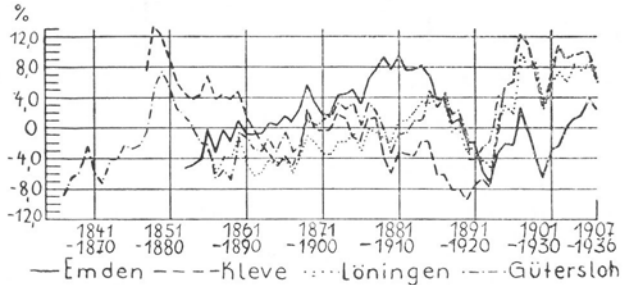


Abb. 39
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Mai in Prozenten des Normalwerts

wert vor 1880. Ebenso auffällig ist die Zunahme der Niederschlagsmenge in Kleve von 1919 bis 1926 gegenüber der Abnahme von 1878 bis 1919. Während sich also die Abnahme auf vier Jahrzehnte verteilte, umfaßte die Zunahme nur wenige Jahre. Die Schwankungen waren in diesem Monat in Kleve am größten.

Sommer und Sommermonate. Das Bild der Sommerniederschlagskurven (Abb. 40) von Gütersloh und Kleve wird beherrscht durch die sehr große Abnahme, die bei Kleve fast die ganze Beobachtungsperiode ausfüllt. Bei 1925 liegt hier anscheinend ein Umkehrpunkt. Die Kurve von Gütersloh zeigt, daß das Maximum von 1882/83 durch eine kurze Reihe von aufeinanderfolgenden Sommern von 1874 an mit ergiebigen Niederschlägen bedingt war. Der entsprechende Wert auf dem absteigenden Ast wurde erst 1911 erreicht. Im Gegensatz zu den beiden anderen Kurven nahm die Niederschlagsmenge in Emden und Löningen vom ersten Mittel bis 1906 bzw. 1909 zu, doch dann setzte sich auch hier die Abnahme durch. Diese war in Emden so groß, daß bereits 1912 der kleinste Mittelwert verzeichnet wurde. Nach 1926 nahm hier die Niederschlagsmenge stark zu, so daß sie annähernd den Werten um 1906 gleich ist. Diese Zunahme ist auch in Kleve vorhanden, bei Löningen nicht.

S o m m e r :

	1874	1882	1912
Gütersloh	+ 11,6	- 13,1	
	1883	1925	1936
Kleve	- 17,8	+ 6,9	
	1909	1921	
Löningen		- 8,9	
	1906	1912	1936
Emden	- 11,0	+ 10,8	

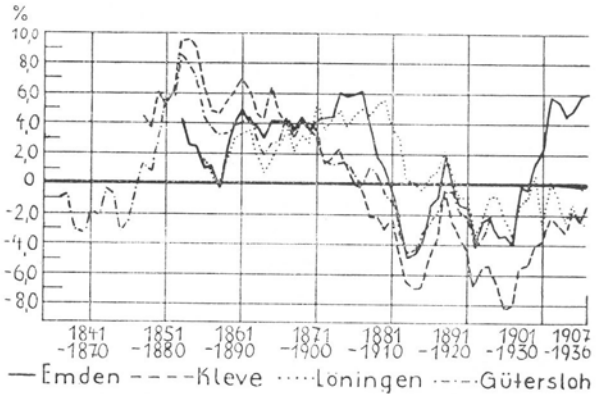


Abb. 40
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Sommers in Prozenten des Normalwerts

Wie unterschiedlich der säkulare Gang der Niederschlagsmenge an den einzelnen Stationen sein kann, zeigen uns besonders deutlich die Kurven der Sommermonate. Im Juni (Abb. 41) nahm die Niederschlagsmenge in Gütersloh bis 1882 so stark zu, so daß die mittlere Niederschlagsmenge von 1882 um 25,1 % über dem Normalwert lag. Dann folgte eine außer-

gewöhnlich große Abnahme bis 1912, die nur einmal von 1895 bis 1900 unterbrochen wurde. 1912 lag das Mittel 18,4 % unter dem Normalwert. Es folgte dann wieder eine Zunahme bis 1923. In diesem Monat stimmt der Kurvenverlauf von Kleve gut mit dem von Emden überein. Auch bei diesen nahm die Niederschlagsmenge von 1882 an ab, aber im wesentlichen nur bis 1893, dann nahmen sie sogar bis 1908 etwas zu; dann folgte jedoch noch eine geringe Abnahme bis 1912. Aber die Gesamtabnahme ist bei ihnen weit kleiner als bei Gütersloh. Dann nahm die Niederschlagsmenge fast dauernd bis 1936 zu; in Emden lag der Höchstwert bei 1929, der nicht ganz das absolute Maximum von 1882 erreichte, die Zunahme war also nicht ganz so groß wie die Abnahme. Auffällig ist das fast ganz entgegengesetzte Verhalten der Kurve von Lönigen: bis 1907 eine klare Zunahme, dann eine Abnahme bis 1936. Auch war das Ausmaß der Änderung noch weit geringer als in Kleve und Emden, die Unterschiede in den Schwankungen sind also an den einzelnen Stationen sehr groß, er beträgt z. B. zwischen Gütersloh und Lönigen über 30 %.

Juni:

	1869	1882	1912
Gütersloh	+ 24,0	- 43,5	
	1882	1912	1936
Kleve	- 25,6	+ 17,3	
	1893	1907	1936
Lönigen	+ 12,8	- 12,6	
	1882	1912	1929
Emden	- 23,1	+ 23,0	

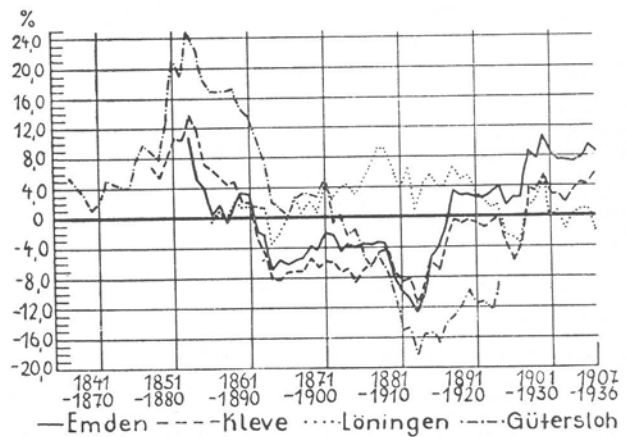


Abb. 41

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Juni in Prozenten des Normalwerts

Sämtliche Kurven weisen im Juli (Abb. 42) zuerst eine Zunahme auf, die nach den Verhältnissen von Gütersloh kurz nach 1870 begann, aber während die Abnahme in Gütersloh erst 1917 eintrat, wenn auch sich die Niederschlagsmenge bereits von 1900 ab auf derselben Höhe verhielt, so begann dagegen die Abnahme in Kleve schon 1894, in Lönigen 1900 und in Emden 1906. Der Rückgang war im Juli bei Kleve am größten. Ebenso lag auch das Ende dieser Abnahme zeitlich verschieden; Emden 1925, Kleve 1928 und Lönigen 1930. Während in Kleve und Lönigen in den letzten Jahren nur eine geringe Zunahme einge-

Juli:

	1874	1900	1917	1921
Gütersloh	+ 21,6		- 10,6	
	1894	1928		
Kleve	- 35,9			
	1900	1930		
Lönigen	- 19,8			
	1906	1925	1936	
Emden	- 17,2	+ 19,6		

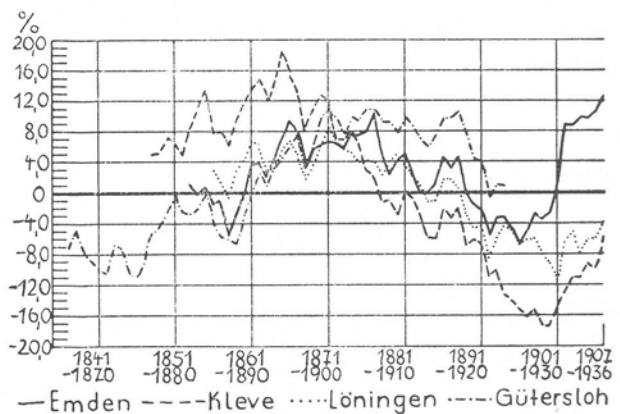


Abb. 42

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Juli in Prozenten des Normalwerts

treten ist, war sie bei Emden so groß, daß das Maximum von 1906 übertroffen wurde, 1936 lag das Mittel um 12,9, 1906 10,5 % über dem Normalwert. Dagegen lagen die Mittel von Kleve und Lönningen 1936 5,5 bzw. 4,0 % unter dem Normalwert. Am kleinsten war diese Zunahme in Lönningen. Die größte Schwankung lag in diesem Monat in Kleve.

Im Gegensatz zu anderen Sommermonaten sind die Änderungen im August (Abb. 43), besonders wenn wir noch Werte von Emden außer acht lassen, klein. Im allgemeinen lagen die Mittel von 1880 bis 1910 über, dann unter dem Normalwert, mit Ausnahme von Gütersloh, wo bereits von 1900 an die Mittel unter dem Normalwert lagen. Er wird um 1930 von allen Kurven noch einmal überschritten, aber infolge der Abnahme in den letzten Jahren lagen 1936 die Niederschlagsmengen aller Stationen wieder unter dem Normalwert. In

August:	
	1882 1900
Gütersloh	— 11,6
	1882 1914
Kleve	— 15,4
	1914 1929
Lönningen	+ 11,2
	1903 1926
Emden	— 19,8

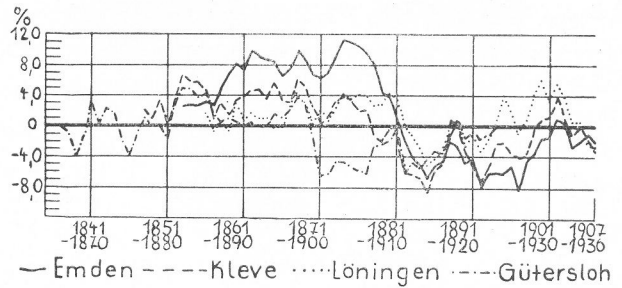


Abb. 43
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des August in Prozenten des Normalwerts

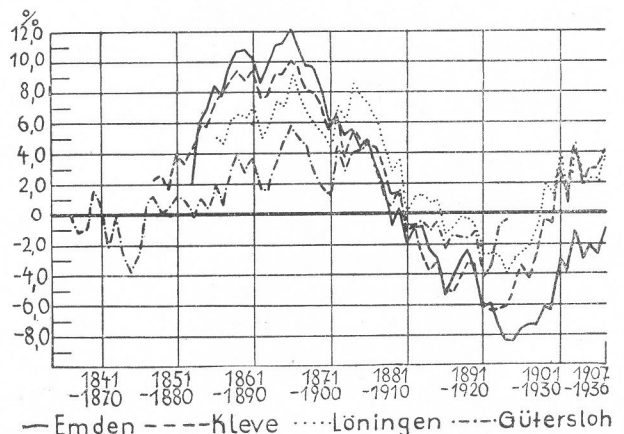
der nebenstehenden Tabelle sind, wegen der geringen Änderung und der ungleichartigen Tendenz nur die Werte für die gesamte Schwankung mitgeteilt. Sie zeigen, daß bei Lönningen die höchsten Werte um 1930, an den anderen Orten aber um 1880 und 1900 liegen. Die Schwankungen sind also im August in Emden am größten. Im Vergleich mit den anderen Sommermonaten können wir den August hinsichtlich der Niederschlagsmenge als ziemlich beständig ansehen.

