

Deutsches Reich
Reichsamt für Wetterdienst

Wissenschaftliche Abhandlungen
Band V

Nr. 3

**Widerstandselektrische Temperaturbeobachtungen an einer
mikroklimatischen Basisstation**

(Ein Beitrag zur Bearbeitung von Punktschreiberregistrierungen)

von

Alfred Mäde

1938
SPRINGER-VERLAG
BERLIN HEIDELBERG GMBH

Deutsches Reich
Reichsamt für Wetterdienst

Wissenschaftliche Abhandlungen
Band V

Nr. 3

**Widerstandselektrische Temperaturbeobachtungen an einer
mikroklimatischen Basisstation**

(Ein Beitrag zur Bearbeitung von Punktschreiberregistrierungen)

von

Alfred Mäde

1938

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung	3
I. Untersuchungen über eine näherungsweise Bestimmung der Stundenmittelwerte der Temperatur	3
II. Der Temperaturgang während einer winterlichen Aus- strahlungsnacht mit Schneedecke	10
III. Untersuchung über den Temperaturgang in der boden- nahen Luftschicht an einem Strahlungstage	17
IV. Temperaturbeobachtungen über freiem Ackerland im Vergleich mit denen in einem Topinamburbestand	27
Zusammenfassung	33
Tabellen 20–22	34

ISBN 978-3-662-31290-2 ISBN 978-3-662-31494-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-31494-4

Aus der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Reichsamts für Wetterdienst, Müncheberg (Mark).

Einleitung.

Aus dem Registriermaterial der Müncheberger mikroklimatischen Basisstation soll im folgenden über einige Zeitabschnitte berichtet werden. Die Meßanlage befand sich im Sommer 1935 auf einem etwa 1 Morgen großen fast ebenen Gelände, das während der Beobachtungszeit unkrautfrei gehalten wurde. Im Jahre 1936 wurde die Basisstation an eine andere etwa 200 m entfernte Stelle verlegt, die durch Planieren eingeebnet und auf der Gras angesät worden war. Beide Meßpunkte lagen auf einem etwa 50 Morgen großen fast ebenen Plateau in einem welligen Gebiet, das Höhenunterschiede von etwa 5 m aufweist. Aber auch diese Höhenunterschiede werden in sanfter Neigung erreicht, sodaß die mikroklimatische Station einwandfrei liegt. Die Beobachtungsergebnisse aus dem Jahre 1935 beziehen sich also auf die Bodenunterlage nackter Ackerboden, die Aufzeichnungen aus dem Jahre 1937 dagegen auf Grasunterlage. Die Verschiedenheit der Bodenbedeckung spielt bei den hier zu besprechenden Beobachtungen der Jahre 1935 und 1937 allerdings keine Rolle, weil in den Ausstrahlungsnächten des Februar 1937 eine 6 cm hohe Schneedecke vorhanden war. Als Thermometer wurden Widerstandsthermometer verwandt, und zwar 1935 die Versuchsgeräte zu den 1937 verwandten Platinthermometern des Reichsamts für Wetterdienst. Der wesentlichste Unterschied bestand in der Verwendung von Nickeldraht 0.02 mm gegen den heute gebrauchten Platindraht derselben Stärke. Über die Erfahrungen mit beiden Drahtsorten ist bereits berichtet worden¹⁾. Die Nickelthermometer wurden häufig nachgeeicht, sodaß die Korrekptionsbestimmung mit hinreichender Genauigkeit möglich war. Da im wesentlichen nur die Beobachtungen eines einzigen Tages besprochen werden, so fällt außerdem die Inkonzanz der Thermometer nicht ins Gewicht. Auch dem Vergleich der Temperaturbeobachtungen der Normalstation vom August 1935 mit denen des Topinamburbestandes stehen keine Schwierigkeiten im Wege, weil an beiden Meßstellen mit denselben Geräten gearbeitet worden ist und etwa doch noch vorhandene Ungenauigkeiten in der Korrekptionsbestimmung herausfallen. (Über die Beobachtungen im Topinambur vergl. ²⁾).

Für die Untersuchungen über den Verlauf der Temperatur an einem Strahlungstage wurde der 26. Juli 1935 ausgewählt. An diesem Tage wurde keine sichtbare Bewölkung beobachtet, sodaß der Temperaturgang in den verschiedenen Höhen über dem Erdboden als charakteristisch für einen Strahlungstag angesehen werden kann. Die Thermometer lagen in den Höhen von 2, 5, 10, 20, 30 und 50 cm über dem Erdboden; das Meßwerk des Punktschreibers war ein Kreuzpulgerät, das gegen die Spannungsschwankungen der Stromquelle praktisch unempfindlich ist. Die Punktfolge des Gerätes betrug 10 Sekunden. Es konnten daher die Minutenwerte der Temperatur verarbeitet werden. Zur Ergänzung dieser Untersuchungen an einem Sommertag wurden einzelne Stunden der Strahlungsnächte des 24. und 25./26. Februar 1937 herangezogen. In diesen Nächten lag eine Schneedecke von 6 cm Höhe über dem Versuchsfeld. Es war zeitweise wolkenlos und praktisch windstill. An diesen Abenden fielen einige Stunden in der Registrierung durch ihre unverhältnismäßig große Temperaturstreuung auf, die für Winterregistrierungen sehr groß war. Die punktweise Auswertung wurde daher für den 24. Februar 1937 auf die Zeit von 17^h01^{min}–20^h00^{min} und für den 25./26. Februar 1937 auf die Zeit von 18^h01^{min}–3^h00^{min} angewandt. Die Meßhöhen über dem Erdboden waren für beide Tage 10, 20, 50, 100, 150 und 200 cm, also 4, 14, 44 usw. cm über der Schneedecke.

I. Untersuchungen über eine näherungsweise Bestimmung der Stundenmittelwerte der Temperatur.

Die vollständige Verarbeitung der Punktschreiberregistrierungen ist sehr zeitraubend. Bei dem verwandten Meßgerät mit einer Punktfolge von 10 Sekunden fallen pro Tag für die 6 Meßstellen über 8000 Werte an. Wenn diese Einzelwerte nur eine geringe Streuung aufweisen, wie z. B. während der Wintermonate oder auch im Frühjahr und Herbst während der Nacht und bei geringer Insolation, so ist

¹⁾ A. M ä d e, Ein Beitrag zur Frage: Wahre Lufttemperatur – Versuchskörpertemperatur. Biokl. Beibl. 1937, S. 35.

²⁾ A. M ä d e, Widerstandselektrische Temperaturmessungen in einem Topinamburbestand. Wiss. Abh. d. R. f. W. Bd. II, Nr. 6.

ihre Verarbeitung zu Stundenmittelwerten recht einfach. Während der Monate Oktober bis März bilden die Temperaturpunkte jeder Meßstelle praktisch eine zusammenhängende Kurve, die über den Zeitraum von einer Stunde mittels einer Zelluloid-Skala leicht zu einem Mittelwert zusammengefaßt werden können. Man braucht die Temperaturkurve nur durch eine Gerade anzunähern und darauf zu achten, daß die links und rechts von diesem Mittelwert liegenden Flächenstücke gleich groß werden. Man könnte während dieser Monate die Registrierungen aber auch in derselben Weise auswerten wie eine normale Thermographenregistrierung und die zur vollen Stunde aufgeschriebenen Temperaturwerte herausschreiben. Dann wäre ein direkter Vergleich mit den Auswertungen der Thermographenregistrierungen möglich. Für den Vergleich der mikroklimatischen Winterwerte mit den Sommerwerten dürfte aber die Auswertung nach Stundenmitteln besser sein, denn die Sommerregistrierungen lassen sich bestimmt nicht nach Terminwerten bearbeiten; die Temperaturstreuung ist viel zu groß und damit wird die Bestimmung der Stundenwerte zu ungenau. Für die Sommerregistrierungen muß man zu einer sichereren Auswertmethode übergehen. Man könnte vielleicht auch daran denken, die Temperaturstreuung in der Registrierung hinreichend klein zu halten. Würde man etwa ein sehr träges Thermometer als Temperaturindikator benutzen, so müßte man auf die praktische Strahlungsunempfindlichkeit der Meßkörper verzichten. Oder man verwendet ein träges Galvanometer für die Registrierung, dann muß die Zeitfolge zweier aufeinanderfolgender Punkte vergrößert werden, weil mit der Trägheit auch die Einstellzeit zunimmt. Dieser Weg wäre durchaus gangbar. Es zeigt sich jedoch, daß selbst eine Verkürzung der Zeitachse die Streuung nicht soweit herabsetzt, daß eine Mittelwertbildung genügend genau wird. Es bleibt als dritter Weg die Abkürzung des Auswertverfahrens übrig. Es lag nahe, die von Geiger¹⁾ vorgeschlagene Auswertung nach Temperaturbändern anzuwenden. Bei der großen Zeitachse des Registrierstreifens (10 Minuten = 1 cm) konnte aber an die Stelle des einstündigen Intervalls das 10-Minuten-Intervall treten. Die Verarbeitung der Registrierungen erfolgte also in der Weise, daß für jeden 10-Minuten-Abschnitt die Extreme bestimmt wurden. Da auf den Registrierstreifen die vollen 10 Minuten markiert sind, so läßt sich diese Auswertung leicht durchführen. Dann erhebt sich aber die Frage, ob die für jede Stunde anfallenden 6×2 Werte zu einem brauchbaren Stundenmittel vereinigt werden können. Aus den 12 Extremen wurde kurzerhand ein „Stundenmittel“ gebildet, das im Folgenden kurz als Näherungsmittel bezeichnet werden soll. Zur Festlegung des Näherungsmittels werden somit 20% der aufgeschriebenen Temperaturangaben gebraucht. Das bedeutet eine wesentliche Ersparnis in der für die Bearbeitung nötigen Zeit. Ein geübter Auswerter kann an einem Tage leicht einen Registrierstreifen mit 6 Meßstellen auswerten und beim Vorhandensein einer Schnelladdiermaschine verrechnen, d. h. jeweils die 12 Werte getrennt nach Minimum und Maximum addieren und das Stundenmittel berechnen. Die Trennung in Maxima und Minima ermöglicht dann noch die Bestimmung einer mittleren Breite des Temperaturbandes für jede Stunde des Tages, und gerade diese mittlere Bandbreite dürfte für bestandsklimatische Untersuchungen eine recht aufschlußreiche Maßzahl sein. An Hand der punkweisen Auswertung des Strahlungstages vom 26. Juli 1935 und der Ausstrahlungsstunden vom 24. und 25./26. Februar 1937 lassen sich darüber hinaus aus den 60-Minutenwerten für jede Meßhöhe die Stundenmittel bilden, sodaß ein Vergleich zwischen beiden Arten von Mittelwerten direkt möglich ist. Die Stundenmittel stellen streng genommen auch nur Näherungsmittel dar, weil sie sich auf eine bestimmte Auswahl von Temperaturwerten beziehen, die willkürlich, allerdings mit zeitlicher Regelmäßigkeit aus der wirklichen Temperaturkurve entnommen worden sind. Aber dieses 60-Werte-Mittel ist so genau, daß man es als Stundenmittel ansehen kann. Selbst wenn man die Unsicherheit eines jeden Minutenwertes mit 1.0°C ansetzen würde, so ergäbe sich aus dem 60-Werte-Mittel nur ein statistischer Fehler von nicht wesentlich mehr als 0.1°C . Die Genauigkeit des Näherungsmittels läßt sich aber nicht so einfach abschätzen, weil neben dem Meßfehler jedes Temperaturwertes noch der durch die abgekürzte Mittelbildung entstehende Fehler mit eingeht. Wäre die Genauigkeit des Näherungsmittels nur von der Unsicherheit abhängig, mit der jeder Minutenwert behaftet ist, so ergäbe sich für einen Einzelfehler von 1.0°C ein Fehler des Näherungsmittels von 0.3°C . Sicher ist die Annahme eines so hohen Einzelfehlers nicht berechtigt, aber zu diesem statistischen Fehler des Näherungsmittels tritt außerdem noch ein Fehler, der auf dem Weglassen von 80% aller beobachteten Werte beruht, und dieser Fehler hängt ganz wesentlich von der Form der Temperaturkurve selbst ab. Man muß zur Beurteilung dieser Unsicherheit wissen, wie weit die Extreme in den 10-Minuten-Abschnitten vom 10-Minuten-Mittelwert entfernt sind und ob sie beide gleichweit entfernt sind. Es muß also eine Verteilungsfunktion der Abweichungen vom 10-Minuten-Mittel bestimmt werden. Diese Untersuchung wurde für den 26. Juli 1935 und für die bearbeiteten Ausstrahlungsstunden des 24. und 25./26. Fe-

1) Geiger, Gibt es eine Temperatur der bodennahen Luftschicht? Biokl. Beibl. 1934, S. 115.

bruar 1937 durchgeführt. Für den 26. Juli 1935 wurde für die Tagesstunden die Zeit von der 7. bis zur 16. Stunde ausgewählt, weil während dieser Zeit die Temperaturunruhe am größten ist. Zur Charakterisierung der Nachtstunden wurden die 1.–5. und die 20.–24. Stunde benutzt. Diese Stunden sollen den Unterschied zu den Tagesstunden aufzeigen, weil nicht anzunehmen ist, daß auch bei der nächtlichen Temperaturunruhe dieselbe Verteilung der Temperaturen um den Mittelwert beobachtet wird wie am Tage. Andererseits ist nachts die Temperaturunruhe erheblich kleiner als am Tage, sodaß man von vornherein annehmen kann, daß die bei einer genügend genauen Berechnung der Stundenmittel mit Hilfe der Näherungsmittel am Tage auch für die Nachtstunden eine ausreichende Genauigkeit gesichert ist. Für die Stunden mit starkem zeitlichen Temperaturgradienten ist das Verfahren von vornherein genau genug, weil man die Temperaturkurve beim Anstieg und auch beim Abstieg während des 10-Minuten-Intervalls genügend genau durch eine Gerade annähern kann, deren höchster und tiefster Punkt mit der Markierungslinie des 10-Minuten-Abschnittes zusammenfällt. Die Bearbeitung dieser Extreme gibt dann aber ein recht genaues Mittel, wenn auch die Verteilungsfunktion einen ganz anderen Charakter hat als im Falle einer fast horizontalen Temperaturkurve. Tritt während der Nachtstunden doch einmal eine größere Temperaturunruhe auf, so dürften die extremen Verhältnisse der Ausstrahlung über einer Schneedecke für die Charakterisierung der Verhältnisse während der Nacht genügend repräsentativ sein.

Ehe nun die Verteilungsfunktion bestimmt wird, sollen die Näherungsmittel mit den Stundenmitteln verglichen werden. In der Tabelle 1 sind für jede untersuchte Stunde und für jede Höhe die Abweichungen der Näherungsmittel vom Stundenmittel eingetragen worden. Für den 26. Juli 1935 wurde als Einheit aus Zweckmäßigkeitsgründen 0.1° Skalenteile (das sind etwa rund 0.11°C gewählt, die Werte der Winternächte vom 24. und 25./26. Februar 1937 sind in 0.1°C eingetragen worden. Die an die Skalenteile anzubringende Korrektur ist so klein, daß beide Dimensionen auch direkt miteinander verglichen werden können.

Tabelle 1. Abweichungen der Näherungsmittel (12-Werte-Mittel) von den Stundenmitteln (60 Werte-Mittel) für jede Stunde und jede Höhe in $\frac{1}{10}^\circ\text{Skt}$ für den 26. 7. 35 ($0,1^\circ\text{Skt} \sim 0,11^\circ\text{C}$) und in $\frac{1}{10}^\circ\text{C}$ für den 24. und 25./26. 2. 37. (Höhen in cm über dem Erdboden.)

		26. 7. 35.																							
Höhe in cm	Std.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
2		1	1	1	-1	0	2	1	1	-1	1	0	-1	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
5		0	1	0	1	0	0	0	1	-2	1	0	-1	0	-2	0	1	0	0	0	0	0	0	-2	-1
10		0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	0	-1	1	2	0	3	0	-1	0	0	0	1	0
20		0	1	0	0	0	2	1	1	2	0	2	0	-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
30		0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3	1	1	4	0	3	1	0	0	0	0	1	2	-1
50		1	0	0	0	-1	0	1	1	3	2	2	1	3	4	-1	3	2	0	0	0	0	0	0	0

		24. 2. 37.						25./26. 2. 37.					
Höhe in cm	Std.	18.	19.	20.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	1.	2.	3.
10		-3	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	3	-1	-1
20		-1	-2	-1	-1	0	1	-3	0	0	1	-1	-1
50		0	0	0	0	0	-1	1	-3	0	-1	0	2
100		0	0	0	0	1	0	-1	-1	+1	-1	0	0
150		0	-1	0	-2	-3	-3	-3	-1	-2	-1	-3	-2
200		-1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1

Aus der Tabelle 1 ersieht man, daß die Unterschiede zwischen den beiden Arten von Mitteln recht klein sind. An dem Sommertag ist die größte vorkommende Differenz 0.4°Skt . und in den winterlichen Ausstrahlungsnächten sogar nur 0.3°C . Die bodennächsten Schichten weisen dabei anscheinend die kleinsten Differenzen zwischen den beiden Mittelwerten auf. Erst in etwas größerem Abstände vom Erdboden (im Sommer bei 30–50 cm, im Winter bei 50–150 cm Höhe) treten die größeren Abweichungen gegen das Stundenmittel auf. Anscheinend unterscheidet sich die Struktur der Temperaturkurve in diesen Höhen von der dicht über dem Erdboden. Die größeren Abweichungen sind wohl darauf zurückzuführen, daß die Extreme nicht mehr gleichweit vom Intervallmittelwert entfernt sind. Dabei scheinen im Sommer die über-temperierten Luftschichten des Bodens eine Vergrößerung der Maxima und im Winter die tieftemperierten schneenächsten Schichten eine Vertiefung der Minima nach sich zu ziehen, denn in der Tabelle 1 sind für

den Sommertag die positiven Abweichungen des Näherungsmittels vom Stundenmittel häufiger, in der Winternacht herrschen dagegen die negativen Abweichungen vor.

Bestimmt man aus der Tabelle 1 getrennt nach Sommertag, Sommernacht und Winternacht die Häufigkeitsverteilungen der Abweichungen der Näherungsmittel vom Stundenmittel, so ergeben sich die in der Tabelle 2 zusammengefaßten Zahlen. Innerhalb des Intervalls 0.1 liegen am Sommertag von den

Tabelle 2. Häufigkeitsverteilung der Abweichungen des Näherungsmittels vom Stundenmittel am 26. 7. 35 (Sommertag und Sommernacht) und am 24. und 25./26. 2. 37 (Winternacht).

Näherungsmittel—Stundenmittel	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
Sommertag (7.—16. Std.)	—	3	6	21	15	5	8	2
Sommernacht (1.—5., 20.—24. Std.) .	—	1	5	43	10	1	—	—
Winternacht	7	4	27	25	7	1	1	—

60 Werten 42 (70%), in der Sommernacht (97%) und in der Winternacht von 72 Werten 59 (82%). Läßt man eine Differenz von 0.2 zu, so sind die Prozentzahlen 83, 100 und 89. Das bedeutet aber, daß die Genauigkeit der mit der Auswertung nach 10-Minuten-Bändern bestimmten Näherungsmittel sehr groß ist. Bedenkt man weiter, daß die Näherungsmittel zu Tages- und Monatsmitteln zusammengefaßt werden, so kann man schon aus dieser Vergleichsuntersuchung erkennen, daß die Mittelwerte die erste Dezimale hinter dem Komma sicher genügend genau wiedergeben. Bei dieser Gelegenheit sei betont, daß die Auswertung nach Extremen und deren Zusammenfassung zu Näherungsmitteln in erster Linie zur Gewinnung klimatischer Werte verwandt werden soll. Mikrometeorologische Untersuchungen erfordern wegen ihrer ganz anderen Fragestellung vielfach eingehendere Auswertverfahren und u. U. sogar eine fortlaufende Registrierung. Die Tabelle 2 zeigt auch die schon oben skizzierte Verschiebung der Abweichungen vom Nullpunkt. Der Sommertag weist mehr positive Abweichungen auf (+ : - = 30 : 9), in der Sommernacht verschwindet das große Übergewicht der positiven Abweichungen (12 : 6) und in der Winternacht gibt es mehr negative (9 : 38). Allgemein tritt durch die Auswertmethode am Tage bei starker Besonnung eine geringe Verschiebung des Näherungsmittels nach oben und in der Nacht bei Ausstrahlung eine geringe Verschiebung nach unten ein. Das Näherungsmittel bewirkt also in geringem Maße eine Vergrößerung der Tagesamplitude. Diese Vergrößerung ist aber so klein, daß sie bei klimatischen Untersuchungen vollständig außer Betracht gelassen werden kann.

Zur Erhärtung der an Hand dieser Beispiele gefundenen Beziehungen könnten noch weitere Tage oder Nächte in die Untersuchung einbezogen werden, um an einem größeren Material die Unterschiede zwischen dem Näherungsmittel und dem Stundenmittel genauer zu bestimmen. Es dürfte aber genügen, wenn man sich an Hand des vorliegenden Materials einen Einblick in die Struktur der Temperaturkurve verschafft. Die oben bemerkte Verschiebung des 10-Minuten-Mittels gegen das Mittel aus Maximum und Minimum des Intervalls, etwas anderes stellt ja die Differenz zwischen Stundenmittel und Näherungsmittel nicht dar, muß sich auch in der Verteilungsfunktion der Einzelwerte um das 10-Minuten-Mittel wiederfinden lassen. Die Genauigkeit der Näherungsmittel wird wesentlich davon abhängen, wie groß die Unterschiede zwischen dem Mittelwert aus den Extremen und dem Intervallmittel sind. Es wurden zuerst für jedes 10-Minuten-Intervall die Mittel bestimmt. Für jede Höhe und für jede Stunde des Tages lassen sich die Abweichungen der Minutenwerte von ihrem zugehörigen Intervallmittel berechnen. Die Zusammenfassung aller dieser stündlichen Häufigkeitswerte wurde in der Tabelle 3 für jede Meßstelle wiedergegeben.

Tabelle 3. Häufigkeit der Abweichungen der Minutenwerte der Temperatur vom zugehörigen 10-Minutenmittel. (Zusammenfassung mehrerer Stunden für jede Höhe und alle Höhen zusammen.)

a) 26. VII. 1935. (Sommertag. 7.—16. Stunde.)

Höhen in cm	Inter- vall ° Skt.	-4.6	-3.4	-3.1	-2.8	-2.5	-2.2	-1.9	-1.6	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5
		bis -4.4	bis -3.2	bis -2.9	bis -2.6	bis -2.3	bis -2.0	bis -1.7	bis -1.4	bis -1.1	bis -0.8	bis -0.5	bis -0.2	bis +0.1	bis 0.4	bis 0.7	bis 1.0	bis 1.3	bis 1.6	bis 1.9	bis 2.2	bis 2.5	bis 2.8	bis 3.1	bis 3.4	bis 3.7
2	1	1	—	—	2	4	11	11	26	49	56	90	78	99	68	36	26	13	11	5	—	1	—	1	—
5	—	—	1	1	7	7	14	15	20	47	61	76	84	80	59	49	24	21	4	10	5	3	—	1	—
10	—	—	—	3	1	3	12	12	34	42	67	93	93	68	59	37	20	20	10	10	2	2	1	—	—
20	—	—	—	1	1	2	1	20	35	49	61	88	88	77	66	40	26	15	9	5	3	2	—	—	—
30	—	—	—	—	1	2	5	14	29	43	78	102	98	68	46	40	25	20	7	9	1	—	—	—	1
50	—	—	—	—	—	1	—	5	15	50	74	117	125	72	62	29	17	9	4	5	3	—	1	—	—
Alle Höhen	1	1	1	5	12	19	43	77	159	280	397	566	566	464	360	231	138	98	45	44	14	8	2	2	1

b) 26. VII. 1935. (Sommernacht. 1.—5. und 20.—24. Stunde.)

Höhe in cm \ Intervall ° Skt.	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
2	—	—	2	9	14	49	146	158	146	55	16	3	2
5	—	1	—	9	15	53	125	206	119	44	18	7	3
10	—	—	4	4	22	43	152	186	131	32	18	5	3
20	1	—	3	4	17	39	127	203	134	46	18	4	4
30	—	—	1	9	17	34	131	220	130	36	12	10	—
50	—	—	3	6	15	28	147	219	128	36	12	3	3
Alle Höhen . . .	1	1	13	41	100	246	828	1192	788	249	94	32	15

c) 24. II. 1937. (Winterliche Ausstrahlungsnacht mit Schneedecke. 18.—20. Stunde.)

Höhen in cm \ Intervall ° C	-2.7	-2.6	-2.5	-2.4	-2.3	-2.2	-2.1	-2.0	-1.9	-1.8	-1.7	-1.6	-1.5	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1
10	1	2	2	1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	1	3	—	3	2	2	3	6	3	3	5	3	6	14
20	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2	1	1	—	3	3	7	4	5	16	16
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	1	—	4	12	6	32
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	5	7	18	23
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	2	6	22	31
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	10	19	32
Alle Höhen . . .	1	2	3	1	—	1	1	1	—	1	1	1	—	1	4	—	5	3	3	7	18	8	14	21	43	87	148

Höhen in cm \ Intervall ° C	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	
10	40	11	13	3	11	2	5	4	4	5	1	3	4	—	4	1	1	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	—
20	41	21	16	8	6	10	7	3	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	44	39	18	9	2	2	1	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	52	39	14	8	3	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	52	31	17	6	6	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	47	34	15	8	4	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alle Höhen . . .	276	175	93	42	32	23	17	10	10	7	2	4	4	—	4	1	1	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	—

d) 25.26. II. 1937. (Winterliche Ausstrahlungsnacht mit Schneedecke. 19.—3. Stunde.)

Höhen in cm \ Intervall ° C	-4.2	-2.9	-2.8	-2.7	-2.6	-2.5	-2.4	-2.3	-2.2	-2.1	-2.0	-1.9	-1.8	-1.7	-1.6	-1.5	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	
10	—	—	—	1	—	1	1	—	1	—	1	1	1	1	—	4	5	4	1	4	12	10	11	13	13	20	22	
20	1	1	—	—	—	—	1	2	—	1	—	2	—	2	2	5	2	4	6	8	7	10	12	8	11	19	15	
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3	6	—	5	—	3	3	2	—	5	10	12	13	11	21
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	2	1	3	5	6	6	3	7	20	20
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	3	—	3	2	9	5	5	14	22
200	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	—	7	11	14	25
Alle Höhen . . .	1	1	—	1	—	1	3	2	2	1	1	3	4	11	3	16	8	14	15	18	28	36	48	48	60	98	125	

Höhe in cm \ Intervall ° C	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
10	26	35	38	64	54	42	33	28	14	12	12	8	8	8	6	2	3	1	6	3	3	1	1	1	4	—	—	—	—	—	—	—
20	29	39	58	56	43	36	25	28	20	12	10	11	10	10	7	5	5	3	3	1	2	—	—	1	—	—	2	—	2	—	1	2
50	25	36	60	89	69	37	33	18	18	10	11	8	8	5	4	3	3	1	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	25	38	79	81	73	49	39	19	18	14	10	3	6	3	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	29	47	87	78	75	50	30	25	19	13	12	6	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	36	36	75	94	79	64	32	24	18	14	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alle Höhen . . .	170	231	397	462	393	278	192	142	107	75	59	36	34	27	20	12	12	5	14	5	5	1	1	2	4	—	3	—	2	—	1	2

Für den Sommertag erweist sich die Zusammenfassung zu bestimmten Gruppen als zweckmäßig, weil die untersuchten 10 Stunden bei der großen Breite der Häufigkeitsverteilung am Tage für Intervalle von nur 0.1° Skt. zu wenig Einzelwerte liefern würde und dann die Verteilungsfunktion nicht klar zu erkennen wäre. Im übrigen gilt auch für diese Tabelle wieder, daß die Einheit für den 26. Juli 1935 0.1° Skt. und für den 24. und 25./26. Februar 1937 0.1° C ist. Faßt man nun erst einmal ohne Rücksicht auf die einzelnen Höhen die zu jeder Differenz bzw. Differenzengruppe gehörenden Werte zusammen, so ergeben sich die unter „Alle Höhen“ vermerkten Häufigkeiten. Diese 4 Zahlenreihen sind nicht direkt miteinander vergleichbar, weil sie auf ein verschieden großes Ausgangsmaterial zurückgehen. Es wurden daher erst einmal die sämtlichen Verteilungen zu den für den 26. Juli 1935 gebildeten Gruppen zusammengefaßt und dann jede Zahlenreihe auf 1000 normiert. Diese normierten Häufigkeitsverteilungen sind zur Tabelle 4 zusammengefaßt worden.

Tabelle 4. Auf 1000 normierte Häufigkeitsverteilungen der Abweichungen der Minutenwerte vom zugehörigen 10-Minuten-Mittel.

Intervall:	-4.6	-3.4	-3.1	-2.8	-2.5	-2.2	-1.9	-1.6	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5
	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis												
Sommertag (26. 7. 35; 10 Stund.)	0	0	0	1	3	5	12	22	45	79	112	160	160	131	102	66	39	28	13	12	4	2	1	1	0
Sommertag (26. 7. 35; 5 Stund.)	0	1	1	3	6	9	18	34	65	84	113	127	116	116	100	72	49	37	18	20	8	3	1	1	—
Sommernacht (26. 7. 35; 10 Stund.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	107	780	104	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Winternacht (24. 2. 37; 3 Stund.)	—	—	—	3	4	3	2	2	8	12	37	140	554	155	46	18	7	6	0	1	3	—	—	—	—
Winternacht (25./26. 2. 37; 9 Std.)	—	—	—	1	2	1	6	8	14	35	64	162	387	189	74	30	14	7	2	2	2	1	—	—	—

Zur Veranschaulichung der Verhältnisse diene die Abbildung 1, in der von den in der Tabelle 4 angegebenen Zahlenreihe 3 graphisch dargestellt wurden. Es fällt auf, daß die Häufigkeitsverteilungen für die Nächte sehr schmal sind. Der größte Teil ihrer Werte liegt in direkter Nähe des Mittelwertes. Für den

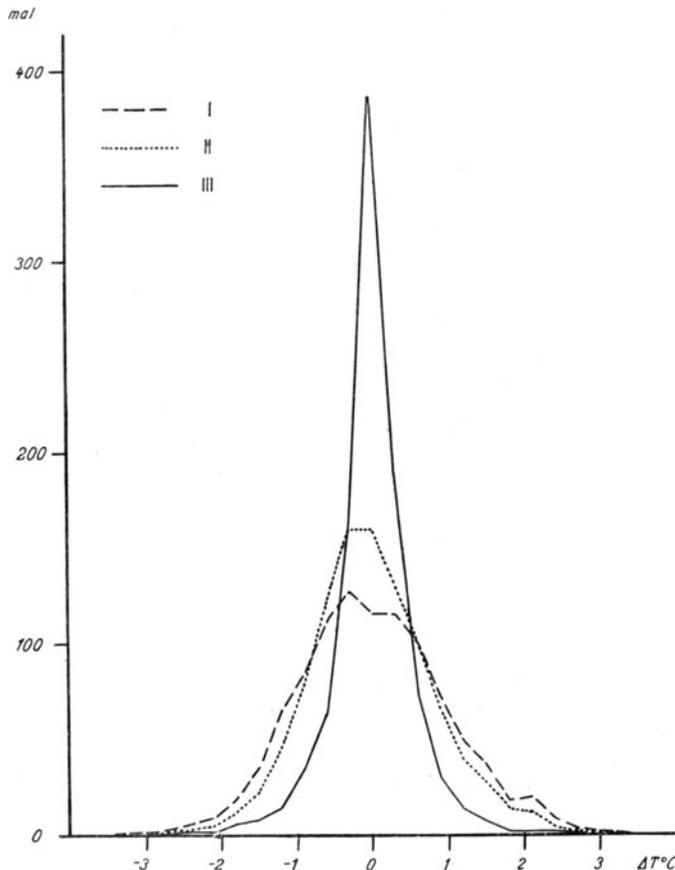


Abb. 1. Häufigkeit der Abweichungen der Minutenwerte vom zugehörigen 10-Minutenmittel für einen Sommertag und eine Winternacht auf 1000 normiert. I: Mittagsstunden des 26. Juli 1935 (5 Stunden); II: Tagesstunden des 26. Juli 1935 (10 Stunden); III: Ausstrahlungsnacht mit Schneedecke vom 25./26. Februar 1937. Zusammenfassung aller 6 Meßhöhen.

Strahlungstag ist die Verteilungsfunktion dagegen viel breiter. In den Mittagsstunden fällt sogar der Zentralwert nicht mehr mit dem Intervallmittel zusammen sondern ist nach den tieferen Werten hin verschoben. Im übrigen ist auch für diese Häufigkeitsverteilung die Abweichung von der Gaußschen Glockenkurve nicht sehr groß. Zum Vergleich der Kurven sei noch die Streuung angegeben (Tabelle 5).

Tabelle 5. Streuung der Temperatur in verschiedenen Höhen über dem Erdboden (Schneehöhe am 24. und 25./26. 2. 37. 6 cm).

Höhe	26. 7. 35 (7.—16. Stunde)	26. 7. 35 (11.—15. Stunde)	Höhe	24. 2. 37 (18.—20. Stunde)	25./26. 2. 37 (19.—3. Stunde)
2 cm	0.86° Skt.	0.95° Skt.	10 cm	0.86° C	0.67° C
5 "	0.94 "	1.10 "	20 "	0.47 "	0.72 "
10 "	0.89 "	1.06 "	50 "	0.21 "	0.54 "
20 "	0.83 "	0.97 "	100 "	0.22 "	0.41 "
30 "	0.81 "	0.92 "	150 "	0.19 "	0.36 "
50 "	0.68 "	0.79 "	200 "	0.22 "	0.32 "
Alle Höhen	0.84 "	0.97 "		0.44 "	0.53 "

Die größte Streuweite und damit die geringste Präzision ergibt sich für die Mittagsstunden des Sommertages mit $\pm 0.97^\circ$ Skt. im Mittel über alle Höhen. Die geringste Streuung ist in der Sommernacht zu beobachten ($\pm 0.14^\circ$ Skt.). Die durch ihre große Temperaturstreuung auffallenden Winternächte weisen wieder ein etwas größeres σ auf. Man kann nun die Gesamtzahl der negativen Abweichungen vom Intervallmittel der positiven Abweichungen gegenüberstellen. Am einfachsten benutzt man dazu die normierte Häufigkeitsverteilung. An dem untersuchten Sommertag (11.—15. Stde.) ist das Verhältnis der negativen Abweichungen zu den positiven 462 : 425 also etwa 1.1 : 1.0; die negativen Abweichungen überwiegen. Die Ausstrahlungsnächte des Winters weisen dagegen ein ganz anderes Verhältnis auf. Für den 24. Februar 1937 gilt 211 : 236 also 1.0 : 1.1 und für den 25./26. Februar 293 : 321 auch 1.0 : 1.1. Wählt man also als Bezugspunkt das 10-Minuten-Mittel so sind im Sommer die tieferen Temperaturen häufiger als die höheren. In der Temperaturkurve stehen daher einigen verhältnismäßig hohen Temperaturen recht viele gleichförmige „mittlere“ Werte gegenüber, die noch etwas unter dem Intervallmittel liegen. Das Intervallmittel, bei uns das 10-Minuten-Mittel, wird durch die hohen Temperaturen nach oben verschoben. Im Winter sind die Verhältnisse gerade umgekehrt. Für die Genauigkeit der Näherungsmittel ist nicht nur die allgemeine Verteilung der Temperaturen um das Intervallmittel herum wichtig. Man muß auch die großen Abweichungen vom Intervallmittel betrachten, weil gerade diese Abweichungen zur Verrechnung benutzt werden sollen. Stellt man die großen negativen den großen positiven Abweichungen gegenüber, so ergeben sich folgende Zahlen:

26. Juli 1935 (10 Stunden)	Grenzwert: 2.0	39 : 71	oder 1 : 1.8
26. Juli 1935 (5 Stunden)	Grenzwert: 2.0	35 : 59	oder 1 : 1.8
24. Februar 1937	Grenzwert: 1.5	13 : 6	oder 2.2 : 1
25./26. Februar 1937	Grenzwert: 1.5	50 : 40	oder 1.2 : 1.