Herbst und Herbstmonate. Trotz großer örtlicher Unterschiede zwischen den entsprechenden Mittelwerten der einzelnen Stationen ist der Gesamtverlauf bei allen Kurven im Herbst derselbe (Abb. 44). Sie führen in der zur Verfügung stehenden Periode eine vollständige Schwingung aus. Diese ist am besten bei den Kurven von Kleve und Emden ausgeprägt, am schwächsten bei der Kurve von Gütersloh, sie ist aber doch noch klar zu erkennen. Es zeigt sich folgender Verlauf: Abnahme bis 1874, Zunahme bis 1895, Abnahme bis 1923 (hier zeitlich bei den Stationen etwas verschieden), Zunahme bis 1936. Die Gesamtzu- und abnahme geben uns also die Werte der Station Gütersloh; die Änderung ist hier aber am geringsten, da Gütersloh die kleinsten positiven und negativen Abweichungen vom Normal-

Herbst:	
	1874 1895 1920
Gütersloh	+ 9,6 — 10,0
	1879 1895 1921 1639
Kleve	+ 8,3 — 16,4 + 10,5
	1895 1923 1936
Lönningen	— 12,9 + 7,2
	1882 1895 1923 1936
Emden	+ 10,2 — 20,6 + 7,4

Abb. 44

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des Herbstes in Prozenten des Normalwerts



wert im Vergleich mit den anderen Stationen aufweist. Die größte Abnahme fand in Emden, die größte Zunahme bis 1936 in Kleve statt. In Emden lag das letzte Mittel noch unter dem Normalwert, dagegen war die Niederschlagsmenge von Kleve und Lönningen bereits auf über 4% über den Normalwert gestiegen.

Gleichen Verlauf der Kurven ergaben für September die Niederschlagsmittel von Kleve, Lönningen und Emden (Abb. 45): Abnahme der Niederschlagsmenge von 1885 bis 1908 bei Emden und Lönningen, bis 1917 bei Kleve, dann eine durch häufiges Schwanken unterbrochene Zunahme, so daß in Emden infolge einer dieser kleinen Schwankungen 1929 noch einmal derselbe Wert wie 1908 erreicht wurde, bei Lönningen aber war die Zunahme so groß, daß am Beginn und am Ende des Beobachtungsabschnittes dieselben Werte lagen.

September:

	1876	191	1922
Gütersloh	-10,6	+15,0	
	1885	1917	1936
Kleve	-19,1	+13,4	
	1885	1908	1936
Lönningen	-19,1	+19,1	
	1885	1908	1936
Emden	-24,5	+13,2	

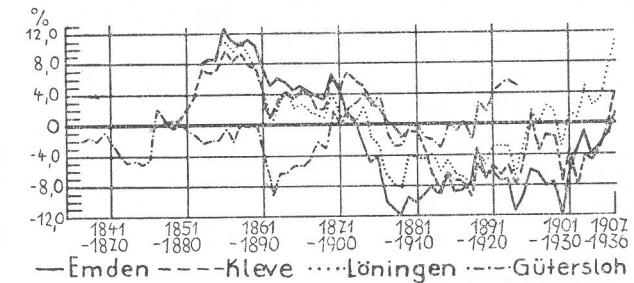


Abb. 45
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen
des September in Prozenten des Normalwerts

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Zunahme in den letzten Jahren besonders groß ist. Im Gegensatz zu den Verhältnissen an diesen Stationen lagen in Gütersloh die Niederschlagsmengen vor 1900 unter dem Normalwert, außerdem weist die Kurve seit 1891 im allgemeinen eine Zunahme auf.

Die Niederschlagsverteilung war im Monat Oktober (Abb. 46) wieder gleichmäßiger, so daß die Kurven denselben Verlauf zeigen. Im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Monaten waren die Schwankungen größer. Im ganzen weisen die Kurven den Verlauf, wie wir ihn bei den Herbstkurven beschrieben haben, nur mit einer teilweisen Verschiebung des Maximums und des ersten Minimums, auf. Die Zunahme und Abnahme war in Emden

Oktober:

	1884	1896	1920
Gütersloh	+20,6	-18,5	
	1882	1896	1922
Kleve	+15,8	-20,6	+16,4
	1885	1906	1925
Lönningen	+24,0	-22,5	
	1882	1906	1925
Emden	+30,8	-29,8	+10,8

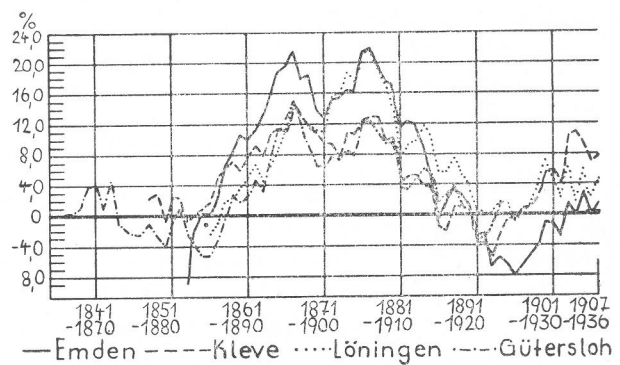


Abb. 46
Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen
des Oktober in Prozenten des Normalwerts

am bedeutendsten, aber auch an anderen Orten waren sie verhältnismäßig hoch. Die Zunahme in den letzten Jahrzehnten war in Kleve am größten.

Im November ergab sich ebenfalls derselbe säkulare Gang (Abb. 47). Außerdem stimmen die Werte der Stationen untereinander sehr gut überein. Das erste Minimum und das Maximum lagen in diesem Monat früher als im Oktober.

November:

	1874	1890	1920
Gütersloh	+ 16,9	- 25,6	
		1890	1925
Kleve		- 27,0	
		1895	1925
Löninge		- 21,7	
		1890	1925
Emden		- 24,3	

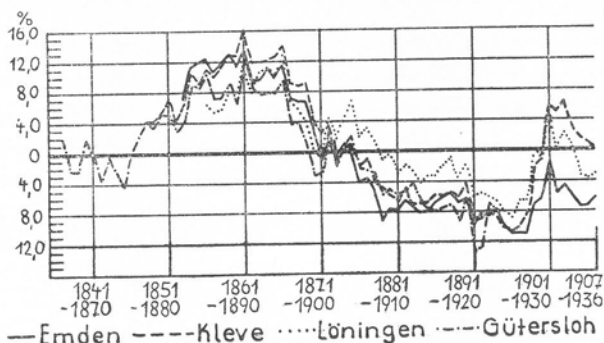


Abb. 47

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen des November in Prozenten des Normalwerts

Zusammenfassung. Fassen wir die Ergebnisse für das Jahr, die Jahreszeiten und Monate kurz zusammen.

Die Kurven der mittleren Jahressummen des Niederschlags zeigten uns, daß ganz allgemein nach dem kurzen relativ trockenen Zeitabschnitt um 1874 bereits nach 6—8 Jahren eine sehr feuchte Periode folgte. Nach langsamer Abnahme mit häufigem Schwanken wurde zwischen 1911 und 1913 das zweite Niederschlagsminimum erreicht. Dann trat bis in die letzte Zeit eine dauernde Zunahme des Niederschlags ein.

Im Winter wiesen die mittleren Niederschlagssummen von 1898 bis 1914 sehr kleine Werte auf und es folgte im zweiten und dritten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts innerhalb von 18 Jahren eine Zunahme von rund 15%. In Emden war in den letzten Jahren eine Zunahme, bei den anderen Orten eine Abnahme eingetreten. Ebenso hatte im Frühjahr eine starke Zunahme eingesetzt, aber früher als im Winter. An allen Stationen nahm in der letzten Zeit die Regenmenge ab. Bei Emden lagen An- und Abstieg noch früher. Für den Sommer erhielten wir das Ergebnis, daß der Niederschlag in Kleve und Gütersloh von 1882/83 bis 1925 eine große Abnahme, dagegen in Löninge und Emden bis 1907 bzw. 1909 eine Zunahme und dann erst eine Abnahme aufwies. In den letzten Jahren zeigt sich in Emden ein starker Anstieg. Im Herbst führten die Kurven eine vollständige Schwingung aus, dabei fand innerhalb der Beobachtungszeit ein großer Rückgang von 1895 bis 1923 statt.

Vergleichen wir die Ergebnisse untereinander, so können wir im allgemeinen eine Gleichsinnigkeit zwischen Sommer und Herbst und zwischen Winter und Frühling feststellen. Sommer und Herbst sind Gegenstücke zum Winter und Frühling. Dem Niederschlagsmaximum im Winter und Frühling in den 20er Jahren stand das Minimum im Sommer und Herbst im gleichen Zeitabschnitt gegenüber, Abnahme im Winter und Frühling in der letzten Zeit — Zunahme im Sommer und Herbst (ohne Emden); Minimum im Frühling — Maximum im Herbst zwischen 1890 und 1900. Durch diese Gegenläufigkeit ist es zu erklären, daß die Jahreskurven z. T. keine große Schwankung erkennen ließen. In Kleve und auch noch in Emden war die Abnahme des Sommer- und Herbstniederschlags so groß, daß auch eine sehr deutliche Abnahme des Jahresniederschlags erfolgte. Die plötzliche Zunahme des Niederschlags im Winter ließ auch den Jahresniederschlag nach 1910 wieder ansteigen. Die Unterschiede der einzelnen Stationen sind in jedem Abschnitt erörtert worden. Die größte Änderung lag in jeder Jahreszeit nicht an derselben Station; so lag sie im Winter in Löninge, im Frühling ebenfalls in Löninge, im Sommer in Kleve und im Herbst in Emden.

Tabelle 14

Höchstes und niedrigstes 30jähriges Mittel der Niederschlagsmengen Abweichungen in Prozenten des Normalwertes

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Wi	Fr	So	He	J	
Gütersloh	Normalwert	58,9	47,9	53,4	43,4	58,1	71,0	83,3	74,7	55,5	57,9	68,0	174,8	154,9	229,0	170,8	729,5	
	Höchstes Mittel	+14,6	+15,2	+9,6	+18,2	+7,4	+25,1	+11,2	+5,2	+15,2	+12,4	+5,9	+8,9	+6,7	+8,5	+5,8	+2,1	
	Zeitabschnitt	1923	1872	1916	1872	1879	1882	1906	1882	1922	1896	1890	1895	1923	1916	1882	1895	1882
	Niedrigstes Mittel	-17,3	-5,8	-13,1	-19,1	-9,0	-18,4	-10,8	-6,4	-9,4	-5,4	-13,2	-15,6	-8,2	-4,6	-4,6	-4,2	-3,6
	Zeitabschnitt	1898	1886	1875	1898	1866	1912	1875	1900	1891	1884	1920	1866	1899	1887	1912	1920	1874
Differenz	31,9	21,0	22,7	37,3	16,4	43,5	22,0	11,6	15,0	20,6	25,6	21,5	17,1	11,3	13,1	10,0	5,7	
Kleve	Normalwert	62,8	50,4	56,9	46,0	55,7	62,7	79,1	79,4	60,6	67,0	64,9	76,7	189,9	158,6	221,2	192,5	762,2
	Höchstes Mittel	+10,7	+16,9	+7,9	+17,8	+13,3	+14,0	+18,6	+6,8	+9,7	+15,2	+16,2	+8,5	+7,0	+8,6	+9,5	+10,0	+5,0
	Zeitabschnitt	1928	1877	1917	1936	1878	1882	1894	1882	1885	1896	1890	1929	1928	1926	1883	1895	1882
	Niedrigstes Mittel	-12,4	-8,1	-12,5	-10,4	-9,3	-11,6	-17,4	-8,6	-9,4	-5,4	-10,8	-7,6	-7,1	-6,9	-8,3	-6,4	-5,0
	Zeitabschnitt	1909	1907	1900	1898	1919	1912	1928	1914	1917	1922	1925	1879	1908	1894	1925	1921	1912
Differenz	23,1	25,0	20,4	28,2	22,6	25,6	36,0	15,4	19,1	20,6	27,0	16,1	14,1	15,5	17,8	16,4	10,0	
Löningen	Normalwert	53,0	44,0	51,8	40,8	51,2	65,0	83,8	77,7	55,4	57,3	53,9	58,8	155,8	143,8	226,5	166,6	692,7
	Höchstes Mittel	+24,2	+11,1	+6,6	+30,2	+9,8	+9,4	+8,5	+6,4	+10,8	+21,6	+12,8	+9,2	+11,6	+9,3	+5,5	+9,1	+4,6
	Zeitabschnitt	1928	1926	1888	1936	1926	1907	1900	1929	1885	1906	1895	1895	1928	1927	1909	1895	1928
	Niedrigstes Mittel	-22,4	-10,5	-14,3	-17,6	-6,1	-3,4	-11,3	-4,8	-8,3	-2,4	-8,9	-11,0	-10,3	-8,6	-3,4	-3,8	-1,1
	Zeitabschnitt	1898	1907	1936	1898	1891	1893	1930	1914	1908	1885	1925	1914	1899	1894	1921	1923	1914
Differenz	46,6	21,6	20,9	47,8	15,9	12,8	19,8	11,2	19,1	24,0	21,7	20,2	21,9	17,9	8,9	12,9	5,7	
Emden	Normalwert	55,1	43,3	49,8	40,7	48,7	63,6	76,5	89,5	67,4	69,2	63,6	63,7	162,1	139,2	229,6	200,2	731,1
	Höchstes Mittel	+16,7	+8,8	+8,6	+20,6	+9,6	+10,5	+12,9	+11,5	+12,8	+22,1	+13,5	+8,6	+9,3	+5,8	+6,2	+12,2	+4,5
	Zeitabschnitt	1931	1894	1917	1932	1910	1882	1936	1903	1885	1906	1890	1895	1935	1916	1906	1895	1895
	Niedrigstes Mittel	-17,2	-7,2	-15,7	-12,0	-7,0	-12,6	-6,7	-8,3	-11,7	-8,7	-10,8	-8,8	-7,6	-5,5	-4,8	-8,3	-2,4
	Zeitabschnitt	1898	1909	1936	1898	1922	1912	1925	1926	1908	1882	1925	1908	1908	1882	1912	1924	1913
Differenz	33,9	16,0	24,3	32,6	16,6	23,1	19,6	19,8	24,5	30,8	24,3	17,4	16,9	11,3	11,0	20,5	6,9	

Sehr einheitlich war der säkulare Gang in den einzelnen Wintermonaten und auch die Monate untereinander ließen z. T. dieselben Tendenzen erkennen. Durch diese Parallelität in den letzten Jahrzehnten kam deshalb bei der Zusammenfassung zu den Wintersummen auch hier die Zunahme klar zum Ausdruck. Wesentlich ist also die verhältnismäßig gute Übereinstimmung der Monatskurven des Winters.

Dagegen ließen sich in den Frühlingsmonaten März und Mai im Verhalten der Kurven untereinander z. T. große Unterschiede erkennen. Im April herrschte wieder eine gute Übereinstimmung, und hier ist die außerordentlich starke Zunahme der Niederschlagsmenge zu nennen. Diese ist deshalb auch bei den Frühlingssummen zu erkennen, besonders da im Mai auch eine Zunahme stattfand. Aber da im März und im Mai noch größere Schwankungen auftraten, so verlief auch die Frühlingssumme sehr unregelmäßig.

Das Auffallendste waren in den Sommermonaten die großen örtlichen Unterschiede, die großen Änderungen im Juni und Juli, und der dazu im Gegensatz stehende relativ ruhige Verlauf der Kurven im August. Zu bemerken ist jedoch, daß die Niederschlagsmenge von Lönningen auch in den beiden anderen Monaten, so besonders im Juni, geringere Schwankungen aufwies. Die Parallelität der Abnahme des Niederschlags im Sommer bei Gütersloh und Kleve war nicht durch ein entsprechendes Verhalten der Monate, insbesondere des Juni und Juli, bestimmt, sondern nur dadurch, daß sich die einzelnen Zeitabschnitte ergänzten.

Wie im Winter mußten wir auch im Herbst für alle Monate fast dieselben Änderungen und Schwankungen feststellen, so daß die Jahreszeitenkurve dieselben sehr gut darstellen konnte.

Wir können also zusammenfassend sagen, daß die Niederschlagsverteilung im Herbst und Winter in Nordwestdeutschland ziemlich gleichmäßig war, da die Kurven der Stationen untereinander in den einzelnen Monaten gute Übereinstimmung besaßen. Im Frühling und besonders im Sommer waren die Unterschiede dafür umso größer. Wir haben also in diesen Jahreszeiten keine so gleichmäßige Niederschlagsverteilung, wir müssen sogar im Sommer den Gewitterregen (Wärmegewitter) einen beträchtlichen Anteil an der Gesamtmenge in diesen Monaten zugestehen, um die großen Unterschiede erklären zu können.

In der Tabelle 14 sind die höchsten und niedrigsten 30jährigen Mittel der Niederschlagssummen der Monate, der Jahreszeiten und des Jahres mit dem zugehörigen Zeitabschnitt zusammengestellt. Die Differenz in der letzten Zeile gibt die gesamte Schwankung innerhalb der jeweiligen Beobachtungsperiode an. Aus der Tabelle ersehen wir, daß für das gesamte Gebiet der April die größte und der August (ohne Emden) die kleinste Änderung besitzt. Dieses sehen wir am besten in der folgenden Zusammenstellung: die größten Schwankungen haben die Monate:

Gütersloh: Juni, April, Januar, November,
Kleve: Juli, April, November, Juni,
Lönningen: April, Januar, Oktober, November,
Emden: Januar, April, Oktober, September;

die kleinsten Schwankungen:

Gütersloh: August, September, Mai,
Kleve: August, Juni, Mai,
Lönningen: August, Juni, Mai,
Emden: Februar, Mai, Dezember.

Für das ganze Gebiet haben also die Monate April, Januar und November die größten und die Monate August und Mai die kleinsten Schwankungen. Von den Jahreszeiten hat die stärkste Änderung in Gütersloh und Lönningen der Winter, in Kleve der

Sommer und in Emden der Herbst. Es sei hier noch einmal darauf hingewiesen, daß sich diese Reihenfolge aus den Abweichungen in Prozenten des Normalwertes ergibt, würden wir die Absolutwerte nehmen, also in mm, so lautet die Reihenfolge z. B. für Lönigen: Januar, April, Juli, Oktober; es tritt also bei der obigen Reihenfolge der Juli nicht mehr auf; für die kleinsten Schwankungszahlen ist die Reihenfolge gerade umgekehrt: Mai, Juni, August.

Auch hier seien anschließend die mittleren Fehler für einige 30jährige Mittelwerte und die durchschnittliche Abweichung für drei aufeinanderfolgende Abschnitte mitgeteilt. Die mittleren Summen der Niederschlagsmenge für das Jahr und für die Jahreszeiten wurden in Prozenten des Normalwertes, die mittleren Fehler und die durchschnittlichen Abweichungen in Prozenten des entsprechenden Mittelwertes ausgedrückt. (Tab. 15)

Tabelle 15

Kleve: Mittlere Fehler (F.) der mittleren Jahres- und Jahreszeitensummen (M) der Niederschlagsmengen in Prozenten

	Zeitabschnitt	M	F
Jahr	1853/1882	105,0	3,36
	1883/1912	95,0	2,51
Winter	1870/1899	94,3	5,13
	1900/1929	106,0	5,02
Frühling	1864/1893	93,1	6,01
	1897/1926	108,6	4,82
Sommer	1854/1883	109,5	5,61
	1896/1925	91,7	6,30
Herbst	1861/1890	109,4	4,69
	1892/1921	93,6	5,56

Auch diese Zahlen unterstützen wie bei der Temperatur unsere Ergebnisse, da der Unterschied zwischen den Mittelwerten der jährlichen und der jahreszeitlichen Summen stets größer ist als der mittlere Fehler.

Tabelle 16

Kleve: Durchschnittliche Abweichung der Monats-, Jahreszeiten- und Jahressummen des Niederschlags in Prozenten

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Wi	Fr	So	He	J
1848/1877	24,7	44,8	47,3	51,6	32,5	39,7	42,7	39,6	34,6	41,3	44,4	45,5	21,3	22,8	24,6	20,7	12,2
1878/1907	41,2	48,0	41,5	54,6	39,8	37,0	41,7	39,2	44,8	27,0	29,8	34,1	17,8	27,7	28,2	24,4	11,0
1907/1936	32,3	42,6	41,2	36,3	45,4	37,4	39,7	44,4	46,7	47,2	33,1	38,5	25,2	21,4	20,3	26,4	12,0

Die Tabelle 16 zeigt, daß die durchschnittliche Abweichung beim Niederschlag in verschiedenen Zeitabschnitten sehr verschiedene Werte annimmt und bestätigt hiermit neben der Größe der durchschnittlichen Abweichung die hohe Veränderlichkeit der Niederschlagsmengen. Während wir bei der Temperatur z. T. gleichmäßige Veränderungen der Abweichungen in fast allen Monaten und Jahreszeiten von einem Zeitabschnitt zum anderen fanden, können wir ein solches Verhalten hier nicht feststellen. Auch innerhalb der einzelnen Jahreszeiten ist kaum eine Übereinstimmung hinsichtlich der Richtung der Änderung zwischen den Zeitabschnitten vorhanden. Es sei noch hingewiesen auf die großen Unterschiede im Januar, April und Oktober; wir sahen ja auch, daß die Niederschlagsmengen im Januar und April besonders großen Änderungen unterworfen waren. Ziemlich konstant ist die durchschnittliche Abweichung in den Sommermonaten.

B. Veränderungen im Jahresgang des Niederschlags

Ozeanität. Bevor wir auch die Veränderungen im Jahresgange im einzelnen betrachten, seien ebenfalls die säkularen Änderungen zweier Größen, die in unserem Klimagebiet als Kennzeichen der Ozeanität gelten, kurz dargestellt. Als erstes Maß für die hygri sche Ozeanität bzw. Kontinentalität hat Henze die Differenz zwischen den Niederschlagssummen der Monate August, September, Oktober und der Monate Mai, Juni, Juli eingeführt. Da die Herbstregen als ozeanischer, Sommerregen als kontinentaler Typus gelten, so steht bei positiver Differenz der Ort unter ozeanischem, bei negativer unter kontinentalem Einfluß¹. A. Dieckmann hat die Berechtigung dieser Methode für Europa nachgewiesen².

Als zweites Maß hat Reichel in seiner bereits genannten Arbeit die Differenzen zwischen den Herbst- und Frühjahrssummen des Niederschlags in Prozenten der Jahressummen genommen³. Auch für dieses Charakteristikum gelten die obigen Ausführungen.

Die Differenzen zwischen den Summen der Monatswerte August, September, Oktober und Mai, Juni, Juli und zwischen den Herbst- und Frühjahrswerten wurden aus den übergreifenden 30jährigen Mittelwerten berechnet und in Prozenten der mittleren Jahressummen ausgedrückt. Während die Differenzen zwischen den Monaten August bis Oktober und Mai bis Juli an den einzelnen Stationen jeweils einen anderen säkularen Gang ergaben (Abb. 48), wiesen die Differenzen zwischen Herbst und Frühling überall den gleichen Verlauf auf (Abb. 49). Diese Differenz ist also wohl als das beste Maß, zeitlich gesehen, für die Ozeanität. Es sei hier bemerkt, daß, wenn bei unseren Untersuchungen die verschiedenen Definitionen der Kontinentalität bzw. Ozeanität nicht zu dem gleichen Ergebnis führten, diese dadurch nicht ihre räumliche Bedeutung verlieren, sondern uns in erster Linie zeigen, daß wir nicht allein auf Grund der Änderung einer Größe von einer Abnahme oder Zunahme der Ozeanität



Abb. 48

Änderungen der Ozeanität bei den sommerlichen Niederschlägen (nach Henze)

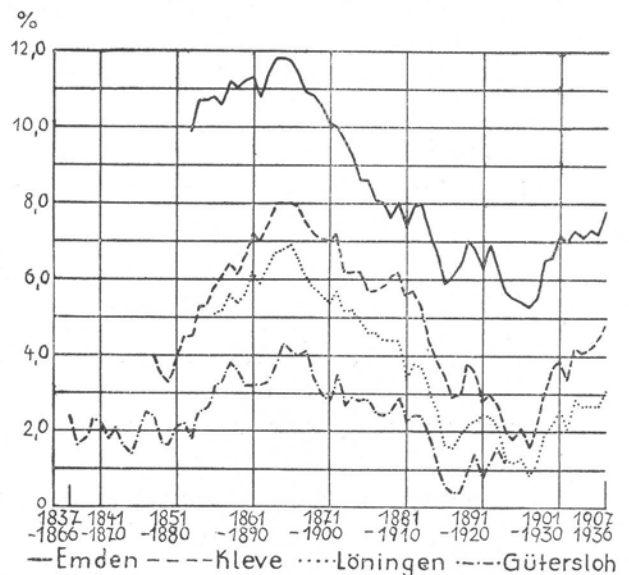


Abb. 49

Änderungen der Differenzen zwischen Herbst und Frühlingwerten des Niederschlags

¹ Henze, G. Ozeanität und Kontinentalität . . ., M. Z. 1929, S. 129.