Die Nachtstunden des 26. Juli 1935 wurden weggelassen. Das Verhältnis der großen Abweichungen ist also gerade umgekehrt wie das Verhältnis der Gesamtzahl der Differenzen. Diese Umkehrung entspricht aber dem oben chematisierten Bild der Temperaturkurve. Im Sommer bewirkt die Übertemperatur der bodennahen Luftschichten ein Aufsteigen warmer Luft. Dieses Aufsteigen verursacht im Temperaturgang die stärkeren Ausbuchtungen der Temperaturkurve nach oben hin. Im Winter könnte man von einem Herabziehen der Luft und einer daraus folgenden Ausbuchtung der Temperaturkurve nach unten sprechen. Die Struktur der Kurve wird verkehrt. Über die Genauigkeit des Näherungsmittels geben diese Zahlenverhältnisse das wieder, was schon an Hand der Differenzen gegen das Stundenmittel zu vermuten gewesen war. Die gefundenen Abweichungen sind systematische und keine willkürlichen Differenzen. Die Vergrößerung der Tagesamplitude des Temperaturganges ist reell, wenn sie auch klein ist und vernachlässigt werden kann.

Diese allgemein geltenden Überlegungen müßten noch für die einzelnen Höhen nachgeprüft werden. Den Ausgangspunkt bilde wieder die Verteilung der positiven und negativen Abweichungen vom Mittel.

Am 26. Juli 1935 (Mittagsstunden) sind in der bodennächsten Schicht (2 bis 5 cm über dem Erdboden) die positiven Abweichungen in der Überzahl. Erst in der Höhe von 10 cm kehrt sich dieses Verhältnis um; die großen negativen Abweichungen überwiegen. Fast genau umgekehrt ist das Verhältnis der großen Abweichungen vom Mittel zueinander. Am Boden halten sich praktisch die großen Abweichungen das Gleichgewicht. Von der Höhe 10 cm an überwiegen die positiven Werte; das Verhältnis verschiebt sich von 1 : 1 zu 1 : 7 in 50 cm Höhe. Deshalb sind auch die Differenzen gegen das Stundenmittel in größerer Entfernung vom Boden größer (vergl. Tabelle 1). Es besteht in dieser Hinsicht zwischen der bodennächsten Schicht (2–5 cm) und den etwas größeren Abständen vom Erdboden ein wesentlicher Unterschied. In den Ausstrahlungsnächten sind die Differenzen in der Vertikalen nicht so groß wie am Sommertag. Im allgemeinen herrschen die positiven Abweichungen vor. Der Ausstrahlungstyp der Winternacht zeigt ähnliche Verhältnisse wie sie der Einstrahlungstyp des Sommertages dicht über dem Boden aufzuweisen hat. Die großen negativen Abweichungen sind meist in der Überzahl; eine Verschiebung zwischen fast gleicher Verteilung in Bodennähe zum Überwiegen großer negativer Abweichungen in 200 cm Höhe ist angedeutet aber nicht deutlich ausgeprägt. Wesentlich ist, daß infolge der fast gleichen Verteilung zwischen großen positiven und großen negativen Abweichungen die Unterschiede zwischen Näherungsmittel und Stundenmittel nur verhältnismäßig klein sind. Die Übereinstimmung der Häufigkeitsverteilungen für den Ausstrahlungstyp mit der des Einstrahlungstypes dicht über dem Boden äußert sich übrigens auch in den Differenzen zwischen Näherungsmittel und Stundenmittel. Die Tabelle 1 weist für Höhen von 2 und 5 cm am 26. Juli 1935 häufig keine negative Werte aus, so wie sie auch in den Ausstrahlungsnächten des Februar 1937 in allen Höhen beobachtet werden können.

Die Unsicherheit des Näherungsmittels hängt weiter von der Streuung der Werte um das Intervallmittel herum ab. Für die einzelnen Höhen wurden deshalb die Streuungswerte berechnet und in der Tabelle 5 mit zusammengestellt. Am Sommertag ist die Streuung allgemein etwas größer als in den Strahlungsnächten des Winters. Das ist auch zu erwarten. Der Unterschied zwischen maximaler und minimaler Streuung beträgt im Sommer am Mittag 0.31°C , in den Ausstrahlungsnächten des Winters dagegen 0.67°C (24. Februar 1937) und 0.40°C (25./26. Februar 1937). Der besonders hohe Wert am 24. Februar beruht darauf, daß zur Berechnung praktisch nur die Zeit größter Temperaturdifferenzen benutzt wurde; er dürfte charakteristisch für den Fall nächtlicher Ausstrahlung sein. Die Streuungswerte überspannen also im Winter ein viel größeres Intervall als im Sommer. Während im Winter eine starke Abnahme der Streuung vor allem in den untersten Schichten zu beobachten ist, tritt im Sommer zunächst einmal eine Zunahme der σ -Werte ein. Inwieweit dieses Maximum in 5–10 cm Höhe den Unterschied zwischen „bodennaher Grenzschicht“ und „bodennaher Oberschicht“ im Sinne Geigers andeutet, läßt sich im Augenblick nicht entscheiden¹⁾.

Abschließend kann daher über die Genauigkeit der Näherungsmittel gesagt werden, daß die angewandte Methode der Bestimmung der Stundenmittel der Temperatur mit Hilfe von 10-Minutenbändern genügend genaue Mittelwerte über eine Stunde liefert, daß also die klimatische Bearbeitung des Registriermaterials einer mikroklimatischen Basisstation mit ihr vorgenommen werden kann. Die Auswertung nach Temperaturbändern bringt allerdings einen systematischen Fehler mit sich, der eine kleine Vergrößerung des Tagesganges der Temperatur bewirkt, andererseits aber so klein ist, daß die Mittelwerte noch hinreichend genau sind. Durch die Verschiedenheit der Temperaturstreuung in den einzelnen Meßhöhen sind diese Temperaturwerte mit einem statistischen Fehler behaftet, der vielfach größer ist als die Meßgenauigkeit und gegen den der durch die abgekürzte Auswertmethode entstehende Fehler klein ist. Die Auswertung nach Temperaturbändern liefert neben den Mittelwerten noch die mittlere Bandbreite der Temperaturkurve im 10-Minuten-Intervall als Streuungsmaß, das die von Geiger vorgeschlagene Charakterisierung des Temperaturganges als Temperaturband ermöglicht.

II. Der Temperaturgang während einer winterlichen Ausstrahlungsnacht mit Schneedecke.

Die untersuchten 3 Tage lassen nun noch eine Betrachtung des allgemeinen Temperaturverlaufes zu. Es sollen zunächst die Ausstrahlungsstunden des 24. und 25./26. Februar 1937 betrachtet werden. An beiden Abenden war nur wenig Bewölkung vorhanden; am 24. Februar war es während der betrachteten

¹⁾ R. Geiger, Mikroklimatische Beschreibung der Wärmeschichtung am Boden. Met. Zeitschr. 54, 1937, S. 278.

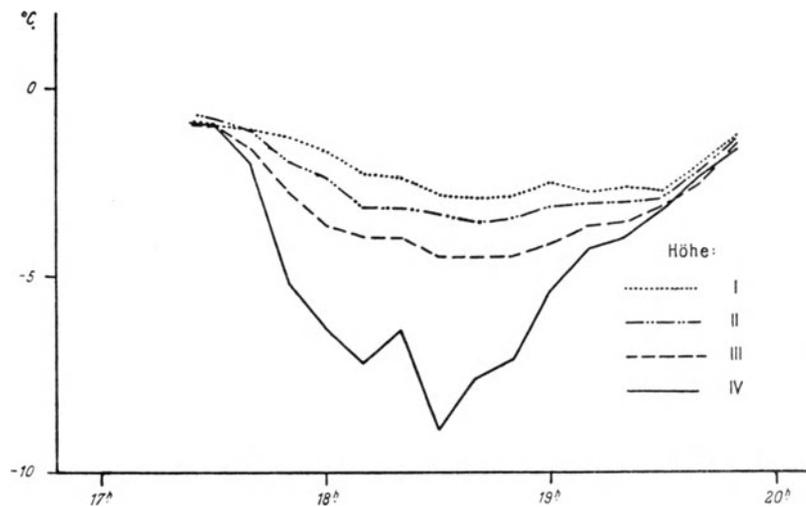


Abb. 2. Temperaturverlauf in verschiedenen Höhen über einer 6 cm hohen Schneedecke am 24. Februar 1937. (Himmelsbedeckung von 18^h–19^h: wolkenlos. Höhen der Thermometer über dem Erdboden: I: 200 cm, II: 50 cm, III: 20 cm, IV: 10 cm. IV also 4 cm über dem Schnee.).

Zeit sogar wolkenlos. Außerdem war die Windgeschwindigkeit gering (Bewölkung zum III. Termin: 24. Februar: 8/10 As, Ac, 25. Februar: 2/10, im übrigen am 25. Februar abends häufig wolkenlos; mittlere Windgeschwindigkeit unter 2.0 m/sec.) Die Temperaturkurven geben die Abbildungen 2 und 3

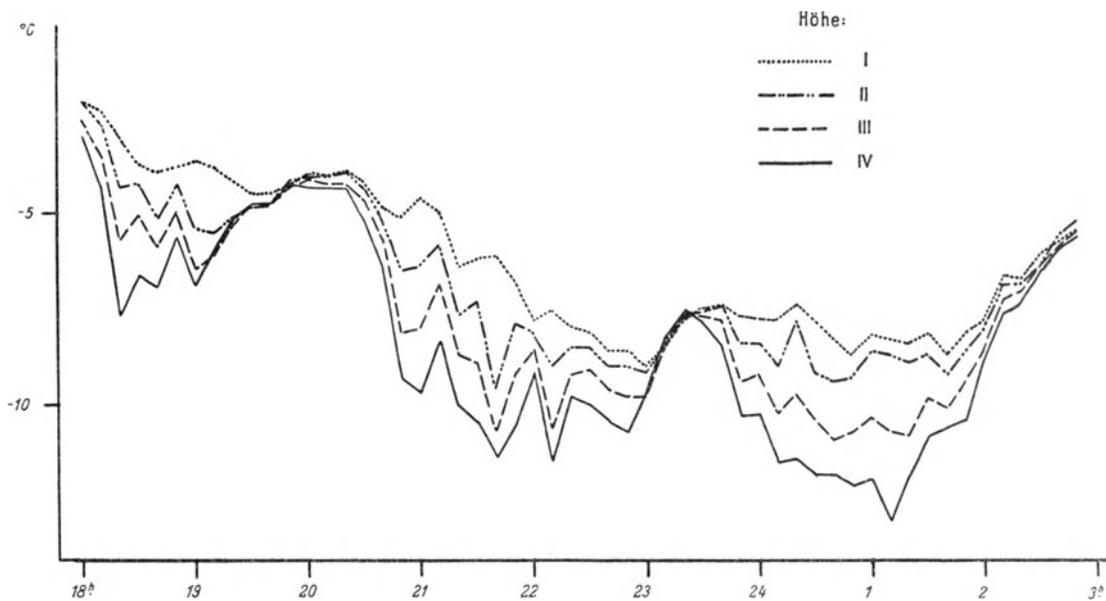


Abb. 3. Temperaturverlauf in verschiedenen Höhen über einer 6 cm hohen Schneedecke am 25./26. Februar 1937. (Geringe Bewölkung, zwischen wolkenlos und etwa 4/10 As und Ac schwankend. Höhen der Thermometer über dem Erdboden: I: 200 cm, II: 50 cm, III: 20 cm und IV: 10 cm.).

wieder; es wurden 10-Minuten-Mittel eingezeichnet. Sie vermitteln einen Einblick in die Temperaturverhältnisse während der untersuchten Zeiten. In die Abbildungen wurden von den 6 Kurven nur 4 eingetragen, um sie nicht zu überlasten.

Am 24. Februar herrscht zunächst fast Isothermie, 17^h45^{min} beginnt die Abkühlung an der Schneeoberfläche, sie führt zu einer Temperaturdifferenz zwischen den extremen Höhen (10 cm und 200 cm über dem Boden) von 6° C im 10-Minuten-Mittel. Die ausgesprochen kräftige Temperaturschichtung ist aber praktisch in 50–100 cm Höhe schon wieder verschwunden; die thermische Reichweite der Schneedecke erstreckt sich im wesentlichen auf die ihr unmittelbar aufliegenden Schichten. Um 18^h40^{min} herum herrschen zwischen den einzelnen Höhen die folgenden Temperaturgradienten:

Schicht:	10/20	20/50	50/100	100/150	150/200 cm über dem Erdboden
Gradient:	300	30	6	2	$4 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ \text{C/cm.}$

Aus der Gradientenverteilung ersieht man, daß tatsächlich in der Höhe von 50–100 cm die von der Schneeoberfläche herrührende starke Abkühlung wieder ausgeglichen wird. Später findet man in allen Höhen Gradienten von der Größenordnung 10^{-3} ; selbst die bodennächste Schicht weist einen vertikalen Temperaturgradienten von nur etwa $40 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C/cm}$ auf. Diese augenfällige Untertemperierung der schneenächsten Schichten in dem Zeitraum von wenig mehr als einer Stunde dürfte im wesentlichen auf Ausstrahlungsvorgänge zurückzuführen sein. Dem entspricht auch, daß es während der Zeit von 18^{h} – 19^{h} wolkenlos war, beim 21^{h} -Termin jedoch 8/10 Bedeckung festgestellt wurden. Für den 24. Februar könnte man eine Verminderung des vertikalen Austauschs durch Abflauen des Windes noch annehmen, diese Erklärung würde aber für das Auftreten derselben Auskühlung der Schneeoberfläche am 25./26. Februar nicht mehr möglich sein, weil gerade während der Zeitabschnitte mit kleinen Gradienten fast keine Luftbewegung vorhanden war. Zur Charakterisierung der Windverhältnisse sind für den 24. Februar die Geschwindigkeiten wiedergegeben worden, die am Windmesser Universal in 10 m Höhe über dem Erdboden und an einem Schalenkreuz in 1 m Höhe beobachtet wurden:

Zeit	17.	18.	19.	20.	21. Stunde des Tages
Geschwindigkeit 10 m :	2.6	1.0	1.5	1.8	2.7 m/sec
Geschwindigkeit 1 m :	2.3	1.0	0.9	1.0	2.1 m/sec.

Die Zeit von der 18.–20. Tagesstunde zeichnet sich also durch eine ausgesprochene Windruhe aus. Von $17^{\text{h}30^{\text{min}}}$ bis $19^{\text{h}40^{\text{min}}}$ wurde von dem Schalenkreuz in 1 m Höhe kein einziger Kontakt aufgeschrieben.

Ganz anders liegen die Dinge am 25./26. Die mittleren Geschwindigkeiten in 10 m Höhe sind:

Zeit	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	1.	2.	3. Stunde des Tages
Geschw.	1.3	1.1	0.2	0.9	1.1	1.3	1.1	1.4	2.2	3.9 m/sec.

Die kleinsten Geschwindigkeiten sind gerade während der Zeiten vorhanden, an denen auch die Temperaturschichtung schwach ist, so z. B., 19^{h} und 20^{h} , 23^{h} . Erst die hohe Geschwindigkeit von 3.9 m/sec im Stundenmittel in der Zeit von 2^{h} – 3^{h} am 26. Februar kann man für die Zerstörung der vertikalen Temperaturschichtung verantwortlich machen. Es kann daher die Ausbildung der starken Temperaturschichtung am 24. Februar nicht allein auf die größere Windruhe zurückgeführt werden. Am 25./26. Februar tritt die kräftige Schichtung dreimal auf: 18^{h} – $19^{\text{h}40^{\text{min}}}$, $20^{\text{h}50^{\text{min}}}$ – 23^{h} und 0^{h} – 2^{h} . Ein direkter Zusammenhang zwischen Luftbewegung und Temperaturschichtung fehlt. Die beobachteten Windgeschwindigkeiten sind allerdings im allgemeinen sehr gering. Aber auch die Temperaturunterschiede zwischen dem obersten und dem untersten Thermometer sind nicht so hoch wie am Vorabend. Sie betragen $18^{\text{h}20^{\text{min}}}$: 4.5°C , $21^{\text{h}40^{\text{min}}}$: 5.2°C und $1^{\text{h}10^{\text{min}}}$: 4.7°C , am Abend vorher konnten mehr als 6°C Unterschied im 10-Minuten-Mittel beobachtet werden. Man muß also wohl die Schwankungen in der vertikalen Verteilung der Temperatur als Folgeerscheinung von Bewölkungsschwankungen ansehen. Aus der 21^{h} -Beobachtung des 25. Februar an der Station II. Ordnung geht hervor, daß solche Bewölkungsschwankungen möglich waren. Auch die kleineren Gradienten gegen den Vorabend lassen diese Annahme gerechtfertigt erscheinen. Die großen Unterschiede am 24. Februar sind durch ein Zusammenwirken von Ausstrahlung und Windruhe entstanden.

Die punktweise Auswertung der Temperaturkurve läßt eine Untersuchung über die Streuung der Temperaturkurve in den verschiedenen Höhen über einer Schneedecke zu. Über die Streuungswerte in den einzelnen Höhen im Mittel über die untersuchten Intervalle unterrichtet die Tabelle 5. Aus ihr geht hervor, daß die Temperaturstreuung in der Nähe der Schneeoberfläche am größten ist (Schneehöhe 6 cm, das unterste Thermometer liegt 10 cm über dem Erdboden, also 4 cm über der Schneedecke.); die strahlungswirksame Schicht weist die größte Temperaturstreuung auf. Ehe die Streuungswerte für die Teilintervalle bestimmt werden, sei noch eine kurze Betrachtung über die Verrechnung der σ -Werte eingeschaltet.

Zur Berechnung der Streuung müßte definitionsgemäß der Mittelwert über ein bestimmtes Intervall (etwa einer Stunde) benutzt werden. Denkt man sich den Fall, daß in der Temperaturkurve Perioden enthalten sind, so würde man selbst bei vollständig gleichförmigem und stetigem Kurvenverlauf u. U. recht hohe Streuungswerte erhalten, die den tatsächlichen Verhältnissen recht wenig angepaßt zu sein scheinen, weil die durchaus nicht als „Streuung“ anzusehenden regelmäßigen Abweichungen vom Grundwert mit in die Rechnung eingehen. Bei mikroklimatischen Untersuchungen interessieren jedoch im wesentlichen die unregelmäßigen Schwankungen der Temperatur, gewissermaßen die ungeordnete Streuung, wenn man über den Verlauf der Temperaturkurve etwa beim Vergleich mit anderen Kurven eine Aussage machen will. Es dürfte daher zweckmäßig sein, als Streuung der Temperatur die unregelmäßigen Schwan-

kungen der Temperaturkurve um eine mittlere Lage anzusehen, wobei diese mittlere Lage im Laufe der Zeit wieder selbst irgendwelche u. U. regelmäßige Schwankungen ausführen kann¹). Man würde dann mathematisch exakt als Streuung die Streuung um eine stark geglättete Temperaturkurve ansehen. Die Glättung müßte allerdings so kräftig sein, daß ein Neigungswchsel im Kurvenlauf möglichst selten vorkommt. Mit einer so definierten Streuung würde zweifellos ein direkter Vergleich zwischen verschiedenen Temperaturkurven besser möglich sein als mit der normalen Streuungsdefinition und dem ihr zu Grunde liegenden Mittelwert über ein größeres Intervall. Es könnte dann beispielsweise ohne jedes Bedenken ein Kurvenstück aus dem aufsteigenden Ast der Kurve mit einem im horizontalen Zweig verlaufenden verglichen werden. Eine solche Berechnung würde aber sehr viel Arbeit erfordern. Deshalb wurde das jeweils betrachtete Intervall in Teilabschnitte von je 10 Minuten zerlegt und jeweils der Mittelwert des zugehörigen Kurvenstücks benutzt. Das geschah hier mittels der für einen anderen Zweck festgestellten Verteilung der Temperaturwerte um das 10-Minuten-Mittel. Durch diese Maßnahme wird die Temperaturkurve in allerdings sehr roher Weise geglättet; die durch eine größere Abweichung des Gesamtmittels von den Teilmitteln bedingten großen Abweichungen vom Mittelwert des Gesamtintervalls werden verkleinert. Das wirkt sich auch in einer Verkleinerung des Streuungswertes aus, die den wirklichen Verhältnissen besser entspricht. In der Tabelle 6 sind für den 24. Februar für die Höhe von 10 cm die verschiedenen Streuungswerte

Tabelle 6. Streuung der Temperaturkurve am 24. 2. 1937 in 10 cm Höhe über dem Erdboden in °C. (Berechnung der Streuung unter Zugrundelegung verschiedener Mittelwerte.)

Zeit	I	II	III
17 ^h 0—30 min	0.1	0.1	0.0
30—60 min	2.0	0.9	0.7
18 ^h 0—30 min	1.1	1.1	1.0
30—60 min	1.6	1.4	0.9
19 ^h 0—30 min	0.9	0.6	0.8
30—60 min	0.4	0.3	0.2

I: Die ΔT_v sind Abweichungen vom Halbstundenmittel.
 II: " " " " " 10-Minuten-Mittel.
 III: " " " " " von einer (nach Augenmaß) geglätteten Temperaturkurve.

einander gegenübergestellt. Es wurde I. das Mittel über die jeweils betrachtete halbe Stunde zu Grunde gelegt, II. das 10-Minuten-Mittel als Ausgangswert genommen und III. die Temperaturkurve nach Augenmaß, also verhältnismäßig oberflächlich, geglättet und die Abweichungen von dieser geglätteten Kurve zur Bestimmung der Streuung verwandt. Einen vom Gang der Temperatur unabhängigen und damit wohl den richtigsten Streuungswert erhält man mit der III. Methode. Die benutzte Temperaturkurve macht alle die Schwankungen der Temperatur mit, die auf irgendwelchen länger wirkenden äußeren Einflüssen beruhen. Der Streuungswert ist tatsächlich ein Maß für die Temperaturunruhe. Aber auch die Grundlage des 10-Minuten-Mittels (Methode II) liefert noch recht brauchbare Werte. Wesentlich schlechter und viel höher sind die nach der üblichen Methode (Methode I) berechneten Zahlen. Der außerordentlich hohe Wert von 2.0 für die Zeit von 17^h30^{min}—60^{min} kommt daher, daß in diesem Intervall die Temperatur stark absinkt und am Anfang und Ende des Zeitabschnittes die Temperatur weit vom Mittelwert entfernt ist. Man kann einwenden, daß für ein solches Intervall die Streuungsformel ihren Sinn verliert. Für viele Betrachtungen interessiert aber gerade das Verhalten während solcher Übergänge und man muß versuchen, auch für diese Abschnitte noch halbwegs vernünftige Maßzahlen zu bekommen. Mit der Methode II dürfte man dieser Forderung am leichtesten nachkommen können, ohne daß eine wesentliche Mehrarbeit gegenüber der Methode I anfällt. Wenn im folgenden Streuungswerte benutzt werden, so sind sie mit der Methode II bestimmt worden.

Bezieht man die mathematische Streuung σ auf das Intervall einer ganzen oder einer halben Stunde, so erhält man die Tabelle 7. Die in der Tabelle 7 angegebenen Werte beziehen sich auf das gesamte Untersuchungsintervall. Alle Streuungswerte stellen gewissermaßen die Streuung um eine aus den 10-Minuten-Mitteln hergestellte Temperaturkurve dar. Am 24. Februar streut danach die

¹) Ähnlich arbeitet J. Herzog bei der Bestimmung des Austauschoeffizienten (J. Herzog, Thermische Untersuchungen an Waldteichen, Veröff. d. Geophys. Inst. Leipzig, S. 128).

Tabelle 7. Gegenüberstellung von Streuung und mittlerer Bandbreite für den 24. 2. 1937 und 25./26. 2. 1937.
1. Streuung in ° C.

Höhe in cm	Zeit:	17h		18h		19h		17h ^{00'} bis 20h ^{00'}
		0—30 min	30—60 min	0—30 min	30—60 min	0—30 min	30—60 min	
24. 2. 1937								
10		0.1	0.9	1.1	1.4	0.6	0.3 °C	0.9
20		0.1	0.4	0.4	0.8	0.6	0.3 "	0.5
50		0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3 "	0.2
100		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3 "	0.2
150		0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3 "	0.2
200		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3 "	0.2

Höhe in cm	Zeit:	19.	20.	21.	22.	23.	24.	1.	2.	3.	19.—3. Tagesstunde
		25./26. 2. 1937									
10		0.7	0.3	0.6	0.9	0.8	0.6	0.8	0.8	0.4	0.7
20		0.6	0.3	0.6	1.2	0.8	0.4	0.8	0.9	0.5	0.7
50		0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.2	0.7	0.5	0.4	0.5
100		0.4	0.5	0.3	0.7	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4
150		0.4	0.4	0.3	0.6	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4
200		0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3

2. Bandbreite des 10-Minuten-Intervalls in ° C.

Höhe in cm	Zeit:	17h		18h		19h		17h ^{00'} bis 20h ^{00'}
		0—30 min	30—60 min	0—30 min	30—60 min	0—30 min	30—60 min	
24. 2. 1937								
10		0.2	2.1	2.9	4.2	1.9	0.7 °C	2.0
20		0.3	1.0	1.5	2.3	1.5	0.7 "	1.2
50		0.3	0.5	1.2	0.6	0.8	0.6 "	0.7
100		0.3	0.4	0.8	0.7	0.8	0.7 "	0.6
150		0.3	0.4	0.7	0.4	0.5	0.7 "	0.5
200		0.4	0.3	0.8	0.8	0.6	0.9 "	0.6

Höhe in cm	Zeit:	19.	20.	21.	22.	23.	24.	1.	2.	3.	19.—3. Tagesstunde
		25./26. 2. 1937									
10		2.2	0.6	1.2	2.6	2.3	1.3	2.5	2.3	1.1	1.8
20		2.1	0.8	1.4	3.3	2.2	1.1	2.3	2.8	1.2	1.9
50		1.2	0.9	1.1	2.2	1.4	0.8	1.9	1.5	1.0	1.3
100		1.2	1.0	0.8	2.1	0.8	0.6	0.9	1.1	1.0	1.1
150		1.0	0.9	0.7	1.7	0.9	0.8	0.7	1.2	1.2	1.0
200		0.8	0.7	1.1	1.2	0.8	0.8	0.7	0.9	0.9	0.9

Temperatur in 10 cm Höhe über dem Erdboden (also 4 cm über der Schneedecke) im Mittel fast fünfmal so stark wie in 100 cm ja schon in 50 cm Höhe über dem Erdboden. In den einzelnen halben Stunden werden Unterschiede von 1 : 7 und 1 : 9 beobachtet. Am 25. Februar sind die Unterschiede in der Streuung nicht so groß (1 : 2 im Mittel, 1 : 4 maximal). Das dürfte wesentlich an der weniger kräftigen vertikalen Temperaturschichtung und damit an der weniger intensiven Ausstrahlung liegen. Über den Zusammenhang zwischen der Streuung und der Temperaturdifferenz zwischen den extremen Thermometern geben die Streuungsisoplethen für den 25./26. Februar Auskunft (Abbildung 4). Jedesmal wenn sich eine große Temperaturdifferenz ausbildet, steigt auch der Streuungswert an. Dieser Anstieg greift dann von der Schneeoberfläche her in die darüberliegenden Luftschichten hinein und zeigt so die thermische Wirkung der ausstrahlenden Fläche an. Betrachtet man die σ -Werte als Maß für den mittleren Fehler der Mittelwerte, so erkennt man die verschiedene Genauigkeit der 10-Minuten-Mittel und damit natürlich auch der Stundenmittel der einzelnen Höhen. Diese Verschiedenheit des Fehlers der Mittelwerte ist beim Vergleich der Temperaturangaben der verschiedenen Höhen miteinander in Rechnung zu setzen, er kann nicht ohne weiteres vernachlässigt werden. Die Temperaturkurven der einzelnen Höhen überstreichen ein verschieden

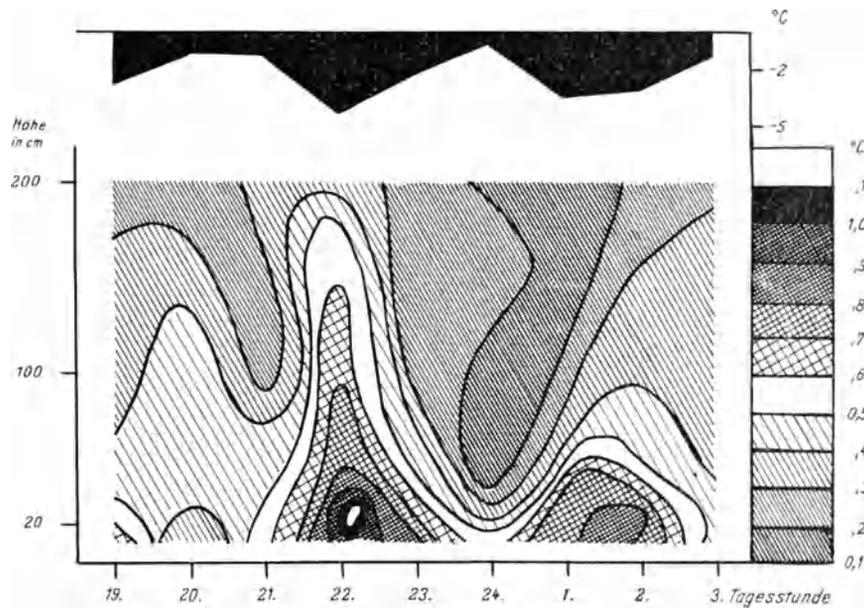


Abb. 4. Streuung der Temperatur über einer ausstrahlenden Schneeoberfläche in der Nacht vom 25./26. Februar 1937. (Abstand der Streuungsisoplethen: 0.1° C.) Oben Gang der Temperaturdifferenz zwischen 200 cm und 10 cm über dem Erdboden.).

breites Temperaturband. Dieses durch den mittleren Fehler vorgegebene Band läßt sich aber noch auf andere Weise abschätzen. Aus den Intervall extremen läßt sich für jede Stunde eine mittlere Bandbreite errechnen und diese Bandbreiten lassen sich zur Streuung und damit zum Fehlerband der einzelnen Kurven in Beziehung setzen. Die hier verwandte mittlere Bandbreite hat vor der von Geiger verwandten Bandbreite aus dem ganzen Stundenintervall den Vorzug, daß bei einem stetigen Temperaturanstieg der Gesamtanstieg in Einzelteile aufgelöst wird. Während Geiger dann etwa die gesamte Temperaturzunahme im betrachteten Intervall als Bandbreite erhält, wird bei der Unterteilung in 10-Minuten-Abschnitte höchstens der 6. Teil dieser Zunahme zur Bandbreite. Das entspricht im allgemeinen den wirklichen Verhältnissen besser, weil bei starkem Temperaturanstieg die eigentliche (ungeordnete) Streuung der Temperaturkurve recht klein ist. Die mittlere Bandbreite aus den 10-Minuten-Intervallen läßt einen besseren Vergleich zwischen den einzelnen Kurvenstücken zu als die Differenz Maximum—Minimum über die ganze Stunde. Für den 24. und 25./26. Februar sind in der Tabelle 7 mittlere Bandbreite und Streuung einander gegenübergestellt worden. Beide Streuungsmaße liefern gleichartige Kurven. Es dürfte daher für die weitaus meisten Zwecke genügen, wenn statt der Streuung das viel einfacher zu berechnende Streuungsmaß der Bandbreite verwandt wird. Es können dann Aussagen über die Verschiedenheit der Temperaturunruhe in den einzelnen Temperaturgängen gemacht werden, ohne daß erst die langwierige Berechnung der Streuung selbst nötig wäre.

Aus den Minutenwerten der Temperatur kann man nun noch den Koeffizienten des Vertikalaustausches bestimmen. Rechnet man mit der von Ertel angegebenen Formel¹⁾:

$$A = \rho \frac{\sigma \cdot M}{\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)^2},$$

wobei σ die Streuung, $M = \frac{1}{\tau} \sqrt{\frac{\sum (T_{\tau+1} - T_v)}{n}}$, τ die Zeit in sec und ρ die Luftdichte ist, so erhält man

die in der Tabelle 8 für den 25./26. Februar 1937 zusammengestellten Werte des vertikalen Austauschkoefizienten. Bei der Beurteilung dieser Werte muß beachtet werden, daß die von Ertel abgeleitete Formel streng genommen nur für kleine τ gilt. $\tau = 60$ sec ist sicher schon zu groß. Immerhin, auch bei einem so großen Intervall ergeben sich noch recht brauchbare Zahlen. Trägt man den $\log A$ in ein Isoplethendiagramm mit den Achsen Zeit und Höhe ein, so sieht man wieder, wie die Temperaturdifferenz zwischen 200 cm und 10 cm über dem Boden einen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Austauschkoefizienten aufweist (Abbildung 5). Außerdem entspricht das Isoplethenbild des Austauschs auch dem der Streuung.

¹⁾ Ertel, Eine Methode zur Errechnung des Austauschkoefizienten aus den Feinregistrierungen der turbulenten Schwankungen. Gerl. Beitr. z. Geophysik Bd. 25, S. 279.

Tabelle 8. Vertikale Austauschkoefizienten am 25./26. 2. 1937 in 10^{-3} C G S — Einheiten. (Winterliche Ausstrahlungsnacht mit Schneedecke.)

Höhen in cm \ Zeit:	19.	20.	21.	22.	23.	24.	1.	2.	3.	19.—3. Tagesstunde
10	1	10	4	0.8	3	1	0.7	1	3	2
20	1	2	10	3	4	2	2	4	20	5
50	20	800	60	20	30	100	20	20	3000	20
100	80	100	10	50	600	300	30	200	500	100
150	100	50	100	70	60	100	600	200	500	800
200	300	60	1000	200	100	∞	300	500	∞	500

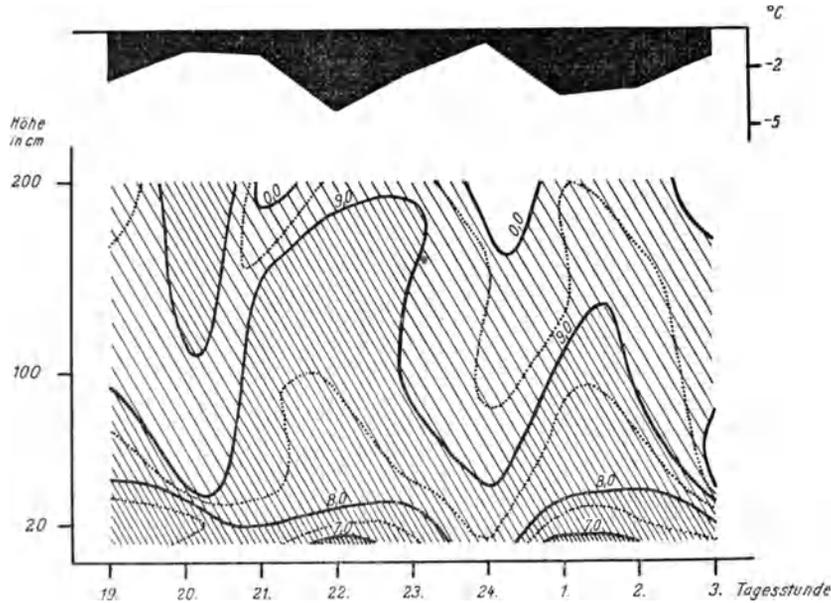


Abb. 5. Isoplethen des vertikalen Austauschkoefizienten über einer ausstrahlenden Schneeoberfläche in der Nacht vom 25./26. Februar 1937. (Eingetragen ist $\log A$. Oben Temperaturdifferenz zwischen 200 cm und 10 cm über dem Erdboden. Temperatur in 200 cm Höhe = Null.).