² Dieckmann, A. Die Grenzen der Ozeanität . . ., M. Z. 1930, S. 24.

³ Reichel, E. Vergleich der Frühjahrs- und Herbstmittel . . ., Ann. d. H. 1930, S. 81.

sprechen können, ohne die anderen Größen zu beachten, die wiederum allein betrachtet, zu der entgegengesetzten Anschauung führen können.

Betrachten wir zuerst die Kurven der Abbildung 48. Die stets negativen Differenzen von Gütersloh besagen, daß nach dieser Größe hier der kontinentale Typus bereits vorherrscht. Nach Abnahme von 4,4 % (1870—1880) nahm die Differenz bis 1921 mit großen Schwankungen langsam um 4,0 % zu. Auch Lönigen weist größtenteils negative Differenzen auf. Eine Abnahme zeigt sich hier von 1905 bis 1915 (2,4 %), dann eine Zunahme bis 1930 mit 3,3 %. Im Gegensatz zu diesen Orten haben Kleve und Emden positive Differenzen. In Übereinstimmung mit den Werten von Gütersloh nahmen die Differenzen in Kleve von 1880 an zu, aber nur bis 1909, dann folgte eine Abnahme. Die Zunahme betrug 4,1 %, die Abnahme bis 1936 1,9 % (bis 1916 bereits 2,4 %). Die Abnahme ist in Emden am stärksten ausgeprägt und ging von 1897, wo sich auch in Kleve ein erstes Maximum zeigte, bis zum Ende der Reihe. Die kleinste Differenz fiel auf die Mittel 1932 und 1934. Vorher ist auch hier eine Zunahme, die anfangs sogar sehr schnell erfolgte, festzustellen. Die Zunahme betrug 3,5 und die Abnahme 5,5 %.

Betrachten wir anschließend die Abbildung 49, so fällt sofort bei Emden der gleiche säkulare Gang dieser Differenz mit der soeben beschriebenen auf: geringe Zunahme bis 1894, dann eine große Abnahme bis 1926. Darauf folgte hier allerdings ein klarer Anstieg der Kurve. Die Abnahme betrug 6,5, die Zunahme bis 1936 bereits 2,5 %. Denselben Gang haben auch die Differenzen an den anderen Orten, wie wir schon betont haben. Diese Differenzen weisen den gleichen Verlauf wie die Kurven der Niederschlagsmengen des Herbstes auf. Zahlenmäßig ergab sich bei den anderen Orten folgendes Bild: Lönigen: Abnahme von 1895 bis 1926 5,0, Zunahme bis 1936 2,2 %; Kleve: Zunahme von 1879 bis 1895 4,7, Abnahme bis 1926 6,4, Zunahme bis 1936 3,2 %; Gütersloh: Zunahme von 1874 bis 1894 2,9, Abnahme bis 1916 3,9 %. Wir können demnach feststellen, daß die Differenzen der Herbst- und Frühjahrsregen als Maß der Ozeanität denselben Verlauf aufweisen wie die Regenmengen des Herbstes, der aber noch dadurch wesentlich verstärkt wird, daß im Frühling der säkulare Niederschlagsgang demjenigen des Herbstes entgegengesetzt ist, was bereits beim Vergleich erwähnt wurde. Dagegen führten die Differenzen zwischen den Summen der Monatswerte August bis Oktober und Mai bis Juli an den einzelnen Orten zu unterschiedlichen Ergebnissen, wobei auf den gleichen Verlauf der Kurven dieser beiden Größen bei Emden noch einmal hingewiesen sei.

Jahresgang. Auch hier sei nur kurz auf einige wesentliche Veränderungen im jährlichen Gang an Hand von zwei Zeitabschnitten hingewiesen, die sich aus den säkularen Änderungen in den Monaten und den Jahreszeiten ergeben. Bei Gütersloh habe ich wieder das erste und letzte Mittel, bei den drei anderen Orten die Mittel 1856/85 und 1907/36 genommen. Betrachten wir deshalb die beiden Mittel von Gütersloh allein, dann die Mittel der drei anderen Stationen.

Tabelle 17.

		Monats- und Jahreszeitensummen des Niederschlags in Prozenten der Jahressumme															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Wi	Fr	So	He
Gütersloh	1837/1866	8,3	7,3	7,5	6,6	7,3	10,4	10,7	10,3	7,5	8,0	8,1	8,0	23,6	21,4	31,4	23,6
	1894/1923	9,1	6,9	7,0	6,5	8,1	8,7	11,3	10,0	7,8	7,9	7,1	9,6	25,6	21,6	30,0	22,8
Kleve	1856/1885	7,8	6,6	7,2	5,6	7,5	8,4	10,8	10,5	8,4	8,6	9,1	9,5	23,9	20,3	29,7	26,1
	1907/1936	8,4	6,5	6,5	7,0	7,6	8,6	9,7	10,0	8,1	9,3	8,4	9,9	24,8	21,1	28,3	25,8
Lönigen	1856/1885	6,9	6,4	7,6	5,2	7,1	9,3	12,4	11,3	8,8	8,0	8,3	8,7	22,0	19,9	33,0	25,1
	1907/1936	8,7	6,5	6,2	7,4	7,6	8,9	11,3	10,6	8,6	8,4	7,3	8,5	23,7	21,2	30,8	24,3
Emden	1856/1885	7,0	6,1	6,7	5,0	6,5	8,6	10,1	12,4	10,2	9,3	9,6	8,5	21,6	18,2	31,1	29,1
	1907/1936	8,3	6,0	5,6	6,2	6,6	9,1	11,4	11,6	9,0	9,3	7,9	9,0	23,3	18,4	32,1	26,2



Bei den jahreszeitlichen Niederschlagsmengen finden wir eine Vergrößerung der Unterschiede zwischen Winter und den beiden anliegenden Jahreszeiten, während die Differenzen zwischen den anderen abgenommen haben (s. Tab. 17). Zwischen die niederschlagsreicheren Jahreszeiten schieben sich die niederschlagsärmeren. Diese Ausbildung des Jahresganges in zwei klare Maxima und Minima tritt noch besser bei den Monatswerten hervor. Während in der Periode 1837/66 der Unterschied zwischen Sommer- und Wintermaximum 2,4 % betrug, waren es in der Periode 1894/1923 1,7 %, wobei noch eine Verlagerung des Wintermaximums vom Januar auf den Dezember eingetreten ist. Durch die Abnahme des Niederschlags im Februar und März ist das Minimum im April nicht mehr so deutlich ausgeprägt; diese drei aufeinanderfolgenden Monate sind die trockensten im Jahr. Im ersten Abschnitt waren die Sommermonate durch verhältnismäßig gleiche Niederschlagsmengen ausgezeichnet, dagegen im zweiten Abschnitt ragt der Juli weit heraus. Ferner hat sich ein Novemberminimum ausgebildet, während das Septemberminimum fast verschwunden ist.

Bei den anderen Stationen hat sich allgemein nur der Unterschied zwischen Herbst und Winter vergrößert, da an diesen Orten die Reihenfolge der Jahreszeiten nach der Niederschlagsmenge ist: Sommer, Herbst, Winter und Frühling, während ja bei Gütersloh die Reihenfolge war: Sommer, Winter, Herbst und Frühling, und so durch die Abnahme im Herbst und durch die Zunahme im Winter sich die Niederschlagsmengen genähert haben. Eine Ausnahme bildet in Emden der Sommer, wo ja die Regenmenge in den letzten Jahren stark angestiegen ist und so sich die Unterschiede zu den angrenzenden Jahreszeiten vergrößert haben. Durch die Zunahme im Winter haben sich auch an diesen Orten das Winter- und Sommermaximum genähert, besonders weit in Kleve, wo das Maximum im Dezember nur noch 0,1 % kleiner ist als das Maximum im August. Ferner verlagerte sich hier der Sommerhöchstwert vom Juli auf den August. In Lönigen hat im letzten Mittel der Januar eine etwas größere Niederschlagsmenge als der Dezember. Besonders tritt aber die Umlagerung im Frühling hervor, da der März der trockenste Monat geworden ist. Das sekundäre Minimum im Herbst fällt im letzten Mittel auf den November, nur bei Kleve hat es sich noch im September halten können.

Schl u ß

1. Vergleich der Temperatur- und Niederschlagsschwankungen

Bei einem solchen Vergleich kann es natürlich nur darauf ankommen, wesentliche Parallelitäten oder ein entgegengesetztes Verhalten zu kennzeichnen. Ich habe hierbei auch die Monate berücksichtigt, obgleich der Niederschlag, wie oben betont wurde, viele örtliche Unterschiede aufweist und deshalb kein allgemein gültiges Bild entworfen werden kann.

Bei den Jahreskurven läßt allein Kleve eine Ähnlichkeit zwischen Temperatur und Niederschlag erkennen. Der Zunahme der Temperatur entspricht im allgemeinen eine Zunahme des Niederschlages.

Auffällig ist der gute Zusammenhang im Winter. Hier ist besonders die Niederschlagszunahme im zweiten und dritten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts zu beachten, die auch zeitlich gut mit der Steigerung der Temperatur übereinstimmt. Auch im Frühling ist eine allgemeine Übereinstimmung zu verzeichnen, nur sind beim Niederschlag die Schwankungen, die den Anstieg überlagern, größer. Ebenso müssen wir feststellen, daß die Abnahme des Niederschlages im Sommer derjenigen der Temperatur völlig entspricht, wobei die Maxima beinahe zusammenfallen, aber bei Lönigen zeigen sich schon Unterschiede. Im Herbst ist nirgends ein klarer Zusammenhang zu erkennen.

In allen Wintermonaten entspricht der zweiten Temperaturerhöhung in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts eine Niederschlagszunahme. Aber auch der übrige Verlauf weist manche Ähnlichkeit auf, z. B. der letzte Teil der Kurven nach dem Anstieg. Im März und April zeigen die Kurven im zweiten Teil ein entgegengesetztes Verhalten, besonders gut im April zu erkennen. Im Mai läuft bei Lönigen die Niederschlagszunahme dem Temperaturanstieg parallel. Von den Sommermonaten ist im Juli eine Parallelität der Kurven bei Kleve und Lönigen vorhanden, aber die Extremwerte der Niederschlagskurve liegen zeitlich später. Im September ist die Übereinstimmung der beiden Kurven von Kleve überzeugend, bei Lönigen nicht mehr in dem Maße. Im Oktober lag dem Temperaturminimum um 1900 ein Niederschlagsmaximum gegenüber. In der letzten Zeit war aber bei beiden Elementen die gleiche Tendenz vorhanden, während im November ein entgegengesetztes Verhalten stattfand.

2. Ergebnisse

Bei unserer Untersuchung konnten wir mit Hilfe der übergreifenden 30jährigen Mittel bei keinem Element eine gleichmäßige und stetige Änderung nach einer Richtung hin in der zur Verfügung stehenden Beobachtungszeit feststellen. Aber bei Beachtung nur der Gesamt- oder Haupttendenz der einzelnen Kurven in dieser Zeit läßt sich folgendes Ergebnis zusammenstellen:

1. Die Jahrestemperatur erfuhr eine erste Steigerung bis 1885, nach einer Abnahme bis 1908 erfolgte die zweite Steigerung bis 1936.
2. Der Verlauf der Jahreskurve ist durch das Verhalten der Wintertemperatur bedingt.
3. Der allgemeinen Steigerung im Winter und Frühling stand eine Abnahme im Sommer und Herbst gegenüber, so daß die Änderung im Jahr nur gering war.
4. In den Wintermonaten zeigten sich sprunghafte Änderungen von großem Ausmaße, wobei die Erhöhung der Temperatur stets größer war als die Abnahme.