Diese Übereinstimmung muß allerdings bestehen, weil sowohl die Temperaturdifferenz als auch die Streuung in die Austauschformel eingehen. Interessant ist, daß für die Zeiten kräftiger Schichtung kleine Austauschkoefizienten vorhanden sind und daß in der gleichen Höhe über dem Boden die Schwankungen des Austauschkoefizienten etwa eine 10er-Potenz ausmachen. In größerem Abstände vom Boden sind die Schwankungen gelegentlich noch größer. Dort ist aber die Gradientbestimmung wegen der kleineren Temperaturdifferenzen nicht so genau, sodaß sich größere Fehler einschleichen können. Berechnet man für das gesamte Intervall von 18^h—3^h den mittleren Austauschwert, so kann man feststellen, daß die rascheste Zunahme in den untersten Schichten erfolgt. In größerem Abstände vom Boden ist die Zunahme nicht mehr so stark; im vorliegenden Falle verschwindet sie sogar. Der Wert von 0.1 für die Höhe 100 cm stimmt auch ungefähr mit den Beobachtungen Angströms überein, aus dessen Angaben für die Höhe 60 cm $A = 0.14$ folgt [vergl. W. Schmidt¹⁾ und R. Geiger²⁾]. Auch die Annäherung des Austauschkoefizienten an den für reine Wärmeleitung geltenden Wert von etwa $2 \cdot 10^{-4}$ mit der Annäherung an den Erdboden ist aus dem vorliegenden Zahlenmaterial zu ersehen. Rechnet man mit der bei Geiger beschriebenen Methode mittels der von Angström bestimmten Ausstrahlungstabelle und dem vertikalen Temperaturgradienten den Austauschkoefizienten aus, so erhält man größenordnungsmäßig wieder dieselben Werte, wenn auch die Übereinstimmung nicht völlig genau ist. Das bedeutet aber, daß die Temperaturschichtung auch von der Seite des Austauschs her im wesentlichen durch Strahlungsvorgänge zu erklären ist. Die Schneeoberfläche kühlt sich bei der plötzlich einsetzenden Ausstrahlung stark ab. In den untersten dem Schnee aufliegenden Schichten erfolgt die Übertragung dieses Temperatursturzes nach oben vorwiegend durch reine Wärmeleitung und erst in größerem Abstände wird der eigentliche Austausch wirksam.

1) W. Schmidt, Der Massenaustausch in freier Luft u. verw. Ersch. Probl. d. Kosmischen Physik, VII, 1925.
 2) R. Geiger, Das Klima der bodennahen Luftschicht. 1927.

III. Untersuchungen über den Temperaturgang in der bodennahen Luftschicht an einem Strahlungstage.

Die für die Ausstrahlungsnächte des Februar 1937 durchgeführten Untersuchungen über die Temperaturstreuung und den Austausch lassen sich auch auf den Strahlungstag des Sommers 1935 ausdehnen. Dabei interessiert zunächst wieder der Zusammenhang zwischen Temperaturstreuung und Bandbreite der

Tabelle 9. Gegenüberstellung von Streuung und mittlerer Bandbreite für den 26. 7. 1935.

Höhe in cm	Zeit:	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	9.—16. Tagesstunde
1. Streuung (° Skt).										
2		0.7	0.9	1.0	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.9
5		0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.7	1.0
10		0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.6	1.0
20		0.8	0.7	1.0	0.9	1.0	1.0	0.8	0.7	0.9
30		0.6	0.7	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9
50		0.6	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
2. Mittlere Bandbreite des 10-Minuten-Intervalls (° Skt).										
2		2.2	2.9	3.3	3.9	3.3	2.8	2.5	2.4	2.9
5		2.9	3.1	3.9	3.7	3.4	3.3	2.7	2.0	3.1
10		2.4	3.1	3.5	4.0	3.4	3.1	3.0	2.0	3.1
20		2.6	2.2	3.5	3.0	3.3	2.8	2.4	2.8	2.8
30		1.9	2.5	3.1	2.9	3.1	3.0	2.6	3.1	2.8
50		2.1	1.8	2.8	2.7	2.6	2.7	1.9	2.3	2.4

Temperatur. Gerade die Kenntnis des Verhältnisses der beiden Streuungsmaße ist für mikroklimatische Betrachtungen wichtig, weil sich in der Streuung (Bandbreite) die Belastung ausdrückt, denen ein pflanzliches Organ unterworfen ist. In der Tabelle 9 sind daher Bandbreite und Streuung einander für die einzelnen Tagesstunden gegenübergestellt worden. Trägt man sich die Werte in ein Isoplethendiagramm ein, so kann man die gute Übereinstimmung beider Isoplethenbilder sehen. Auf die Wiedergabe dieser

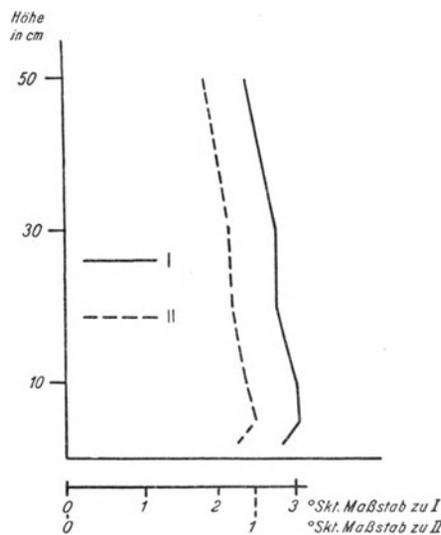


Abb. 6. Mittelwerte der Streuung (II) und der Bandbreite (I) der Temperatur am 26. Juli 1935 über nacktem Ackerboden für die 9.—16. Tagesstunde.

Isoplethendiagramme soll hier verzichtet werden, dafür sind in der Abbildung 6 die Mittelwerte für Streuung und Bandbreite für die 9.—16. Tagesstunden des 26. Juli 1935 dargestellt worden. Der parallele Gang zwischen beiden Kurven gestattet es, in der Praxis die Bandbreite als Ersatz für die statistische Streuung zu nehmen. Sie läßt sich überall dort verwenden, wo es nur auf den relativen Gang der Streuung ankommt. Recht interessant ist auch die Betrachtung der Austauschwerte, über deren Größe die Tabelle 10 Auskunft gibt. Sie wurden wieder mit der Ertelschen Formel bestimmt. In der Tabelle

Tabelle 10. Vertikale Austauschkoeffizienten am 26. 7. 1935 (Sonntag) in 10^{-3} CGS — Einheiten.

Höhe in cm \ Zeit:	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	9.—16. Tagesstunde
2	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
5	1	1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4
10	2	2	2	3	2	1	2	3	3
20	10	10	20	6	9	4	4	4	7
30	30	40	60	20	10	8	10	60	20
50	100	6	60	40	20	50	30	40	30

sind nur die Tageswerte wiedergegeben worden, in der Nacht sind die vertikalen Temperaturgradienten so gering, daß die Bestimmung recht unsicher wird. In den untersten Schichten ist der Austauschkoeffizient außerordentlich klein. Man sollte annehmen, daß im Sommer der Vertikalaustausch infolge der durch die stärkere Insolation bedingten kräftigeren Temperaturschichtung größer sei als im Winter. Der Vergleich mit der Tabelle 8 zeigt aber fast das Gegenteil. Die Höhe 10 cm im Winter, also 4 cm über dem Schnee, entspricht etwa der Höhe 5 cm im Sommer. Für diese Höhe ist im Winter der höhere Austauschkoeffizient zu beobachten. Erst darüber tritt praktisch Übereinstimmung des Austauschkoeffizienten ein. (Zum Vergleich benutzt man am besten die Mittelwerte über das gesamte betrachtete Intervall.) Die „bodennahe Grenzschicht“, in der sich die Temperaturgegensätze nur durch reine Wärmeleitung ausgleichen können, scheint also im Sommer etwa bis zur Höhe von 5 cm zu reichen. Von dort aus nimmt der Austausch mit der Höhe rasch zu. Größenordnungsmäßig stimmen die hier gefundenen Werte mit den von Geiger und W. Schmidt angegebenen Zahlen überein.

Die Temperaturwerte des 26. Juli 1935 lassen nun noch eine Untersuchung über den Temperaturgang in den verschiedenen Schichten zu. Es kann sich bei einer solchen Untersuchung weniger um die Diskussion des täglichen Ganges handeln, weil für eine solche Diskussion zweckmäßiger Stundenwerte und größere Zeitabschnitte als nur ein einziger Tag benutzt werden. Es kommt vielmehr darauf an, die Minutenwerte etwa einer Periodenanalyse zu unterwerfen, um Regelmäßigkeiten im Temperaturgang aufzufinden. Dabei ist zu beachten, daß die Angaben eines Punktschreibers nur Auswahlwerte aus der gesamten Temperaturkurve liefern. Man kann zunächst einmal den Einfluß momentaner Temperaturänderungen dadurch abschwächen, daß man in den Kurvenbildern der Ausgangswerte alle Spitzen abschneidet. Auf den Kurvencharakter haben bei den folgenden Untersuchungen diese durch Luftschlieren hervorgerufenen Schwankungen keinen erheblichen Einfluß; sie verwischen nur die großen Züge des Temperaturganges. Man erreicht mit der Glättung der Kurven nach der Formel $(a + 2b + c) : 4$, daß jeder Einzelwert mit seinem Nachbarn eine direkte Beziehung eingeht, denn in jedem der nach der Glättung entstehenden Werte stecken Teile der ihn umgebenden Temperaturwerte mit darin. Diese geglätteten Kurven geben die großen Linien des Temperaturganges schon genügend deutlich wieder; kurze Temperaturschwankungen sind aus ihnen entfernt worden.

Es wäre denkbar, daß eine dominierende Temperaturschwankung von weniger als einer Minute Dauer in den Minutenwerten der Temperatur eine längere Abweichung vortäuscht. So könnte etwa eine 48-Sekunden-Schwankung im Material der Minutenwerte eine 4-Minuten-Periode erscheinen lassen, wie man sich an Hand einer kurzen Skizze leicht klar machen kann. Eine 52-Sekunden-Schwankung würde eine 7-Minuten-Periode vortäuschen usw. Um ganz sicher zu gehen, müßte man der Analyse eine kontinuierliche Temperaturregistrierung zu Grunde legen. Es ist aber augenscheinlich, daß schon geringe Änderungen der ca. 50-Sekundenschwankung große Veränderungen der Scheinperioden von mehreren Minuten Dauer nach sich ziehen würden. Es ist aber unwahrscheinlich, daß gleichzeitig eine 48- und eine 52-Sekunden-Periode existieren können, denn Schwankungen von nur 4 Sekunden Dauer in der Periodenlänge sind sicher möglich. Im Minutenmaterial würde sich dann sicher nur eine mittlere Scheinperiode finden lassen. Wenn also im folgenden für bestimmte Periodenlängen ausgeprägte Häufigkeitsmaxima auftreten, so darf angenommen werden, daß es sich nicht um die skizzierten Scheinperioden handelt.

Um einen Einblick in den Temperaturgang dicht über dem Erdboden (2 cm Höhe) zu geben, wurden in die Abbildung 7 die bei der Analyse errechneten Temperaturwerte für die Mittagszeit eingetragen. Das Ausgangsmaterial liefert die Kurve 1 (Minutenwerte, dem 6-fach-Schreiber entnommen). Die Kurve 2 stellt die geglätteten Werte für dieselbe Zeit dar. Das der Kurve 2 zugrunde liegende Material wurde nunmehr der Periodenanalyse unterworfen.

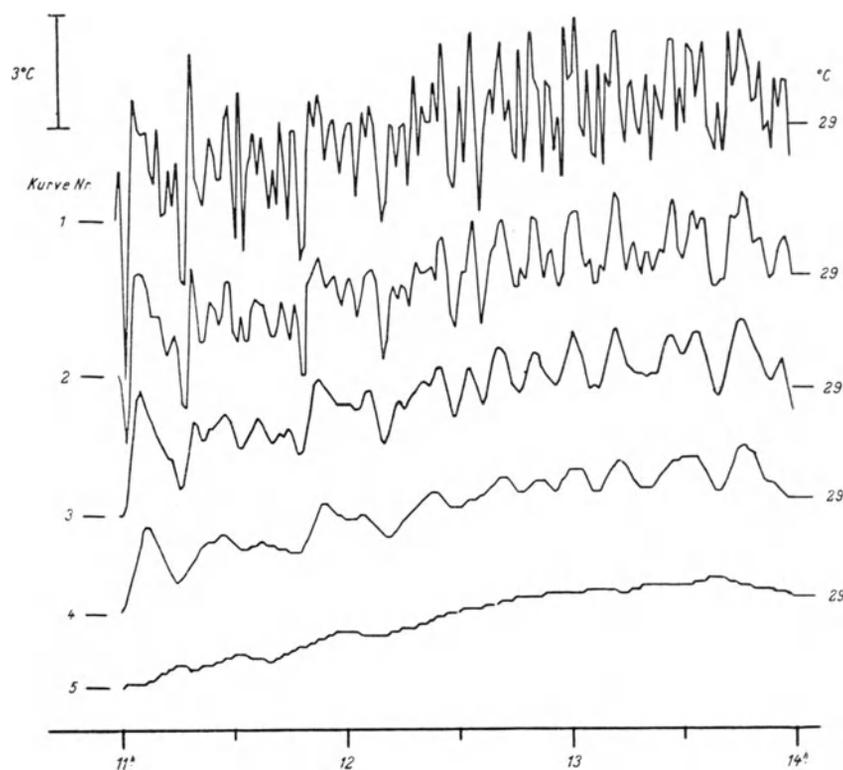


Abb. 7. Temperaturgang in 2 cm Höhe über dem Erdboden über nacktem Acker am 26. Juli 1935. (Kurve 1: Minutenwerte der Temperatur nach den Angaben des Sechsfachschreibers; Kurve 2: Diese Werte nach der Formel $(a + 2b + c) : 4$ geglättet; Kurve 3: 4-Minutenmittel aus den geglätteten Werten; Kurve 4: 7-Minutenmittel aus den Werten der Kurve 3; Kurve 5: 20-Minutenmittel aus den Werten der Kurve 4; Rechts die Temp. von 29° C für jede Kurve.)

Die Analyse kann auf verschiedene Art durchgeführt werden. Bei den Wellenuntersuchungen wird sehr häufig die harmonische Analyse angewandt. Dabei wird vorausgesetzt, daß die zu untersuchende Schwingung fast harmonischen Charakter hat und vor allem eine fast konstante Periodenlänge besitzt. Temperaturschwankungen, die sich in der bodennächsten Schicht abspielen, werden wahrscheinlich diese Voraussetzung nicht erfüllen. Die Periodenanalyse darf also nicht auf diese Annahme gegründet werden. Die Periodenlänge wurde daher auch nur durch Auszählen der relativen Maxima ermittelt, wie das Defant¹⁾ und Preusche²⁾ für die Niederschlagsperioden der gemäßigten Zonen der Erde mit der Methode der übergreifenden Mittelbildung getan haben. Aus den Temperaturwerten wurde zunächst überschlagsmäßig die Schwankungsdauer bestimmt. Ein bloßes Auszählen der Maxima und die Division der Zahl der untersuchten Minuten durch die Anzahl der Maxima würde die Periodenlänge nur ungenau wiedergeben. Durch die Überlagerung mehrerer Schwingungen können zudem Extreme unterdrückt werden. Es dürfte also richtiger sein, die häufigste Periode als Periodenlänge anzusehen. So wurde jeweils eine Häufigkeitsverteilung der Einzelperioden, d. h. der Zeitabstände zweier aufeinanderfolgender Maxima, aufgestellt. Durch übergreifende Mittelbildung über das Zeitintervall der häufigsten Periode wird dann der Temperaturrhythmus aus dem untersuchten Material entfernt und durch den Vergleich der neuen Wertereihen mit den Ausgangswerten die Schwankung rein dargestellt. Die Werte der reinen Schwankung dienen dann zur endgültigen Festlegung der Periodenlänge, indem wieder eine Häufigkeitsverteilung aufgestellt wird. Diese endgültige Verteilung ermöglicht eine klare Festlegung der Schwankungsdauer.

Zuerst wurden die geglätteten Werte einer solchen Analyse unterworfen. Tabelle 11 a gibt die Zusammenfassung der Auszählung all der Stunden für die einzelnen Höhen wieder. Sie zeigt ein Maximum der Häufigkeit bei 4 Minuten. Die Elimination dieser Schwankung gelingt mit den 4-Minutenmitteln. Die Differenz dieser Mittel gegen die Ausgangswerte liefert dann die reine 4-Minuten-Schwankung. Erst mit diesem Zahlenmaterial läßt sich die Periodenlänge richtig abschätzen. In der Tabelle 11 b ist das Analysenergebnis wiedergegeben worden. Der häufigste Wert liegt wieder bei 4 Minuten. Das Mittel (Zeitintervall: Anzahl der Extreme) bei 4.2 Minuten. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die Periodenlänge

1) Defant, Die Veränderung in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre in den gemäßigten Breiten der Erde. Wiener Sitzungsber. 121. 1. 1912,

2) Preusche, Über Niederschlagsperioden in den gemäßigten Zonen der Erde. Diss. Leipzig, 1934.

Tabelle 11.

a. Häufigkeit der verschiedenen Perioden (Zeitabstände zweier aufeinanderfolgender Maxima) in den geglätteten Minutenwerten der Temperatur am 26. 7. 35 in der Zeit vom 7h—18h.

b. Häufigkeit der verschiedenen Perioden in den Werten der reinen 4-Minuten-Schwankung am 26. 7. 1935 in der Zeit von 7h—18h. (Zeitabstände aufeinanderfolgender Maxima).

Höhe in cm \ Periode in Minuten	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	7	20	22	25	10	13	6	5	3	2	1	1	—	—	10	50	41	27	10	6	3	—	—	1
5	5	20	24	20	21	13	7	1	3	—	—	1	—	1	10	39	45	25	20	6	1	1	—	—
10	3	30	19	14	23	7	8	9	3	—	—	—	—	—	7	46	40	22	14	11	4	1	—	—
20	3	23	24	20	12	15	9	4	2	2	1	—	—	—	2	38	48	26	15	10	2	—	—	—
30	5	20	25	19	18	8	4	8	3	—	—	—	2	—	10	40	46	29	19	3	1	2	—	—
50	8	22	29	21	9	10	6	5	3	1	1	1	1	—	9	39	39	27	12	11	3	1	—	1
Alle Höhen	31	135	143	119	93	66	40	32	17	5	3	3	3	1	48	252	259	156	90	47	14	5	—	2

3-Minuten fast ebenso häufig ist wie die Periode 4-Minuten. Es wird richtig sein, wenn man unter der 4-Minuten-Schwankung eine von 3 bis 4 Minuten Dauer versteht.

Trägt man die Restwerte dieser Analyse in die Abbildung 7 ein, so entsteht die Kurve 3. Auch in diesem Material scheint noch ein Temperaturrhythmus zu stecken. Tabelle 12 a gibt die Häufigkeit

Tabelle 12.

a. Häufigkeit der verschiedenen Perioden in den 4-Minuten-Mitteln der Temperatur am 26. 7. 1935 in der Zeit von 7h—18h.

Höhe in cm \ Periode in Minuten	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	29	
2	1	1	2	1	3	6	3	6	3	3	3	1	1	4	1	1	2	1	1	—	—	—	—	1	—
5	1	—	2	—	3	2	7	4	11	2	7	2	3	2	3	1	3	1	1	—	2	3	1	—	—
10	1	—	2	—	2	4	5	2	2	3	2	4	9	2	4	—	7	—	2	3	2	1	1	3	—
20	—	—	1	2	—	2	3	2	2	7	4	6	4	4	7	4	2	3	3	1	1	—	1	—	—
30	—	—	1	1	2	—	3	3	4	3	2	3	4	4	4	3	4	4	2	4	1	2	2	—	1
50	—	—	1	—	1	4	3	5	3	3	5	3	4	3	2	5	2	1	1	1	2	3	5	2	1
Alle Höhen	3	—	4	4	8	2	14	18	29	17	31	20	28	21	26	19	23	10	17	13	7	9	10	12	9
Auf ganze Minuten umgerechnet:	3	6	11	24	46	44	48	46	37	28	18	19	17	12	13	4	2	1	2	1	—	—	1	1	

b. Häufigkeit der Perioden in den Werten der reinen 7-Minuten-Schwankung am 26. 7. 1935 in der Zeit von 7h—18h.

Höhe in cm \ Periode in Minuten	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13												
2	1	1	1	1	3	3	5	8	11	10	15	3	6	2	7	1	2	—	2	1	—	2	1	
5	1	—	1	—	4	5	6	4	8	14	15	7	6	7	5	3	1	—	1	—	—	1	—	
10	—	3	1	3	—	1	7	7	13	7	7	3	13	3	5	4	2	2	1	1	1	1	2	—
20	1	—	1	1	4	2	8	5	7	10	8	7	12	4	2	2	2	2	3	1	1	—	1	—
30	3	1	1	—	3	3	6	3	15	4	8	5	7	2	5	3	5	4	2	3	—	—	1	—
50	1	2	6	1	1	6	10	9	5	11	12	11	2	4	2	1	4	2	3	—	1	—	—	—
Alle Höhen	7	7	11	6	15	20	42	36	59	56	65	36	46	22	26	14	16	10	12	6	3	5	3	3
Auf ganze Minuten umgerechnet:	10	17	28	70	105	111	75	44	28	20	8	5												

In der linken Hälfte sind die zu jeder vollen Minute a gehörenden Häufigkeiten zusammengefaßt. Rechts die zu a + 0.5 gehörenden.

der einzelnen Perioden an. Das Maximum der Verteilung liegt bei 7 Minuten. Diese Schwankung wurde mittels der 7-Minuten-Mittel eliminiert und rein dargestellt. Aus den Werten der reinen 7-Minutenschwankung erhält man dann die Häufigkeitsverteilung der Tabelle 12b wieder mit dem Maximum bei 7 Minuten. Der Vergleich der Tabelle 12 a und b miteinander lehrt, wie stark die Häufigkeitsverteilung der reinen Periode von der aus den Ausgangswerten (hier den Restwerten der 4-Minuten-Schwankung) ermittelten abweichen kann.

Die Restwerte II (Werte nach der Elimination der 7-Minuten-Schwankung) sind in der Abbildung 7 als Kurve 4 eingezeichnet worden. Auch sie wurden einer weiteren Analyse unterworfen. Da aber mit zunehmender Periodenlänge bei gleichgroßem Ausgangsmaterial die Anzahl der Perioden abnimmt, so mußte von der Aufstellung einer zusammenfassenden Tabelle nach Art der Tabelle 11 und 12 abgesehen

Tabelle 13. Häufigkeit der verschiedenen Perioden in den 7-Minuten-Mitteln am 26. 7. 1935. (Zusammenfassung aller Höhen für jede Stunde).

Zeit \ Perioden in Minuten	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19														
7h-8h	—	—	—	—	I	—	—	—	I	—	—	I	—	—	I	—														
8h-9h	—	—	—	—	—	I	I	—	2	—	I	—	—	—	2	I														
9h-10h	—	—	—	—	—	—	I	2	—	—	I	—	—	—	—	I														
10h-11h	—	—	—	—	I	—	2	2	2	I	—	—	I	—	—	I														
11h-12h	—	—	—	—	I	2	I	2	—	—	I	—	3	I	2	I														
12h-13h	I	—	I	I	I	I	3	—	I	—	2	I	I	—	—	I														
13h-14h	—	—	—	I	—	I	2	—	I	—	2	I	—	I	—	I														
14h-15h	—	—	—	I	—	—	I	—	2	—	2	I	I	2	—	3														
15h-16h	—	—	—	I	—	I	4	I	2	—	I	I	3	3	I	I														
16h-17h	—	—	—	—	—	—	I	I	2	I	I	I	3	2	I	I														
17h-18h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	I	—	2	I														
Alle Zeiten	I	—	I	2	2	4	3	4	10	11	10	5	6	9	4	6	8	13	13	13	5	7	6	3	6	3	4	6	4	
Auf volle Minuten abgerundet	—	—	—	3	6	10	21	13	14	12	23	22	12	8	7	10														

Zeit \ Perioden in Minuten	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35														
7h-8h	—	I	I	I	—	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—														
8h-9h	I	I	I	2	I	—	I	—	2	—	—	—	—	—	—	—														
9h-10h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—														
10h-11h	I	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—														
11h-12h	I	I	—	I	—	I	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—														
12h-13h	2	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—	I	I	—	—	—														
13h-14h	—	—	—	I	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—														
14h-15h	—	—	I	I	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	I	—														
15h-16h	—	—	—	—	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—														
16h-17h	—	—	—	I	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	—	—														
17h-18h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	I	2														
Alle Zeiten	2	4	I	2	3	4	3	I	4	3	I	—	I	—	I	—	2	I	—	I	—	I	—	2	—	2	—	—	—	
Auf volle Minuten abgerundet	6	4	6	5	6	6	3	I	—	I	I	2	I	—	3	I	—													

Siehe auch Unterschrift zu Tabelle 12.

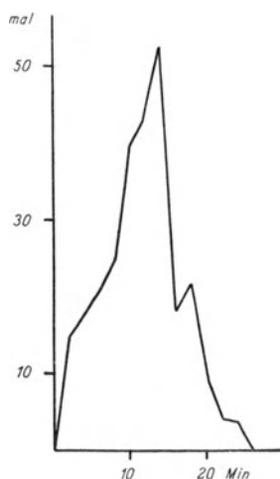


Abb. 8. Periodogramm der 15-Minutenschwankung nach den Differenzen; 7-Minutenmittel - 20-Minutenmittel für den 26. Juli 1935.

werden. Es ist auch zu erwarten, daß die Festlegung der Schwankungsdauer nicht mehr so gut möglich sein wird wie bei den kürzeren Perioden. In der Tabelle 13 sind daher die Häufigkeiten für die einzelnen Stunden getrennt aber über alle Höhen zusammengefaßt eingetragen worden. Man kann aus dieser Verteilung etwa auf eine 14-Minutenschwankung schließen. In den Morgenstunden scheinen auch Perioden von 20 Minuten Dauer aufzutreten. Es wurde daher versuchsweise die Bildung von 20-Minutenmitteln vorgenommen. Die reine „20-Minutenschwankung“ zeigt die in der Tabelle 14 dargestellte Verteilung mit einem Maximum bei 15 Minuten. Daneben bestehen noch sekundäre Maxima. Zur möglichst genauen Bestimmung der Schwankungsdauer wurden die Häufigkeiten zweier Perioden zusammengefaßt und die Verteilungskurve in der Abbildung 8 dargestellt. Die Kurve zeigt ein ausgeprägtes Maximum bei 14/15-Minuten. Um einen weiteren Einblick in den Aufbau dieser Schwankung zu bekommen, wurden die Verteilungskurven für je zwei aufeinanderfolgende Stunden des Tages gezeichnet (Abbildung 9). Eine ausgeprägte Viertelstundenperiode ist nur in der Zeit von 10^h-16^h vorhanden. Ihre Länge beträgt 10, 11 und

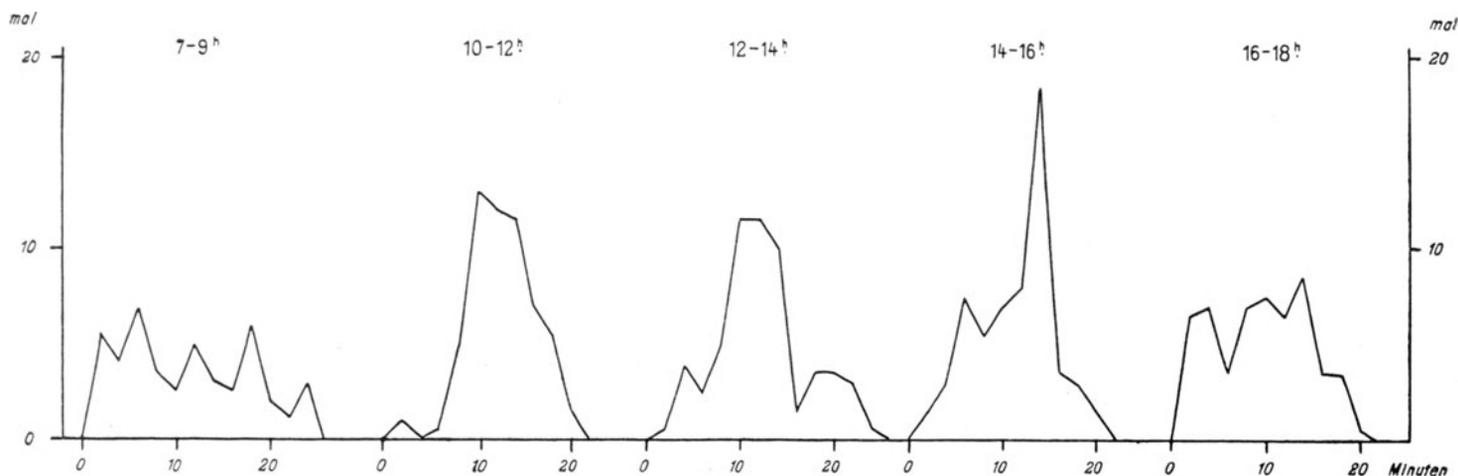


Abb. 9. Periodogramm der 15-Minutenschwankung der Temperatur für die verschiedenen Tagesstunden des 26. Juli 1935. (Je 2 Stunden zusammengefaßt).

14 Minuten in der Zeit von bzw. 10^h–12^h, 12^h–14^h und 14^h–16^h. Vorher und nachher ist kein Maximum in der Häufigkeitsverteilung vorhanden. Mit der Periode von etwa einer Viertelstunde ist der Anschluß an die in der Segelfliegerei bekannte Aufwindperiode derselben Dauer hergestellt. Die Beschränkung der Periode auf die Mittags- und frühen Nachmittagsstunden entspricht wohl durchaus den Erfahrungen der Segelflieger. Die Häufigkeitsverteilung liefert eine 15-Minuten-Periode; die Analyse wurde jedoch mit 20-Minutenmitteln durchgeführt. Man könnte annehmen, daß eine 15-Minuten-Mittelung eine andere Restkurve und damit eine andere Verteilung der Extreme ergäbe. Für die Zeit von 11^h–13^h wurden deshalb außerdem noch die 15-Minutenmittel bestimmt und die 15-Minuten-Schwankung rein dargestellt. Dabei zeigte sich, daß die Unterschiede zwischen der 15-Minuten-Mittelung und den 20-Minutenmitteln recht klein sind, daß man also mit beiden Verfahren zu demselben Ergebnis kommt.

Tabelle 14. Häufigkeit der verschiedenen Perioden in den Werten der reinen „20-Minuten“-Schwankung. (Zusammenfassung aller Höhen für jede Stunde).

Zeit \ Periode in Minuten	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																							
7h–8h	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2																						
8h–9h	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1																						
9h–10h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
10h–11h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	1	3	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1																						
11h–12h	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1																						
12h–13h	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
13h–14h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
14h–15h	1	1	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
15h–16h	1	1	1	1	1	1	1	1	5	2	1	2	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1																						
16h–17h	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1																						
17h–18h	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																						
Alle Stunden . . .	2	6	5	4	6	3	4	6	3	6	4	10	4	4	9	10	9	10	9	11	10	13	10	8	12	13	14	11	16	10	5	2	3	6	6	5	5	4	1	1	1	1	1	1	1	3
Auf ganze Minuten abgerundet . . .	5	10	9	8	9	12	11	14	9	20	20	22	26	26	11	7	11	10	7	2	2	2	2	3																						

Nach der Festlegung der Perioden konnte an Untersuchungen über die Struktur der verschiedenen Temperaturschwankungen gegangen werden. Man benutzt dazu zweckmäßig die reinen Perioden. Bei der Verarbeitung ist noch zu beachten, daß die Werte für die verschiedenen Höhen jeweils um 1/6 Minuten gegeneinander verschoben sind. Es liegt daher der zur Minute a gehörende Temperaturwert der 6. Meßstelle nur 10 Sekunden vor dem zur Minute (a+1) gehörenden Wert der 1. Meßstelle. Um Temperaturhöhen-Kurven für die einzelnen Minuten zeichnen zu können, müßte man alle Werte erst auf die Zeit 00-Sekunden interpolieren. Diese Reduktion wurde durch das Zeichnen von Thermo-Isoplethen erreicht, aus denen dann die Zustandskurven entnommen wurden. Die Zustandskurven geben dann ein ver-

nünftigeres Bild des Temperaturzustandes der untersuchten Luftsäule als solche, die durch rechnerische Interpolation bestimmt werden können. Sie enthalten zwar diese Interpolation, berücksichtigen dazu aber noch den Vertikalaufbau der Temperatur. Mehr als eine qualitative Abschätzung der Verhältnisse lassen diese Zustandskurven aber nicht zu.

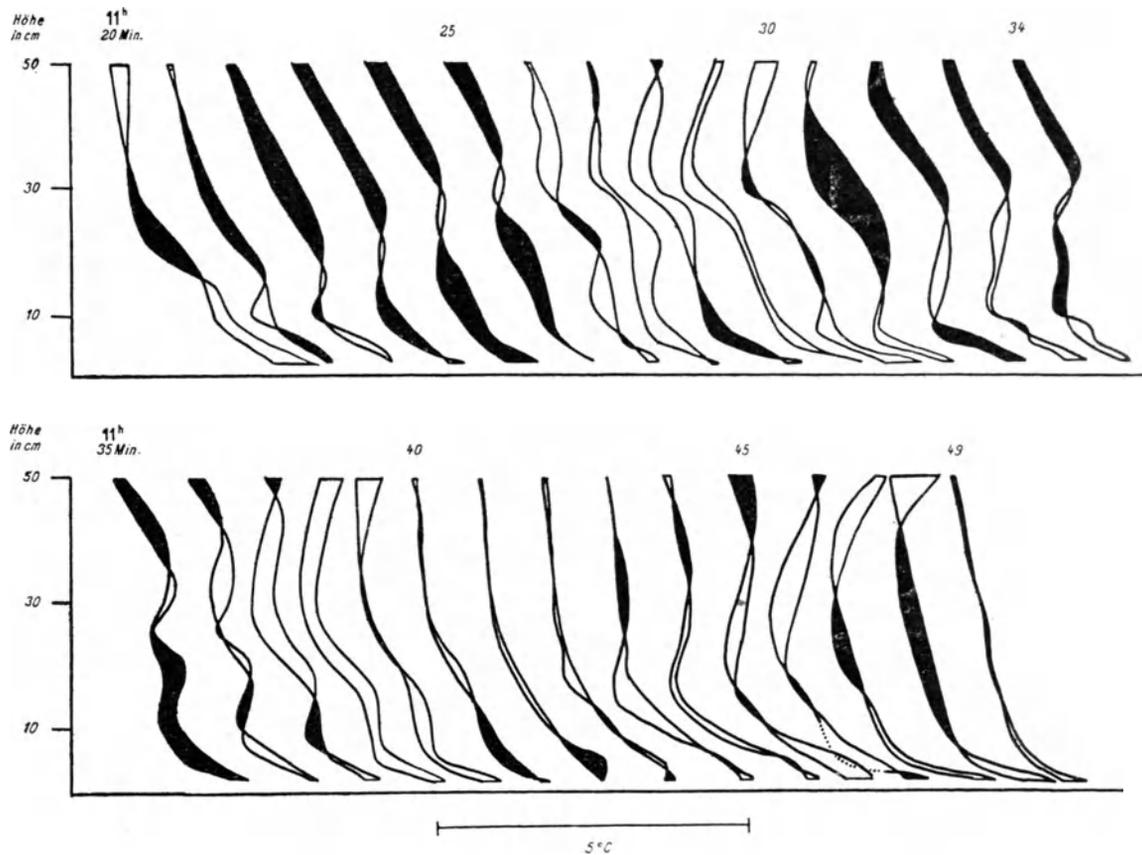


Abb. 11. Zustandskurven der Temperatur, dem Isoplethenbild der geglätteten Werte (Abb. 10) entnommen.