5. Die Abnahme der Temperatur im April stand im auffälligen Gegensatz zu den beiden anderen Frühlingsmonaten.
6. Die Sommermonate wiesen alle die Tendenz der Abnahme der Temperatur auf.
7. Die Ausgeglichenheit und die geringe Abnahme bei der Herbstkurve war durch das unterschiedliche Verhalten der Temperatur in den Herbstmonaten, die ebenso große Änderungen wie andere Monate aufwiesen, bedingt.
8. Der säkulare Gang von Emden zeigte in einigen Monaten bereits in den letzten Jahrzehnten eine Erwärmung bzw. ließ eine Umkehrung im Temperaturverlauf am deutlichsten hervortreten. Infolgedessen zeigten auch die Sommer- und Herbstkurven eine Steigerung der Temperatur an. Ferner waren bei Emden die Änderungen im allgemeinen am größten.
9. Die Kurven der Eis- und Frosttage und der Tage mit einer Mitteltemperatur unter 0° zeigten trotz großer Unterschiede alle in den letzten Jahrzehnten eine Abnahme, die der Zunahme der Wintertemperatur entsprach.
10. Trotz der Abnahme der Sommertemperatur hatten die Sommertage zugenommen.
11. Durch diese Änderungen haben sich die Gegensätze zwischen den Jahreszeiten ausgeglichen, das Klima ist hinsichtlich der Temperaturverhältnisse gemäßigter geworden.
12. Im Gegensatz zu der guten Übereinstimmung der Temperaturkurven bei den Stationen standen die Unterschiede der Niederschlagskurven.
13. Die Jahressumme des Niederschlags wies im allgemeinen seit 1880 eine Abnahme bis 1911/13, dann eine Zunahme auf.
14. Diese Zunahme war durch die große Vermehrung des Niederschlags im Winter und Frühling bedingt, während der Niederschlag im Sommer und Herbst in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts abnahm. In den letzten Jahren war das Verhalten gerade umgekehrt.
15. Sommer und Herbst waren daher hinsichtlich der Niederschlagsverhältnisse Gegenstücke zum Winter und Frühling.
16. Die Kurven der Wintermonate zeigten im wesentlichen dieselbe Tendenz, während im Frühling der März nicht dasselbe Verhalten aufwies wie die beiden anderen Monate.
17. Im Sommer war die Abnahme im Juni und Juli groß, dagegen im August sehr klein.
18. Im Herbst zeigten alle Monate dieselben Änderungen und Schwankungen.
19. Die größten Änderungen fanden im April und Januar, die kleinsten im August statt.
20. Diese Änderungen riefen große Verschiebungen im jährlichen Gang hervor.
21. Kurz vor der Jahrhundertwende setzte eine große Abnahme der Jahresschwankung der Temperatur ein und damit im üblichen Sinne eine Abnahme der Kontinentalitätsgrade.
22. Der thermodynamische Quotient wies eine große Abnahme, in den letzten Jahren eine Zunahme auf.
23. Ebenso nahmen die Differenzen zwischen den Herbst- und Frühjahrsregen ab und zeigten damit eine gute Übereinstimmung mit dem thermodynamischen Quotienten.
24. Das Maß der Ozeanität bei den sommerlichen Niederschlägen nach Henze gab kein klares Ergebnis.

3. Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen

Da in der letzten Zeit bereits mehrere Untersuchungen ähnlicher Art veröffentlicht worden sind, ist ein Vergleich der Ergebnisse angebracht. Vorwiegend befassen sich die Arbeiten mit den Veränderungen der Temperatur, während über die Niederschlagsverhältnisse bisher nur wenige Untersuchungen vorliegen.

Mit Hilfe übergreifender 30jähriger Mittel hat L. Lysgaard Änderungen des Klimas von Dänemark seit 1800 untersucht. Es sind Kurven der Jahrestemperatur und des Jahresniederschlags von Kopenhagen mitgeteilt worden¹.

Während in Kopenhagen die Jahrestemperatur seit 1865 stetig anstieg, konnten wir dasselbe nicht feststellen. Außerdem ist die Änderung fast doppelt so groß wie bei unseren Ergebnissen. In dem ersten Viertel des vorigen Jahrhunderts war bereits ein sehr warmer Zeitabschnitt vorhanden. Beim Niederschlag war eine starke Zunahme in den letzten Jahrzehnten zu verzeichnen.

Für Bulgarien haben Kirow und Krastanow die klimatischen Veränderungen in erster Linie mit Hilfe der Temperaturreihe der Station Sofia untersucht². Bei Berücksichtigung der jahreszeitlichen und monatlichen Mittelwerte wurden folgende Methoden benutzt: die Methode der aufeinanderfolgenden (5 und 10 Jahre) und der übergreifenden Mittel (5, 10, 20 und 30 Jahre). Da die Reihe von Sofia erst 1887 beginnt, so können wir nur den letzten Teil unserer Kurven vergleichen (1887/1916 — 1907/1936). Während im Jahr, Winter und Frühling dieselbe Tendenz wie bei uns herrscht, stoßen wir im Sommer und Herbst auf Unterschiede. Denn Sommer und Herbst wiesen in Sofia auch eine Steigerung auf, was bei unseren Ergebnissen nicht der Fall war. In Sofia betrug die Steigerung in der verhältnismäßig kurzen Zeit im Winter, Frühling und Herbst $0,6^{\circ}$, im Sommer $0,5^{\circ}$. In Nordwestdeutschland wurde nur im Winter in dieser Zeit ein solch hoher Wert erreicht. Die Jahressteigerung betrug daher auch in Sofia $0,5^{\circ}$.

Betrachten wir die von einigen Monaten mitgeteilten Kurven, so finden wir eine Übereinstimmung im Januar. Die Monate April, September und November weisen beim Vergleich mit unseren Kurven z. T. ein entgegengesetztes Verhalten auf. Die Verfasser weisen dann nach, daß sich die Dezember-Wärmerückfälle auf die ersten Tage des Januar in der zweiten Hälfte der Versuchsperiode verschoben haben. Damit müßte eine entsprechende Abnahme der Dezembertemperatur parallel gehen. Dieses finden die Verfasser bestätigt. Die Kurve des Dezember zeigt in der ersten Hälfte eine starke Steigerung, in der zweiten Hälfte eine beinahe ebenso große Abnahme (20jährige Mittel). Diese Abnahme war bei uns nicht zu finden, wohl brach der Aufstieg ab und die Temperatur blieb gleich. Aber auch die Januarcurve zeigte bei uns ebenfalls in den letzten Jahren eine längere Unterbrechung. Ferner weisen die Verfasser nach, daß die minimalen Temperaturen im Winter abgenommen haben. Die Abnahme der Jahresschwankung war in Nordwestdeutschland weit größer.

Die Jahres- und Jahreszeitenreihe von Wien, Obir und Sonnblick hat Steinhauser mit Hilfe von übergreifenden 5-, 10- und 20jährigen Mitteln untersucht³. Ein direkter Vergleich mit den Kurven der übergreifenden 30jährigen Mittel ist daher nicht möglich. Jedoch zeigen unsere Kurven sehr große Parallelitäten mit den entsprechenden Kurven von Wien, die mit dem Zeitraum von 1851—1870 beginnen. Die Änderung im Frühling war in Wien aber weit kleiner als in Nordwestdeutschland, trotzdem die Mittel über einem kürzeren Zeitraum gebildet sind. Im Herbst war es umgekehrt, wo unsere Kurven einen ruhigeren Verlauf aufweisen. Bei den Winterkurven von Wien ist bis 1934 ein Rückgang eingetreten, der bei Lönigen und Kleve bereits 1930 aufhörte, worauf wieder eine Erhöhung der Temperatur erfolgte.

Ein weiterer Beitrag zu diesem Problem wurde von Geddes für Aberdeen geliefert⁴. Geddes benutzte übergreifende 20jährige Summen der Temperaturen. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Jahres- und Jahreszeitenwerte. Wieder zeigen die Kurven des Jahres und des Winters dasselbe Bild, auch noch im Frühling, aber in dieser Jahreszeit ist in Nord-

¹ Lysgaard, Änderungen des Klimas von Dänemark seit 1800, M. Z. 1937, S. 109.

² Kirow und Krastanow, Klimatische Veränderungen. 1938, S. 309.

³ Steinhauser, F. Wie ändert sich unser Klima? M. Z. 1935, S. 363.

⁴ Geddes, A. E. M. Temperature trend at Aberdeen. Journ. of the met. Soc. 61. 1935, S. 347.

westdeutschland in den letzten Jahren keine Abnahme eingetreten wie in Aberdeen. Anders im Sommer und Herbst. Die Sommertemperatur in Aberdeen ist sehr konstant, es treten nur kleine unperiodische Schwankungen auf. Im Herbst ist es gerade umgekehrt. Außerdem beginnt die Herbstkurve von Aberdeen mit negativen Abweichungen im Gegensatz zu unseren Ergebnissen.

In einen weit größeren Rahmen hat K i n c e r seine Untersuchung auf Grund von übergreifenden 20jährigen Summen gestellt, indem er Stationen aus den verschiedensten Ländern der Erde mit langen Beobachtungsreihen benutzte⁵. Von New Haven (Connecticut) und Washington (Nordamerika) sind auch Jahreszeitenkurven mitgeteilt. Wir können feststellen, daß eine weitgehende Übereinstimmung im Winter und Frühling vorhanden ist. Auch in den Sommerkurven ist dieselbe Tendenz zu erkennen. Der Herbst ist bei beiden Stationen mit einer ebenso großen, bei Washington sogar noch mit einer größeren Steigerung als der Winter ausgezeichnet. Im Gegensatz dazu mußten wir für den Herbst eine Abnahme feststellen. Die Untersuchung der Jahrestemperatur für die verschiedensten Stationen der Erde ergab, daß auf der ganzen Erde seit 50 Jahren ein dauernder Anstieg zu verzeichnen ist. Eine Ausnahme bildete Trinidad, Westindische Inseln. Durch Prüfung an anderen Stationen fand Kincer, daß sich diese Ausnahmen auf ein Gebiet von den Westindischen Inseln ostwärts bis nach Nordafrika und den Mittelmeerländern beschränken⁶.

Ferner waren die Änderungen auf der Südhalbkugel und in den Tropen nicht so groß wie auf der nördlichen Halbkugel.

Mit den Niederschlagsverhältnissen hat sich abgesehen von der oben erwähnten Arbeit über Dänemark, speziell W ö r n e r bei einer Untersuchung über Norddeutschland befaßt, wobei er eine Zunahme der Herbstniederschläge im Oktober feststellte⁷. Dieses war besonders in Ostpreußen der Fall. Auch nach unseren Kurven war im Oktober eine Zunahme eingetreten, jedoch hat es schon in früheren Jahrzehnten ergiebiger Oktoberniederschläge gegeben. Wörner führt diese Zunahme auf das starke Anwachsen der Ozeanität in den letzten Jahrzehnten zurück. Er hat die Zunahme für Königsberg mit Hilfe der Definition von Henze in übergreifenden 10jährigen Mitteln dargestellt. Ferner wurde die Änderung der Jahresschwankung ebenfalls in 10jährigen Mitteln für die Stationen Königsberg und Obir untersucht und eine Abnahme gefunden.

Auf die Abnahme der Kontinentalität in Mitteleuropa hat bereits G r o i ß m a y r durch Vergleichung zweier Zeitabschnitte aus dem vorigen und diesem Jahrhundert hingewiesen⁸. Nach dieser Methode hat auch W a g n e r die Jahresschwankung der Temperatur untersucht⁹ und konnte zeigen, daß sich Gebiete mit positiver und negativer Zunahme gegenüberstanden. In Mitteleuropa war Abnahme vorhanden.

Die auch in unseren Kurven um 1930 hervortretende Zunahme der Jahresschwankung und Abnahme der Wintertemperatur veranlaßte P e p p l e r zu einer Untersuchung über die Frage, ob wir am Beginn einer kontinentalen Klimaepoche stehen¹⁰, bei der besonders die Temperatur- und Niederschlagsreihen von Karlsruhe berücksichtigt wurden. Da übergreifende 5jährige Mittel benutzt wurden, ist ein Vergleich der Kurven nicht möglich. Wir haben bereits oben auf das Verhalten der Temperatur gerade in den letzten 3—4 Jahren hingewiesen, die noch keine Bestätigung für eine Fortsetzung der Zunahme der Kontinentalität erbrachte.