Die Strukturanalyse der Perioden wurde mit der 4-Minuten-Schwankung begonnen. Dabei stellte sich heraus, daß aus den Werten der reinen Periode kein vernünftiges Isoplethenbild entworfen werden konnte. Das ist durchaus verständlich, liegen doch für diese Schwankung jeweils nur 4 Werte vor. Man hätte in die Isoplethendarstellung alles hineinpacken können, wozu gerade ein Bedürfnis vorlag. Ein klareres Bild vermittelt in diesem Falle das Isoplethenbild aus den geglätteten Werten. Bei dem ist man durch die absolute Höhe der Temperatur eher in der Lage zusammengehöriges herauszufinden (Abb. 10). Nach den von Grad zu Grad gezeichneten Isothermen wurden die Zustandskurven bestimmt. Je zwei aufeinanderfolgende Temperatur-Höhen-Kurven, die zeitlich jeweils eine Minute auseinander liegen, können dann miteinander verglichen werden (Abbildung 11). In dieser Abbildung bedeutet schwarz, daß es in der folgenden Minute wärmer, weiß, daß es in der folgenden Minute kälter ist als vorher in der gleichen Höhe. Das Aufwärtswandern der schwarzen Flächen ist für die 20.–25. und 31.–37. Minute deutlich zu erkennen. Für Weiß sieht man diese Bewegung in der 20.–30., 30.–39. und 43.–49. Minute. Aus der Abbildung 11 folgt nunmehr, daß auch die Verwendung der geglätteten Werte nichts über den Charakter der 4-Minutenschwankung erkennen läßt, daß sich vielmehr ganz deutlich die nächste Periode von etwa 7-Minuten herauschält. Man muß also darauf verzichten, an Hand des Minuten-Materials Aussagen über die 4-Minuten-Schwankung zu machen.

Nunmehr kann zu Betrachtungen der 7-Minuten-Periode übergegangen werden. Die Isoplethen der reinen Schwankung sind in der Abbildung 12 dargestellt worden. Die zugehörigen Zustandskurven zeigt die Abbildung 13. Beim Vergleich der Abbildungen 11 und 13 erkennt man, daß beide in den Grundzügen übereinstimmen, daß also die 4-Minuten-Periode, wenn sie überhaupt reell ist, schon im Isoplethenbild der geglätteten Werte vollständig unterdrückt wird. Die Zustandskurven der Abbildung 13 geben einen Anhaltspunkt über den Ablauf der 7-Minuten-Schwankung. Wenn auch die Größe der schwarzen und weißen Flächen keine quantitativen Aussagen zuläßt, so kann man aus ihnen doch eine gewisse Regel-

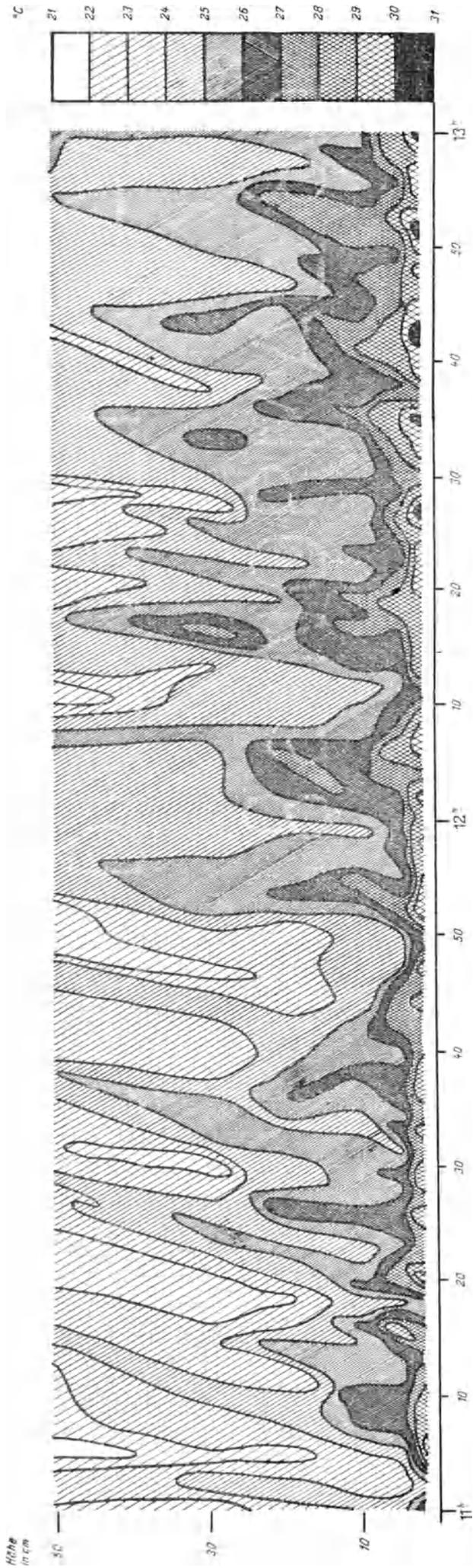


Abb. 10. Isoplethen der Temperatur über nacktem Ackerboden in den Mittagsstunden des 26. Juli 1935 nach den geglätteten Temperaturwerten.

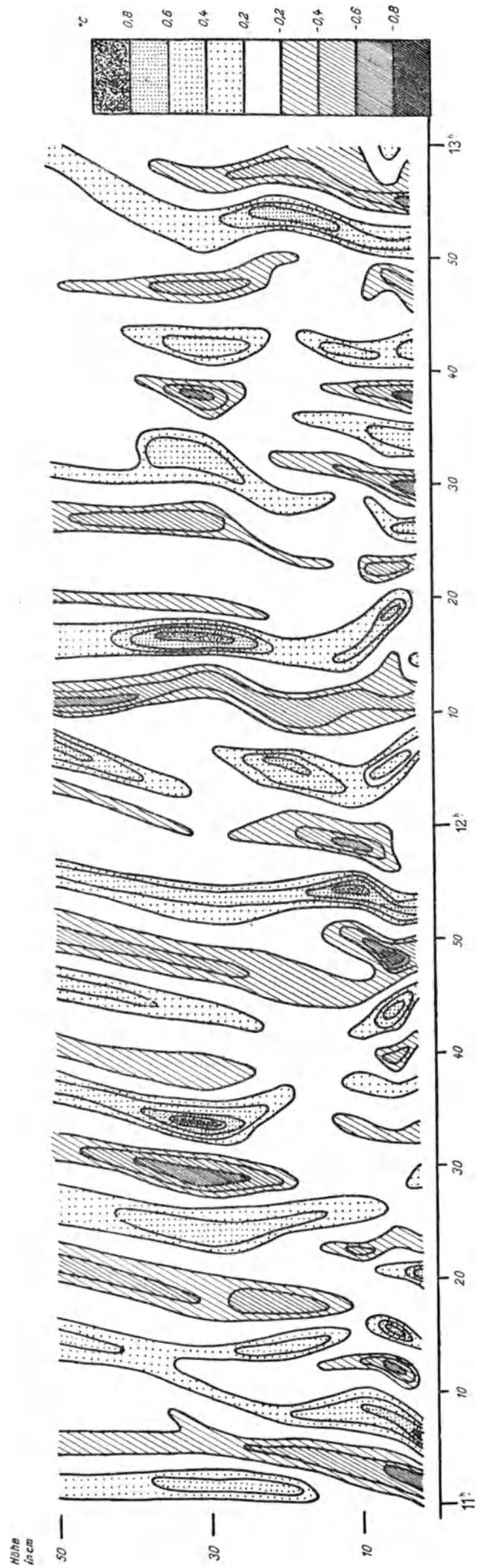


Abb. 12. Thermo-Isoplethen der reinen 7 Minutenschwankung der Temperatur am 26. Juli 1935. (Zustandsbild der Schwankung; die Nulllinie wurde weggelassen.).

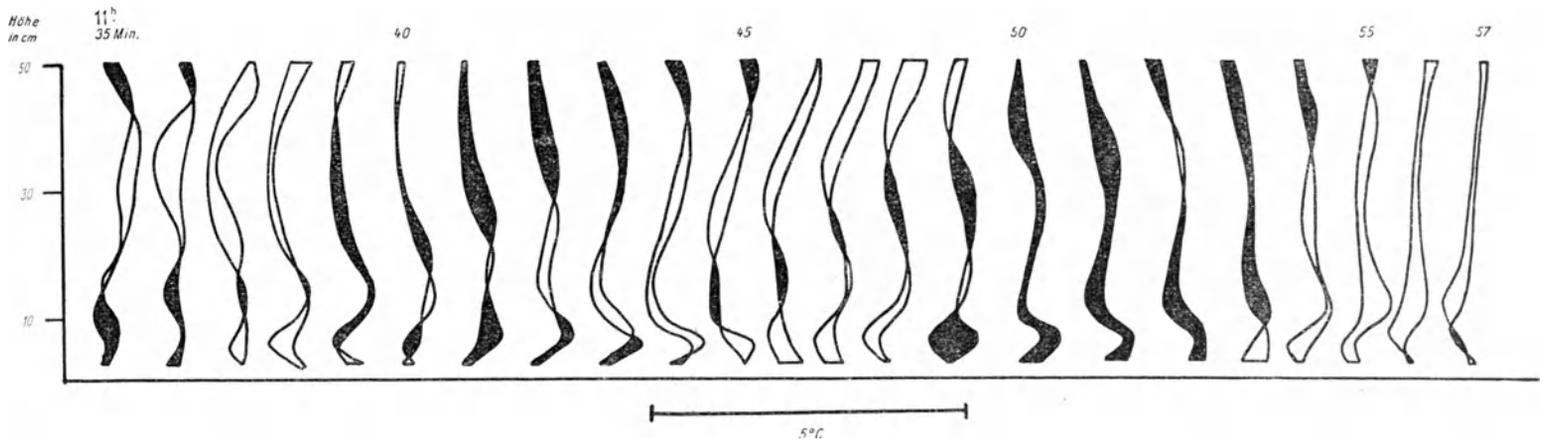


Abb. 13. Zustandskurven der 7-Minuten-Schwankung.

mäßigkeit erkennen. Es wandern beispielsweise die schwarzen Flächen aus dem Bereich des bodennächsten halben Meters hinaus, sie steigen langsam in die Höhe. (Z. B. Temperaturzunahme (schwarz): 38.–45. Minute, Temperaturabnahme (weiß): 35.–40. und 43.–49. Minute.) Dieses Aufsteigen der Warmluft und der Wechsel mit kühleren Luftmassen ist deutlich zu erkennen, er wiederholt sich auch, sodaß man die 7-Minuten-Schwankung durch ein periodisches Aufsteigen wärmerer Bodenluft erklären kann. Die Hauptschwankung ist dabei auf die bodennächsten Zentimeter und auf die Höhen über etwa 15 cm Abstand vom Erdboden beschränkt. In der Zone von 10 bis 20 cm liegen keine ausgeprägten Extreme. Es ist möglich, daß sich hier der Übergang von der direkt vom Boden her beeinflussten bodennahen Grenzschicht im Sinne Geigers und der bodennahen Oberschicht vollzieht. Zur genaueren Untersuchung gerade dieser Schicht müßten zweckmäßig kontinuierliche Registrierungen vorgenommen werden. In der Abbildung 12 ist das Aufsteigen der erwärmten Bodenluft nicht so deutlich zu sehen wie in der Abbildung 13, weil, um die Zeichnung nicht zu überlasten, die Nulllinie weggelassen worden ist.

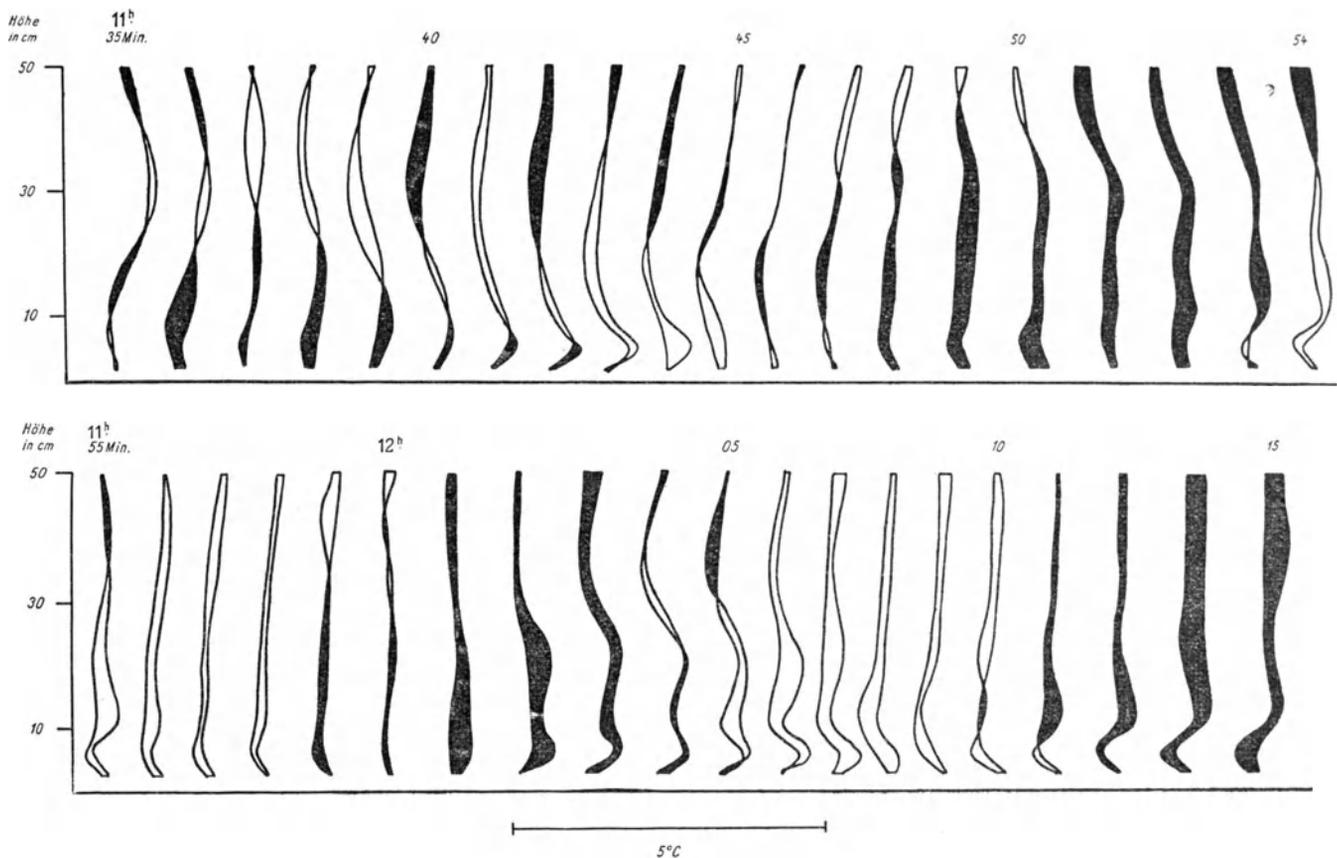


Abb. 15. Zustandskurven der 15-Minuten-Schwankung. (Vergleich zweier aufeinanderfolgender Minuten. Schwarz = wärmer, weiß = kälter als in der Minute vorher.)

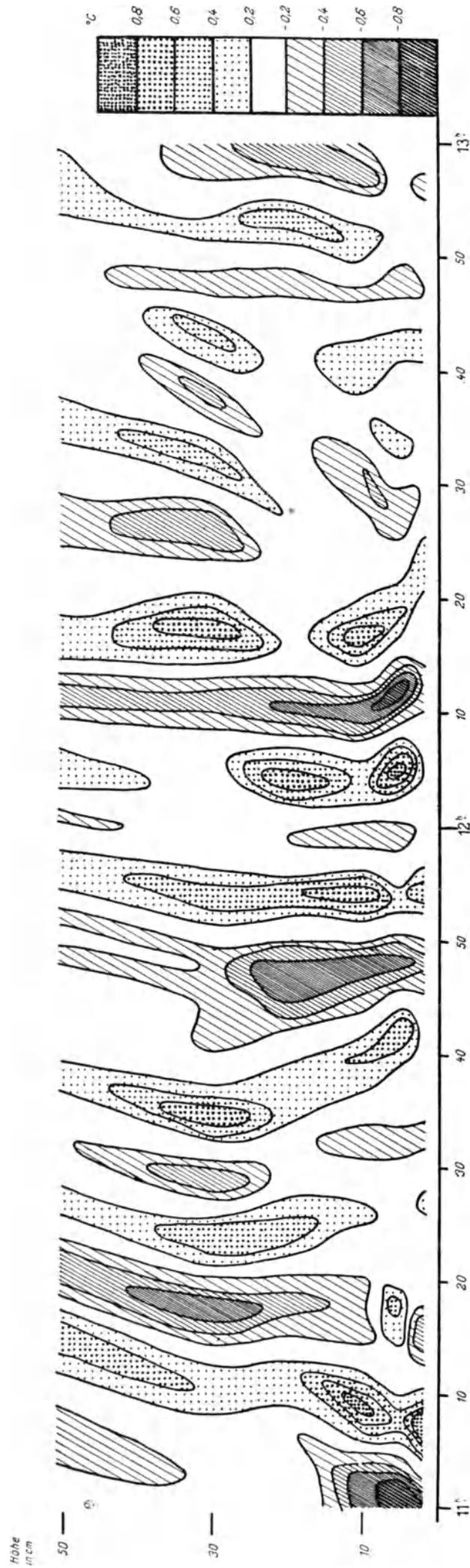


Abb. 14. Thermo-Isoplethen der reinen 15-Minuten-Schwankung. (Zustandsbild der 15-Minutenschwankung; die Nulllinie wurde weggelassen.)

Einen wesentlich anderen Eindruck vermitteln die Isoplethen und Zustandskurven der 15-Minuten-Schwankung (Abbildung 14 und 15). Während in der Isoplethendarstellung der 7-Minuten-Periode die + und - Felder nicht senkrecht standen, sondern etwas geneigt waren, so kann man eine solche Neigung bei der 15-Minuten-Schwankung nicht feststellen. Auch der verhältnismäßig geschlossene Aufbau des Isoplethenbildes verschwindet zum größten Teil. Besonders deutlich tritt der Unterschied in den Zustandskurven zu Tage. Von einem Aufwärtswandern der Warm- und Kaltluftbereiche läßt sich in der untersuchten Luftsäule nichts feststellen. Es folgen praktisch nur völlig schwarze und völlig weiße Felder einander. Das bedeutet: die gesamte Luftschicht von einem halben Meter Dicke erwärmt sich und kühlt sich dann wieder ab. Dieser Unterschied zur 7-Minutenperiode ist nicht durch die Darstellung von Zustandskurven mit Minutenabstand vorgetäuscht, auch der Vergleich der 2-Minuten-Abstände (das entspricht den Minutenabständen der 7-Minuten-Schwankung) zeigt diesen plötzlichen Wechsel. Es kann daher festgestellt werden, daß die Viertelstundenperiode im bodennächsten halben Meter in allen Höhen gleichzeitig einsetzt, jedenfalls gleichzeitig in den Grenzen der Meßgenauigkeit dieser Untersuchung. Sie dürfte einen größeren Wirkungsbereich haben als die 7-Minuten-Periode. Vielleicht ist das auch der Grund, weshalb man in der Segelfliegerei gerade auf diese Schwankung aufmerksam geworden ist, während von einer kürzeren Periode fast nichts bekannt ist. Es wäre nunmehr interessant, diese Schwankungen der Temperatur bis in größere Höhen zu verfolgen. Bei der Verwendung von Drachen oder Ballonen zum Tragen der Kabel und Thermometer dürfte das sicher möglich sein.