⁵ K i n c e r, J. B. Is our climate changing? Monthly Weather Review 61. 1933, S. 251.

⁶ K i n c e r, J. B. a. a. O. S. 255.

⁷ W ö r n e r, H. Die auffällige Zunahme der Herbstniederschläge in Norddeutschland im letzten Jahrzehnt. M. Z. 1937, S. 156.

⁸ G r o i ß m a y r, Fr. Bedrohliche Abnahme der Kontinentalität . . . , M. Z. 1928, S. 232.

⁹ W a g n e r, A. Die Abnahme der Jahresschwankung der Temperatur . . . , M. Z. 1928, S. 361.

¹⁰ P e p p l e r, A. Stehen wir am Beginn einer kontinentalen Klimaepoche. Das Wetter, 1936, S. 37.

Eine endgültige Erklärung für diese Änderungen ist noch nicht gefunden worden. Die Untersuchungen in den verschiedensten Gebieten der Erde lassen erkennen, daß wir es mit einer allgemeinen Erscheinung zu tun haben, wobei anscheinend der Winter und der Frühling besonders hervortreten. Daß es sich nicht bei den einzelnen Stationen um Stadteinfluß handeln kann, hat Kincer durch Gegenüberstellung von Stationen auf Stadt und Land eindeutig bewiesen¹¹. Auch Geddes schließt sich dieser Ansicht an¹². Wir müssen dieses bestätigen, da bei unseren Stationen kein Stadteinfluß vorliegen kann, wie wir bereits früher S. 2—6 nachgewiesen haben¹³.

Wagner hat im Anschluß an seine obengenannte Arbeit die allgemeine Zirkulation der Erde nach derselben Methode durch Gegenüberstellung der 10-Jahresmittel 1911—20 zu 1886—95 an zahlreichen Stationen der ganzen Erde untersucht und festgestellt, daß die allgemeine Zirkulation im wesentlichen einheitlich im zweiten Dezennium verstärkt war¹⁴. Zu denselben Ergebnissen kam Scherhag, der die große Zunahme der Wintertemperatur über Grönland und Nordeuropa untersucht und dabei auch darauf hingewiesen hat, daß gleichzeitig auch ein erheblicher Rückgang der Eisgrenze eingetreten ist¹⁵.

In einer weiteren Arbeit weist Scherhag nach, daß die Zunahme der allgemeinen Zirkulation sich im Zeitraum 1921—30 noch gesteigert hat¹⁶. Dabei nimmt Scherhag an, daß diese Zunahme der Zirkulation mit einer säkularen Periode zusammenhängt. Auch wir konnten ja feststellen, daß es sich bei der Wintertemperatur nicht um gleichmäßige und stetige Änderungen mit einer bestimmten Tendenz handelte, sondern daß das plötzliche Einsetzen der Änderungen auf eine gewisse Periodizität hinweist. Da aber im ganzen eine Zunahme der Wintertemperatur und eine Abnahme der Jahresschwankung eingetreten ist, müssen wir mit Wagner und Scherhag annehmen, daß in den letzten 100 Jahren, besonders aber seit der Jahrhundertwende, die allgemeine Zirkulation intensiver geworden ist und insbesondere für Mitteleuropa im üblichen Sinne eine Zunahme des ozeanischen Einflusses hervorrief¹⁷. Ferner hat Lysgaard eine Vergrößerung der Stärke des westlichen und nordwestlichen Windes für Dänemark nachgewiesen. Auch Kincer ist der Ansicht, daß diese großen langjährigen Änderungen einer säkularen Schwankung unterliegen¹⁸.

Diesen Ansichten, daß die Erwärmung, die die verschiedensten Teile der Erde betroffen hat, auf einer Schwankung mit säkularer Periode beruht, steht die Annahme von Kuschnikow gegenüber, daß hier eine säkulare Änderung mit einer ununterbrochenen Tendenz nach einer Richtung hin vorliegt¹⁹.

Es sei hier auf die vor kurzem erschienene Arbeit von Scherhag mit weiteren Literaturangaben, die sich mit dem weiteren Fortschreiten der Änderungen in den beiden letzten Jahren befaßt, hingewiesen²⁰.

¹¹ Kincer, J. B. a. a. O., S. 255/56.

¹² Geddes, A. E. M. a. a. O., S. 356.

¹³ Knoch, K. Säkularstationen, 1929, S. 63.

¹⁴ Wagner, A. Untersuchungen der Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. Geogr. Annaler, IX, 1929, S. 33.

Wagner, A. Neuere Untersuchungen über die Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. M. Z. 1929, S. 483.

¹⁵ Scherhag, R. Eine bemerkenswerte Klimaänderung über Nordeuropa.

¹⁶ Scherhag, R. Die Zunahme der atmosphärischen Zirkulation . . ., Ann. d. H. 1936, S. 397.

¹⁷ Wagner, A. Untersuchung der säkularen Änderung der Jahresschwankung der Temperatur in Europa. Gerl. Beitr. z. Geoph. 20. 1928, S. 134.

Scherhag, R. a. a. O. 1936, S. 406.

¹⁸ Kincer, J. B. a. a. O. S. 251.

¹⁹ Nach Kirow und Krastanow, Klimat. Veränderungen. 1938, S. 311 und 324.

²⁰ Scherhag, R. Die Erwärmung des Polargebietes. Ann. d. H. 1939, Heft 2, S. 57.

Literaturverzeichnis

Abkürzungen: MZ. = Meteorologische Zeitschrift.

Ann. d. H. = Annalen der Hydrographie und der Maritimen Meteorologie.

1. Baur, F.: Kriterien des Zufalls für langjährige meteorologische Beobachtungsreihen. MZ. 1923, 19.
2. Baur, F.: Witterungsperioden I. Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien, Heft 3, 1924.
3. Baur, F.: Rechnerische und mathematisch-statistische Hilfsmittel der Meteorologie. Meteorologisches Taschenbuch, hrsg. v. Linke, Bd. II. Leipzig 1933. 244.
4. Brooks, C. E. P.: The change of climate in the British Isles. The Meteorological Magazine. Vol. 70. 1935, 153.
5. Conrad, V.: Homogenitätsbestimmung meteorologischer Beobachtungsreihen. MZ. 1925, 482.
6. Conrad, V.: Die klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen. Handbuch der Klimatologie von Köppen-Geiger. Bd. I, Teil B, Berlin 1936.
7. Czuber, E.: Wahrscheinlichkeitsrechnung. 1. Bd., Leipzig-Berlin 1924.
8. Dieckmann, A.: Die Grenzen der Ozeanität der sommerlichen Niederschläge in Europa. MZ. 1930, 24.
9. Ergebnisse der Beobachtungen an Stationen 2. und 3. Ordnung. Herausgegeben vom Preuß. Meteorologischen Institut, zuletzt vom Reichsamt für Wetterdienst, Berlin.
10. Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen. Herausgegeben vom Preuß. Meteorologischen Institut, Berlin.
11. Geddes, A. E. M.: Temperature trend at Aberdeen from 1870 to 1932. Journal of the meteorological Society. 61. 1935, 347.
12. Großmayr, Fr.: Bedrohliche Abnahme der Kontinentalität im Klima Mitteleuropas. MZ. 1928. 232.
13. Hann, J. von: Handbuch der Klimatologie. 1. Band, 4. Auflage von K. Knoch, Stuttgart 1932.
14. Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie. 5. Auflage 1937 (1. Liefg.).
15. Heidke, P.: Quantitative Begriffsbestimmung homogener Temperatur- und Niederschlagsreihen. MZ. 1923, 114.
16. Heidke, P.: In sich homogene und relativ homogene meteorologische Beobachtungsreihen, sowie Reduktion einer Reihe auf eine oder mehrere andere. Ann. d. H., Köppen-Heft, 1926, 42.
17. Helmert, F. R.: Über die Genauigkeit der Kriterien des Zufalles bei Beobachtungsreihen. Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wissenschaft, I, 1905, 594.
18. Henze, G.: Ozeanität und Kontinentalität bei den sommerlichen Niederschlägen Norddeutschlands. MZ. 1929, 129.
19. Kincer, J. B.: Is our climate changing? A study of longtime temperature trends. Monthly Weather Review. 61. 1933, 251.
20. Kirow, K. T. und Krastanow, L.: Die klimatischen Veränderungen. (Unter Berücksichtigung der Veränderungen in Bulgarien). Comptes Rendus du Congrès International de Géographie. Amsterdam 1938. Tome deuxième Travaux des sections A—F. Leiden 1938, S. 309.
21. Knoch, K.: Die Säkularstationen im norddeutschen Beobachtungsnetz. Tätigkeitsbericht des Preuß. Meteorologischen Instituts. 1929, 54.
22. Köppen, W.: Der jährliche Temperaturgang in den gemäßigten Zonen und die Vegetationsperiode. MZ. 1926, S. 161.
23. Lygaard, L.: Änderungen des Klimas von Dänemark seit 1800. MZ. 1937, 109.
24. Maisel, Ch.: Der Einfluß der kontinentalen Lage auf die Jahresschwankung der Monatsmittel der Lufttemperatur im Deutschen Reich. Heimatkundliche Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Erlangen, Heft 5. Erlangen 1931.
25. Meyer, H.: Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungsreihen für die Klimatologie. Berlin 1891.

26. Meyer, R.: Klima und Klimaänderungen. Gerlands Beiträge zur Geophysik. 32. 1931, 418.
27. Peppler, A.: Stehen wir am Beginn einer kontinentalen Klimaepoche? Zeitschrift für angewandte Meteorologie, Das Wetter, 1936, 37.
28. Prestel, M. A. F.: Die höchste und niedrigste Temperatur, welche an jedem Tage von 1836—1877 auf dem meteorologischen Observatorium Emden beobachtet. Kleine Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Emden, XVIII, 1879.
29. Reichel, E.: Vergleich der Frühjahrs- und Herbstmittel für Temperatur und Niederschlag in Deutschland. Ann. d. H. 1930, S. 84.
30. Scherhag, R.: Eine bemerkenswerte Klimaänderung über Nordeuropa. Ann. d. Hydr., 1936, 96.
31. Scherhag, R.: Die Zunahme der atmosphärischen Zirkulation in den letzten 25 Jahren. Ann. d. H., 1936, 397.
32. Schrepfer, H.: Die Kontinentalität des deutschen Klimas. Petermanns Mitteilungen, 1925, 49.
33. Preußische Statistiken.
34. Steinhäuser, F.: Wie ändert sich unser Klima? MZ. 1935, 363.
35. Steinhäuser, F.: Die Meteorologie des Sonnblicks. 1. Teil, Wien 1938.
36. Wagner, Untersuchung der säkularen Änderung der Jahresschwankung der Temperatur in Europa. Gerlands Beiträge zur Geophysik, 20, 1928, 134.
37. Wagner, A.: Die Abnahme der Jahresschwankung der Temperatur in den letzten Dezennien in Europa. MZ. 1928, 361.
38. Wagner, A.: Untersuchungen der Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. Geografiska Annaler IX, 1929, 33.
39. Wagner, A.: Neuere Untersuchungen über die Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. MZ. 1929, 483.
40. Wörner, H.: Die auffällige Zunahme der Herbstniederschläge in Norddeutschland im letzten Jahrzehnt. MZ. 1937, 156.

Bei der Ausführung der Rechenarbeiten wurde benutzt:

41. Greve, M.: Vierstellige logarithmische und trigonometrische Tafeln nebst zahlreichen Hilfstabellen für das numerische Rechnen. Hannover 1927.
42. Tafeln zur Verwandlung der in alten Maßen ausgedrückten Thermometer- und Barometer-Stände, Dunstspannungen und Niederschlagshöhen in die entsprechenden neuen Maße. Berlin o. J.

Übergreifende 30jährige Mittel der Temperatur
für Gütersloh, Kleve, Lönningen, Emden.

	Gütersloh					Kleve					Lönningen					Emden				
	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Winte	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst
1835—1864	8,83	1,04	8,10	16,86	9,30															
1836—1865	8,84	0,98	8,15	16,84	9,40															
1837—1866	8,87	1,07	8,12	16,86	9,43															
1838—1867	8,89	1,07	8,20	16,84	9,43															
1839—1868	8,98	1,29	8,27	16,93	9,44															
1840—1869	8,99	1,34	8,34	16,89	9,39															
1841—1870	8,99	1,30	8,34	16,91	9,38															
1842—1871	8,93	1,24	8,24	16,94	9,29															
1843—1872	8,96	1,32	8,24	16,90	9,73															
1844—1873	8,96	1,32	8,22	16,95	9,35															
1845—1874	9,00	1,39	8,20	17,03	9,34															
1846—1875	9,02	1,43	8,26	17,07	9,30															
1847—1876	8,98	1,44	8,21	17,01	9,25															
1848—1877	9,01	1,58	8,17	17,02	9,24	9,11	2,05	8,19	16,77	9,41										
1849—1878	9,01	1,62	8,13	17,03	9,24	9,12	2,09	8,16	16,80	9,41										
1850—1879	8,97	1,51	8,07	17,04	9,23	9,08	1,98	8,11	16,81	9,39										
1851—1880	9,01	1,56	8,14	17,06	9,26	9,12	2,02	8,18	16,83	9,42										
1852—1881	9,01	1,48	8,15	17,10	9,27	9,12	1,95	8,20	16,86	9,43										
1853—1882	9,00	1,41	8,25	17,03	9,26	9,10	1,89	8,29	16,79	9,40										
1854—1883	9,05	1,52	8,30	17,04	9,29	9,14	2,00	8,33	16,79	9,42						8,51	1,22	7,30	16,47	9,05
1855—1884	9,03	1,58	8,31	17,06	9,32	9,17	2,06	8,34	16,81	9,44						8,54	1,31	7,33	16,44	9,07
1856—1885	9,14	1,77	8,38	17,06	9,31	9,22	2,22	8,40	16,81	9,41	8,53	1,53	7,64	16,30	8,64	8,57	1,39	7,34	16,43	9,12
1857—1886	9,15	1,69	8,42	17,07	9,40	9,22	2,12	8,43	16,81	9,48	8,52	1,41	7,67	16,32	8,67	8,62	1,57	7,41	16,39	9,10
1858—1887	9,09	1,64	8,38	17,01	9,30	9,15	2,06	8,38	16,76	9,38	8,45	1,35	7,60	16,25	8,61	8,56	1,45	7,38	16,33	9,07
1859—1888	9,07	1,63	8,36	16,95	9,31	9,13	2,06	8,36	16,67	9,37	8,42	1,34	7,57	16,16	8,60	8,52	1,46	7,35	16,23	9,05
1860—1889	9,02	1,55	8,36	16,87	9,26	9,08	1,98	8,35	16,62	9,34	8,35	1,23	7,56	16,08	8,55	8,47	1,38	7,34	16,15	9,02
1861—1890	9,03	1,51	8,41	16,87	9,28	9,09	1,93	8,40	16,62	9,37	8,35	1,17	7,59	16,06	8,57	8,48	1,34	7,38	16,12	9,06
1862—1891	9,01	1,50	8,40	16,80	9,28	9,07	1,91	8,40	16,55	9,36	8,31	1,15	7,56	15,98	8,57	8,45	1,33	7,34	16,05	9,07
1863—1892	8,97	1,47	8,29	16,83	9,25	9,02	1,86	8,30	16,57	9,33	8,26	1,09	7,43	15,98	8,52	8,39	1,28	7,24	16,02	9,02
1864—1893	8,94	1,35	8,30	16,86	9,22	9,01	1,74	8,34	16,60	9,31	8,22	0,96	7,44	15,99	8,49	8,35	1,14	7,23	16,02	9,00
1865—1894	8,99	1,45	8,37	16,89	9,23	9,06	1,85	8,40	16,62	9,32	8,28	1,07	7,50	16,02	8,51	8,39	1,24	7,30	16,01	9,00
1866—1895	8,96	1,37	8,34	16,88	9,19	9,02	1,78	8,38	16,62	9,27	8,24	1,00	7,48	16,01	8,47	8,36	1,18	7,28	16,00	8,95
1867—1896	8,92	1,28	8,36	16,87	9,14	9,00	1,68	8,40	16,63	9,22	8,21	0,91	7,49	16,00	8,42	8,32	1,09	7,29	15,98	8,90
1868—1897	8,92	1,24	8,38	16,92	9,12	8,99	1,64	8,43	16,67	9,19	8,20	0,85	7,52	16,04	8,39	8,30	1,03	7,31	15,99	8,85
1869—1898	8,89	1,24	8,31	16,84	9,14	8,96	1,64	8,35	16,58	9,21	8,17	0,86	7,45	15,95	8,41	8,26	1,06	7,24	15,89	8,86
1870—1899	8,89	1,21	8,28	16,89	9,16	8,96	1,61	8,33	16,62	9,23	8,18	0,83	7,44	16,00	8,44	8,28	1,05	7,22	15,94	8,89
1871—1900	8,93	1,35	8,25	16,91	9,19	9,00	1,73	8,30	16,67	9,26	8,22	0,96	7,41	16,03	8,47	8,31	1,16	7,19	15,96	8,92
1872—1901	8,96	1,37	8,28	16,94	9,24	9,03	1,75	8,31	16,69	9,32	8,25	0,98	7,43	16,05	8,54	8,35	1,18	7,21	15,97	9,00
1873—1902	8,89	1,26	8,21	16,90	9,15	8,97	1,66	8,27	16,64	9,24	8,18	0,88	7,38	16,01	8,46	8,28	1,11	7,15	15,90	8,92

1874—1903	8,88	1,28	8,23	16,83	9,18	8,97	1,66	8,30	16,57	9,28	8,19	0,89	7,41	15,94	8,50	8,27	1,09	7,19	15,80	8,96
1875—1904	8,88	1,30	8,26	16,82	9,14	8,97	1,69	8,30	16,57	9,25	8,19	0,91	7,43	15,93	8,48	8,26	1,10	7,20	15,79	8,95
1876—1905	8,89	1,33	8,27	16,82	9,11	8,96	1,71	8,31	16,57	9,21	8,19	0,93	7,45	15,92	8,45	8,27	1,14	7,22	15,75	8,93
1877—1906	8,89	1,31	8,30	16,79	9,15	8,96	1,68	8,32	16,53	9,25	8,20	0,92	7,47	15,89	8,50	8,29	1,17	7,24	15,73	9,01
1878—1907	8,87	1,24	8,35	16,70	9,20	8,94	1,61	8,37	16,43	9,30	8,18	0,85	7,51	15,81	8,52	8,28	1,12	7,29	15,64	9,04
1879—1908	8,85	1,22	8,35	16,70	9,17	8,92	1,57	8,32	16,42	9,29	8,15	0,81	7,46	15,81	8,48	8,25	1,09	7,25	15,63	9,02
1880—1909	8,87	1,31	8,33	16,67	9,19	8,95	1,66	8,36	16,39	9,32	8,18	0,90	7,49	15,79	8,51	8,29	1,19	7,30	15,60	9,07
1881—1910	8,87	1,37	8,31	16,64	9,18	8,95	1,72	8,34	16,37	9,31	8,18	0,95	7,48	15,78	8,48	8,32	1,25	7,32	15,62	9,07
1882—1911	8,93	1,47	8,36	16,69	9,22	9,00	1,81	8,38	16,42	9,35	8,23	1,06	7,53	15,82	8,51	8,40	1,37	7,41	15,68	9,12
1883—1912	8,93	1,50	8,34	16,71	9,15	8,99	1,84	8,37	16,43	9,29	8,22	1,06	7,51	15,83	8,45	8,40	1,38	7,41	15,72	9,09
1884—1913	8,94	1,50	8,44	16,65	9,18	9,01	1,83	8,44	16,39	9,33	8,24	1,05	7,61	15,79	8,48	8,43	1,39	7,52	15,69	9,13
1885—1914	8,94	1,47	8,44	16,66	9,18	9,00	1,81	8,46	16,38	9,32	8,25	1,03	7,64	15,81	8,49	8,45	1,38	7,54	15,71	9,13
1886—1915	8,94	1,50	8,44	16,65	9,16	9,01	1,85	8,48	16,37	9,31	8,26	1,08	7,64	15,82	8,50	8,46	1,42	7,54	15,73	9,12
1887—1916	8,94	1,60	8,47	16,60	9,10	9,02	1,95	8,50	16,32	9,27	8,28	1,20	7,67	15,78	8,46	8,48	1,52	7,57	15,70	9,09
1888—1917	8,95	1,52	8,49	16,64	9,15	9,03	1,90	8,52	16,34	9,33	8,30	1,15	7,69	15,81	8,52	8,49	1,45	7,60	15,75	9,14
1889—1918	9,01	1,65	8,59	16,64	9,16	9,08	2,02	8,61	16,34	9,34	8,36	1,28	7,78	15,80	8,54	8,55	1,55	7,73	15,76	9,15
1890—1919	8,99	1,72	8,55	16,57	9,14	9,08	2,09	8,59	16,28	9,32	8,34	1,34	7,75	15,73	8,52	8,53	1,59	7,69	15,70	9,12
1891—1920	9,04	1,85	8,59	16,60	9,12	9,13	2,24	8,64	16,31	9,30	8,39	1,48	7,79	15,77	8,48	8,57	1,68	7,74	15,73	9,08
1892—1921	9,09	1,94	8,68	16,64	9,10	9,19	2,34	8,73	16,37	9,29	8,43	1,58	7,88	15,80	8,44	8,63	1,83	7,85	15,75	9,05
1893—1922	9,07	1,95	8,69	16,61	9,03	9,18	2,37	8,74	16,35	9,24	8,44	1,61	7,92	15,81	8,39	8,63	1,86	7,89	15,75	9,01
1894—1923	9,06	2,00	8,65	16,54	9,04	9,17	2,42	8,69	16,30	9,24	8,43	1,64	7,88	15,77	8,40	8,63	1,89	7,86	15,71	9,01
1895—1924						9,15	2,38	8,64	16,30	9,27	8,41	1,59	7,83	15,78	8,43	8,61	1,86	7,79	15,72	9,04
1896—1925						9,18	2,54	8,64	16,31	9,20	8,46	1,77	7,84	15,81	8,39	8,65	2,01	7,82	15,75	9,01
1897—1926						9,21	2,61	8,65	16,29	9,27	8,50	1,82	7,86	15,81	8,45	8,68	2,06	7,85	15,74	9,07
1898—1927						9,21	2,62	8,66	16,25	9,29	8,50	1,85	7,85	15,78	8,48	8,69	2,09	7,86	15,71	9,09
1899—1928						9,21	2,59	8,66	16,26	9,28	8,49	1,81	7,85	15,80	8,48	8,69	2,05	7,87	15,71	9,11
1900—1929						9,19	2,51	8,69	16,23	9,31	8,45	1,69	7,83	15,75	8,50	8,66	1,95	7,85	15,69	9,13
1901—1930						9,20	2,50	8,74	16,21	9,33	8,46	1,68	7,89	15,74	8,49	8,67	1,94	7,90	15,67	9,15
1902—1931						9,19	2,55	8,72	16,17	9,29	8,46	1,76	7,87	15,71	8,49	8,68	2,03	7,89	15,67	9,13
1903—1932						9,23	2,59	8,71	16,23	9,34	8,51	1,82	7,89	15,77	8,54	8,74	2,09	7,91	15,75	9,19
1904—1933						9,21	2,50	8,73	16,29	9,30	8,49	1,72	7,89	15,81	8,50	8,74	2,03	7,93	15,83	9,17
1905—1934						9,24	2,56	8,76	16,28	9,36	8,53	1,78	7,92	15,82	8,58	8,79	2,09	7,97	15,84	9,24
1906—1935						9,27	2,58	8,75	16,28	9,45	8,56	1,82	7,91	15,81	8,67	8,82	2,13	7,97	15,84	9,32
1907—1936						9,27	2,64	8,76	16,28	9,38	8,57	1,88	7,92	15,83	8,62	8,82	2,18	7,96	15,88	9,26

Übergreifende 30jährige Mittel der Niederschlagssummen
für Gütersloh, Kleve, Lönigen, Emden.

	Gütersloh					Kleve					Lönigen					Emden					
	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	
1837—1866	721,8	170,3	153,6	226,9	171,0																
1838—1867	724,1	170,4	157,5	227,5	168,8																
1839—1868	723,6	175,9	156,7	222,0	169,1																
1840—1869	725,1	173,0	157,0	221,5	173,6																
1841—1870	725,2	172,8	156,0	224,8	171,7																
1842—1871	713,7	168,2	154,2	224,2	167,2																
1843—1872	724,0	170,1	155,0	228,4	170,5																
1844—1873	713,7	165,8	154,6	227,3	166,1																
1845—1874	703,5	163,1	154,4	221,8	164,3																
1846—1875	705,8	162,6	153,7	222,8	166,8																
1847—1876	715,0	161,3	153,8	228,0	171,9																
1848—1877	727,6	167,3	155,5	232,0	172,8	791,3	198,1	165,1	231,1	197,0											
1849—1878	729,8	168,8	158,8	231,1	171,1	795,1	198,7	169,5	229,4	197,6											
1850—1879	734,9	167,5	159,7	236,1	171,7	795,4	195,6	169,7	234,5	195,8											
1851—1880	742,2	168,9	157,6	242,8	172,9	796,5	194,6	169,0	232,8	200,2											
1852—1881	743,3	172,8	155,7	242,6	172,3	793,1	196,6	162,9	234,6	198,9											
1853—1882	745,1	169,5	156,8	248,5	170,5	800,0	192,0	165,0	242,1	200,7											
1854—1883	743,4	170,1	153,6	247,3	172,5	798,7	191,3	161,5	242,3	203,6						735,0	159,2	131,6	239,4	204,2	
1855—1884	736,2	167,5	152,4	244,8	171,5	794,6	188,6	161,4	241,1	203,5						738,6	158,3	132,9	235,5	212,0	
1856—1885	731,2	167,3	150,8	239,0	174,1	792,8	189,6	161,2	235,2	206,8	698,5	154,2	139,2	230,2	175,0	743,8	160,2	134,3	235,2	213,8	
1857—1886	725,5	168,0	148,1	237,6	171,9	789,5	190,8	159,4	231,9	207,5	694,4	154,3	138,0	227,8	174,3	746,6	161,4	136,5	231,8	217,0	
1858—1887	727,3	168,1	147,7	236,6	175,0	789,3	189,7	158,7	231,4	209,5	694,7	153,5	137,9	226,4	176,8	747,8	163,4	136,4	232,1	215,9	
1859—1888	734,0	168,8	151,1	236,7	177,5	795,1	189,4	162,1	233,2	210,5	700,4	153,1	140,0	229,9	177,5	747,0	162,4	136,1	229,2	219,4	
1860—1889	733,0	168,1	151,8	237,5	175,7	791,0	189,1	157,5	234,8	209,4	701,4	152,8	138,0	233,4	177,1	758,2	164,0	137,9	234,6	221,7	
1861—1890	731,9	165,9	150,5	238,6	177,0	787,8	187,0	153,5	236,6	210,6	697,3	149,6	135,3	234,0	178,3	761,8	164,2	136,7	239,0	221,9	
1862—1891	731,4	168,5	150,1	239,2	173,6	784,2	190,4	151,8	235,1	207,0	695,3	152,1	133,7	234,4	174,9	756,7	159,8	135,1	240,9	220,8	
1863—1892	726,3	167,8	149,7	235,3	173,6	778,8	189,5	150,3	231,4	207,6	691,9	151,8	132,7	230,8	174,9	757,6	162,1	135,8	240,4	217,4	
1864—1893	725,8	166,7	149,6	233,3	176,4	776,7	188,1	147,7	230,7	210,2	689,1	149,5	132,8	228,1	178,8	754,8	163,2	133,5	238,2	219,8	
1865—1894	731,7	169,9	147,6	235,2	178,9	785,2	192,0	147,6	235,4	210,3	694,0	153,9	131,5	230,1	178,5	755,2	162,9	133,4	236,6	222,3	
1866—1895	739,1	172,3	150,7	235,5	180,7	783,9	192,0	149,0	231,4	211,7	701,0	153,4	133,4	232,3	181,7	761,0	166,6	132,6	239,2	222,6	
1867—1896	735,7	167,6	150,0	238,9	179,3	776,4	185,5	150,0	229,8	211,1	695,2	146,5	134,3	234,5	179,8	764,2	165,6	134,9	239,1	224,6	
1868—1897	727,2	163,1	148,6	237,0	178,5	769,0	182,1	150,7	228,0	208,3	688,1	143,2	135,5	231,8	177,6	756,6	159,0	135,9	239,1	225,5	
1869—1898	726,1	161,5	150,5	238,9	175,2	771,2	180,9	151,8	230,8	207,7	687,0	140,7	136,5	233,6	176,2	750,2	155,2	137,6	237,8	219,6	
1870—1899	724,5	160,4	152,2	238,2	173,8	766,7	178,8	152,0	229,4	206,4	685,0	139,7	137,3	232,6	175,4	749,4	152,1	138,3	239,7	219,4	
1871—1900	726,6	163,8	152,8	236,9	173,0	762,1	181,5	149,6	227,9	203,1	692,4	142,6	136,9	238,8	174,0	743,9	151,9	137,9	237,7	216,4	
1872—1901	730,0	165,4	153,8	232,4	178,4	763,7	183,5	150,9	224,1	205,2	696,2	144,7	138,5	234,6	178,5	749,1	153,6	144,0	242,8	208,8	
1873—1902	731,3	167,9	155,6	232,0	175,6	758,6	181,6	152,3	225,0	199,6	696,3	143,5	140,1	236,2	176,6	742,8	152,9	139,5	239,8	210,7	
1874—1903	736,2	168,0	157,4	232,2	178,6	767,3	182,2	155,7	226,3	203,2	707,3	144,9	144,1	237,4	181,0	750,2	153,2	142,4	243,5	211,2	
1875—1904	738,1	170,4	157,6	231,9	178,1	763,1	183,3	154,2	223,7	201,9	705,7	146,8	144,5	235,0	179,4	749,1	153,6	144,0	242,8	208,8	

1876—1905	736,3	168,7	158,2	230,4	178,9	761,0	181,0	157,8	221,0	201,2	707,5	147,0	145,5	236,6	178,4	751,4	152,6	145,9	243,1	209,9
1877—1906	732,1	169,7	157,5	229,1	175,9	760,4	181,5	157,2	220,8	200,9	706,8	147,6	144,5	237,6	177,0	748,8	153,1	145,4	243,9	206,4
1878—1907	726,5	166,9	155,4	231,4	172,9	747,8	177,5	155,3	216,4	198,6	698,3	144,0	143,3	236,9	174,1	736,0	149,9	144,3	238,6	203,3
1879—1908	721,4	165,8	153,6	230,4	171,6	737,8	176,3	150,2	216,4	195,0	693,5	142,7	141,1	238,2	171,3	725,8	149,7	143,8	233,6	198,7
1880—1909	719,1	166,5	152,1	227,3	173,3	736,9	178,0	149,2	214,4	195,1	696,7	143,4	141,8	238,9	172,5	726,3	151,2	142,6	231,7	200,9
1881—1910	714,8	164,5	154,2	226,2	169,6	733,9	178,3	149,1	216,1	190,3	687,8	142,7	143,2	234,9	166,8	723,1	155,1	142,8	228,7	196,4
1882—1911	705,8	163,6	152,0	221,4	168,9	730,4	178,8	149,4	210,9	190,9	687,5	143,8	142,1	233,1	168,5	718,2	155,1	141,4	223,4	198,4
1883—1912	707,9	166,1	153,2	218,5	170,0	723,8	180,1	149,5	206,7	187,6	684,8	145,8	143,3	227,2	168,6	714,5	155,8	141,5	218,5	198,5
1884—1913	711,8	168,3	155,4	219,2	168,9	725,5	181,0	153,4	205,7	185,3	686,7	146,3	146,2	226,5	167,7	713,7	156,0	143,3	219,1	195,3
1885—1914	719,0	166,8	160,9	221,4	169,9	730,1	179,5	158,0	206,0	186,7	687,5	143,7	149,9	225,8	168,1	714,8	153,5	145,9	221,2	194,4
1886—1915	725,3	172,7	162,8	223,0	166,8	737,2	185,6	157,7	210,6	183,2	692,3	147,4	152,9	227,6	164,4	720,9	158,5	146,7	226,2	189,5
1887—1916	733,6	175,0	165,3	225,0	168,2	744,1	186,9	161,3	213,2	182,7	696,6	148,9	154,2	228,3	165,1	724,2	158,0	147,3	227,4	191,7
1888—1917	737,6	176,9	164,9	227,8	168,0	753,5	187,6	161,3	220,3	184,3	701,0	150,7	152,7	231,4	166,2	734,0	158,2	146,9	234,1	193,9
1889—1918	738,5	181,2	161,4	227,9	168,0	751,6	192,7	157,5	215,2	186,1	700,2	155,9	150,2	228,0	165,9	730,7	161,8	144,0	229,5	195,5
1890—1919	735,4	183,3	158,6	224,8	168,7	754,1	195,2	159,3	213,6	186,1	695,5	157,0	149,3	224,6	165,0	725,8	163,0	143,5	226,4	192,8
1891—1920	732,0	186,4	158,0	223,8	163,6	750,4	197,9	160,1	211,4	181,0	697,0	162,4	147,8	224,6	162,1	722,6	166,0	142,6	226,2	187,8
1892—1921	728,0	188,0	155,8	219,3	164,8	741,0	196,9	157,8	206,1	180,2	692,0	165,7	145,4	218,7	162,2	714,5	167,3	139,0	220,0	188,3
1893—1922	736,0	188,6	157,4	220,6	169,3	746,0	197,8	159,4	208,5	180,4	696,6	165,6	147,5	221,5	162,0	715,8	166,4	140,2	223,9	185,4
1894—1923	745,4	190,3	161,1	223,7	170,2	753,0	198,4	165,0	209,1	180,5	702,7	167,0	150,8	224,5	160,2	717,8	167,1	142,5	224,7	183,6
1895—1924						753,5	194,4	169,9	206,3	183,1	703,1	163,3	153,0	224,6	161,7	714,4	164,8	144,5	221,7	183,5
1896—1925						758,4	199,1	170,2	202,9	186,1	705,1	168,4	153,4	221,0	162,3	721,4	170,5	145,0	221,8	184,0
1897—1926						761,9	201,9	172,3	203,2	184,5	710,6	171,8	156,7	218,9	163,1	723,8	173,3	145,8	220,3	184,5
1898—1927						769,8	202,9	171,1	208,8	187,1	718,5	172,7	157,2	223,4	165,3	732,0	174,2	144,2	229,4	184,4
1899—1928						772,9	203,2	168,7	208,4	191,7	724,6	173,8	156,2	224,7	169,9	732,0	174,9	140,3	229,0	187,8
1900—1929						768,9	201,3	164,0	212,0	191,4	721,8	173,3	152,5	227,3	168,7	735,0	175,6	138,7	233,0	187,6
1901—1930						774,8	196,3	167,6	212,7	198,2	718,1	170,3	154,7	219,9	173,2	743,7	173,1	141,0	235,3	194,2
1902—1931						774,4	196,6	167,7	216,2	193,8	720,3	171,8	153,3	226,5	168,6	751,7	176,5	139,9	242,9	192,4
1903—1932						778,6	193,4	168,6	215,2	201,2	723,5	171,3	153,3	224,5	174,3	758,0	175,9	142,2	242,1	197,8
1904—1933						765,4	190,6	164,5	214,0	196,2	711,1	170,1	150,5	220,9	169,6	749,4	174,9	140,7	240,0	194,0
1905—1934						771,6	190,2	165,9	217,3	198,1	714,1	169,5	151,1	223,3	170,4	751,6	173,9	141,2	240,7	195,9
1906—1935						771,3	192,9	164,6	215,4	198,2	712,7	170,3	151,2	220,9	170,3	755,8	177,2	140,5	243,1	195,0
1907—1936						774,0	192,1	163,3	218,2	200,4	714,7	169,0	151,7	220,4	173,7	756,4	175,7	139,2	243,3	198,3