IV. Temperaturbeobachtungen über freiem Ackerland im Vergleich mit denen in einem Topinamburbestand.

Eine Erweiterung erfahren die Untersuchungen des Strahlungstages vom 26. Juli 1935 durch die Beobachtungen des Temperaturverlaufes über nacktem Ackerboden vom August desselben Jahres. Im gleichen Monat wurden auch die Untersuchungen in einem Topinamburbestand angestellt, über die bereits berichtet wurde¹⁾.

Das Meßgelände bestand aus einer ebenen fast horizontalen Fläche von etwa 2500 qm, die nur an einer Ecke etwas geneigt war. Diese Fläche lag am Rande eines größeren etwa 50 Morgen umfassenden Plateaus. Die Meßgeräte waren Nickel-Widerstandsthermometer mit Glashalterung, deren Konstanz in den Sommermonaten gerade noch ausreichend war¹⁾. Die Auswertung der Registrierungen erfolgte nach 10-Minuten-Extremen, die zu den oben diskutierten Näherungsmitteln, also zu Stundenmitteln zusammengefaßt wurden. Das Meßgerät war ein Kreuzspul-Sechsfach-Schreiber. Außerdem wurde die Bandbreite der Temperatur für die verschiedenen Höhen und Stunden bestimmt. Die Errechnung eines Monatsmittels der Temperatur war schwierig, weil für einige Tage infolge Nacheichung der Thermometer und infolge Bruches der Meßgeräte keine Aufzeichnungen vorhanden waren: In Tabelle 20 sind die Stundenmittel der Temperatur angegeben worden. Die in der Tabelle 15 mitgeteilten Monatsmittel sind Mittelwerte aus den vollständig vorhandenen 24 Tagen. Für einige Meßhöhen machte sich zudem noch eine Reduktion auf volle 24 Tage nötig, weil jeweils ein Teil ausfiel. Durch Vergleich der 24-Tagemittel mit den 23-Tagemitteln ist diese Reduktion leicht durchzuführen.

Tabelle 15. Stundenmittel der Temperatur in verschiedenen Höhen über nacktem Acker im August 1935. Müncheberg (Mark) Meßpkt.: A (Acker, unkrautfrei).

Höhe in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Ta- ges- mit- tel	Min.	Max
	bis 1	bis 2	bis 3	bis 4	bis 5	bis 6	bis 7	bis 8	bis 9	bis 10	bis 11	bis 12	bis 13	bis 14	bis 15	bis 16	bis 17	bis 18	bis 19	bis 20	bis 21	bis 22	bis 23	bis 24			
2 . . .	13.7	13.3	12.8	12.5	12.2	12.5	14.1	16.6	19.2	21.4	23.2	24.3	25.7	26.0	25.4	24.8	23.9	22.7	20.2	18.2	16.8	15.7	14.9	14.2	18.5	11.1	28.8
5 . . .	13.7	13.3	12.8	12.5	12.2	12.5	13.9	16.1	18.8	20.6	22.2	23.2	24.5	24.9	24.5	23.9	23.3	21.9	20.2	18.2	16.8	15.7	14.9	14.2	18.1	11.1	27.6
10 . . .	13.8	13.3	12.9	12.5	12.2	12.5	13.9	16.1	18.4	20.2	21.7	22.7	23.9	24.3	24.0	23.6	23.1	21.8	20.2	18.2	16.8	15.7	14.9	14.3	18.0	11.1	26.9
20 . . .	13.8	13.3	12.9	12.5	12.2	12.5	13.9	15.9	18.1	19.9	21.2	22.2	23.3	23.7	23.5	23.3	22.9	21.7	20.2	18.0	16.8	15.8	14.9	14.3	17.8	11.1	26.1
30 . . .	13.8	13.3	12.9	12.5	12.1	12.5	13.7	15.8	17.9	19.7	21.0	21.9	23.3	23.6	23.3	23.1	22.7	21.6	20.1	18.1	16.8	15.7	14.9	14.2	17.7	11.0	25.8
50 . . .	13.7	13.3	12.8	12.5	12.1	12.4	13.7	15.6	17.6	19.3	20.6	21.6	22.5	23.0	23.0	22.8	22.4	21.5	20.1	18.2	16.0	15.7	14.9	14.2	17.5	11.0	25.2

Mittel aus 24 Werten. Fett: Mittel aus 23 Werten — auf 24 Werte reduziert.

1) M ä d e , a. a. O.

Die nächtliche Temperaturschichtung: am Boden kalt, in der Höhe warm, ist aus den Mittelwerten nicht deutlich zu erkennen. Infolge der Inkonstanz der verwandten Nickel-Thermometer scheint die Genauigkeit der Korrekptionsbestimmung für die geringen Temperaturdifferenzen der Nacht nicht ganz auszureichen. Die Temperaturunterschiede am Tage liegen außerhalb der Fehlergrenzen der Korrektion. Da es im wesentlichen nur auf einen Vergleich der Beobachtungsergebnisse dieser Meßanlage mit denen der gleichartigen Bestandsanlage (Topinambur) ankommt, so kann dieser Ungenauigkeitsfaktor mit in Kauf genommen werden. Für den Meßpunkt B (Topinambur) konnte die Korrektion genauer ermittelt werden, weil der größere Windschutz der Geräte im Bestand eine kleinere Nullpunktsverlagerung bewirkte. Schon in den Morgenstunden (6^h) beginnt die Erwärmung der bodennächsten Schichten über die höheren. Diese Übertemperierung hält dann bis 18^h an und ist am deutlichsten in den Mittagsstunden zu beobachten (Temperaturdifferenz zwischen 2 cm und 50 cm Höhe in der 13. Tagesstunde im Mittel 3.2° C). Auch die mittleren Extreme zeigen dieses Bild. Nachts herrscht fast Isothermie, dafür wird beim Maximum ein Temperaturunterschied von 3.6° C beobachtet. Der maximale tägliche Temperaturunterschied zwischen dem obersten und dem untersten Thermometer betrug 5.3 ° C am 9. August 1935.

Zum Vergleich der Bestandsbeobachtungen (Topinambur) mit denen an einer Normalstation (Ackerland) müssen gleiche Zeitabschnitte betrachtet werden. Für den Bestand liegen die Mittel für die Zeitabschnitte 10.–13. und 23.–27. August 1935 bereits vor. Für diese Intervalle wurden die Tempe-

Tabelle 16. Mittelwerte der Temperatur in verschiedenen Höhen über nacktem Acker im August 1935. Müncheberg (Mark) Meßpkt.: A (Acker, unkrautfrei). (Zusammenfassung mehrerer Tage).

Höhe in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Ta- ges- mit- tel	Min.	Max.
	bis 1	bis 2	bis 3	bis 4	bis 5	bis 6	bis 7	bis 8	bis 9	bis 10	bis 11	bis 12	bis 13	bis 14	bis 15	bis 16	bis 17	bis 18	bis 19	bis 20	bis 21	bis 22	bis 23	bis 24			
10.–13. August 1935.																											
2 . . .	16.8	16.0	15.4	14.6	14.0	15.0	17.9	20.2	23.2	25.4	26.5	27.4	28.6	28.2	26.4	26.4	25.2	23.2	21.8	19.6	18.2	17.3	16.8	16.1	20.8	12.6	31.4
5 . . .	16.8	16.0	15.5	14.6	13.9	15.0	17.8	20.0	22.6	24.3	25.4	26.2	27.2	26.8	25.7	25.4	24.6	23.0	21.7	19.6	18.1	17.2	16.8	16.1	20.4	12.5	29.8
10 . . .	17.0	16.2	15.7	14.8	14.1	15.1	17.8	19.9	22.2	24.1	25.0	25.5	26.4	26.3	25.4	25.1	24.4	23.0	21.9	19.7	18.3	17.2	17.0	16.5	20.4	12.7	29.2
20 . . .	17.0	16.2	15.6	14.9	14.1	15.0	17.6	19.6	21.9	23.4	24.4	25.1	25.8	25.7	24.9	24.7	24.0	22.8	21.8	19.8	18.2	17.3	17.0	16.5	20.1	12.6	28.7
30 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50 . . .	16.9	16.2	15.6	14.7	14.0	14.8	17.0	19.3	21.6	23.1	24.0	24.6	25.1	25.1	24.6	24.2	23.8	22.7	21.9	20.0	18.4	17.6	17.1	16.5	20.0	12.6	27.6
23.–27. August 1935.																											
2 . . .	12.8	12.4	11.9	11.4	11.1	11.3	13.0	15.4	18.6	21.4	23.5	25.3	26.7	27.3	26.4	25.2	24.1	21.9	19.9	17.6	16.4	15.4	14.5	13.9	18.2	10.5	30.1
5 . . .	12.7	12.4	11.9	11.4	11.1	11.3	12.8	14.9	17.9	21.2	22.2	23.7	25.0	25.6	25.1	24.0	23.4	21.5	19.8	17.6	16.3	15.3	14.4	13.8	17.7	10.5	28.4
10 . . .	12.8	12.5	11.9	11.5	11.2	11.4	12.7	14.7	17.4	19.8	21.5	23.0	24.2	24.9	24.4	23.8	23.3	21.4	19.8	17.6	16.4	15.3	14.5	13.9	17.5	10.5	27.4
20 . . .	12.7	12.5	12.0	11.5	11.2	11.4	12.7	14.5	17.1	19.5	21.0	22.4	23.4	24.2	24.0	23.5	23.0	21.4	19.8	17.6	16.4	15.4	14.5	13.9	17.3	10.6	26.6
30 . . .	12.8	12.5	12.0	11.5	11.2	11.4	12.5	14.4	16.9	19.1	20.8	22.1	23.5	23.8	23.8	23.3	22.9	21.4	19.8	17.7	16.5	15.4	14.6	14.0	17.2	10.6	26.3
50 . . .	12.7	12.5	12.0	11.5	11.2	11.3	12.5	14.2	16.6	18.8	20.3	21.7	22.7	23.3	23.5	23.0	22.7	21.2	19.7	17.6	16.5	15.4	14.5	13.9	17.1	10.6	25.7

raturmittel am Meßpunkt A (Acker) bestimmt; sie sind in der Tabelle 16 wiedergegeben worden. Zeichnet man aus diesen Mittelwerten die Thermoisoplethen, so ergeben sich die in der Abbildung 16 wiedergegebenen Bilder. Zum Vergleich sind die Thermo-Isoplethen des Bestandes (Topinambur) mit gezeichnet worden. Über dem Acker weist die tägliche Temperaturschichtung einen sehr hohen vertikalen Temperaturgradienten auf; im Bestand ist dieser Gradient wesentlich schwächer. Man beachte in der Abbildung 16 die Verschiedenheit der Höhenmaßstäbe. Bei der Verwendung eines einzigen Maßstabes für beide Meßpunkte würde der Gradientunterschied noch deutlicher werden. Nun ist allerdings bei den Bestandsuntersuchungen keine so gute Annäherung an die strahlende Oberfläche möglich wie bei den Messungen an der Normalstation, weil im Bestand die strahlende Oberfläche durch einen strahlungswirksamen Raum ersetzt wird. In diesem Raum könnte sehr wohl eine noch nicht erfaßte Vergrößerung des Temperaturgradienten eintreten (Die Thermometer lagen in Abständen von wenigstens 20 cm Höhenunterschied.); sie wird aber den relativen Ausgleich der Temperaturgegensätze im Bestand nicht wesentlich reduzieren können. Zur Veranschaulichung der Abschwächung der Temperaturunterschiede im Bestande wurde in der Abbildung 17 der mittägliche Temperaturgradient für beide Meßpunkte herausgezeichnet. Aus ihr ist klar zu ersehen, wie stark der vertikale Gradient im Bestand und auch über der Bestandsoberfläche als strahlungswirksamer Grenzfläche abgeschwächt wird. Die Einstrahlungsphase mit den höchsten Temperaturen an der strahlenden Oberfläche ist besonders gut über dem Acker und weniger gut über den Blättern des Topinambur

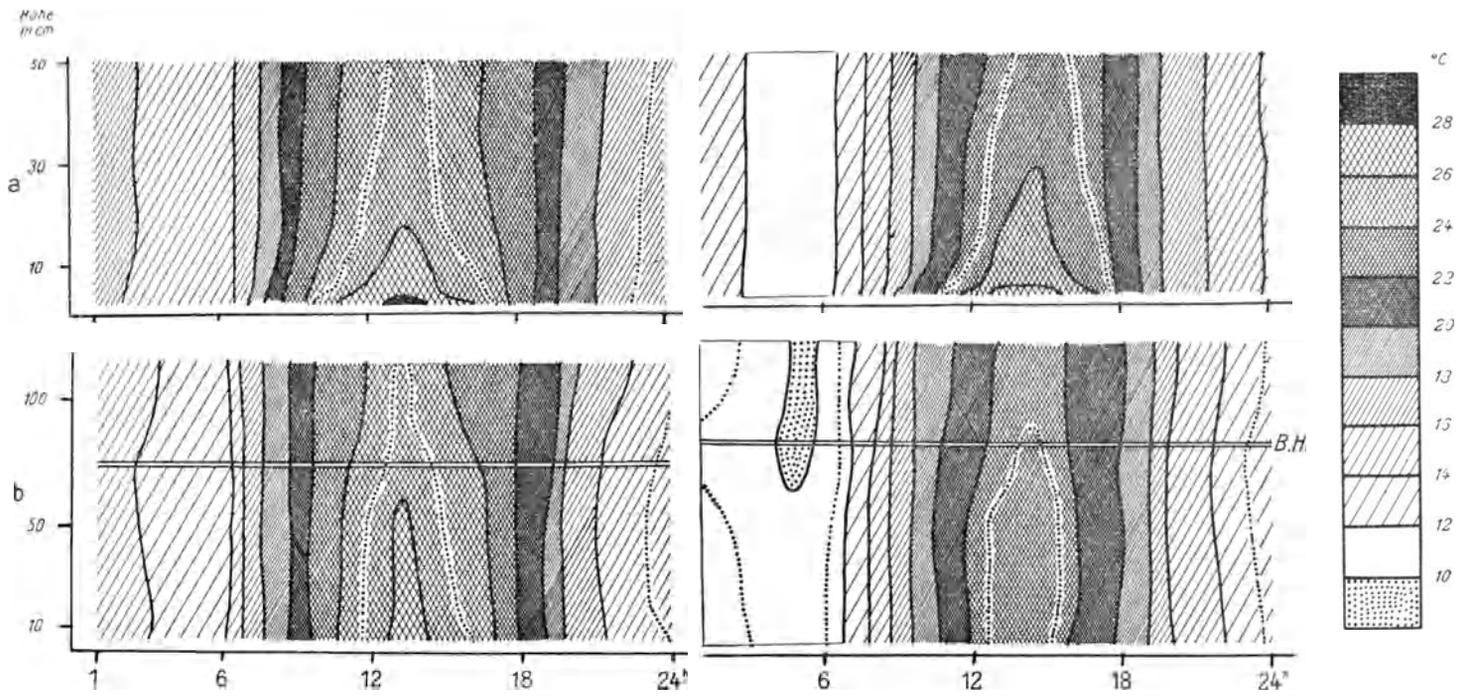


Abb. 16. Isoplethen der Temperatur über freiem Acker (a) und in einem Topinamburbestand (b) im Mittel ausgewählter Tage. Links: 10.–13. August 1935, rechts: 23.–27. August 1935. B.H. = Bestandshöhe.)

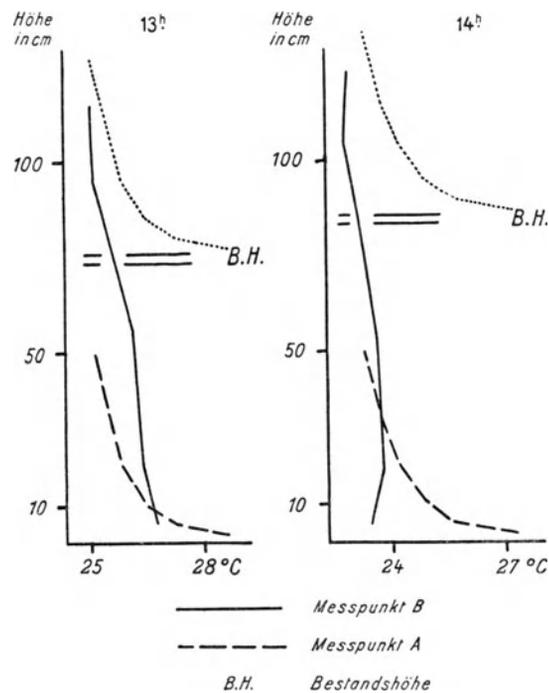


Abb. 17. Mittägliche Zustandskurven der Temperatur über nacktem Ackerboden (Meßpunkt A) und in einem Topinamburbestand (Meßpunkt B) im Mittel ausgewählter Tage. (Links Mittel für den 10.–13. August 1935 für 13^h, rechts 23.–27. August 1935 für 14^h. Die punktierte Linie stellt die bis zur Bestandshöhe gehobene Zustandskurve vom Meßpunkt A dar.)

ausgebildet. Aus der Abbildung 17 ergibt sich weiter, daß die Temperaturen in 50 cm Höhe über dem Boden am Tage tatsächlich nur geringe Unterschiede gegen die in 40 cm Höhe über dem Bestand aufweist. Zum Vergleich wurde die Kurve für den freien Acker soweit gehoben, daß der Wert für den Erdboden mit dem der Bestandsoberfläche zusammenfällt. Man sieht dann, um wieviel die Temperatur an der Oberfläche des Bestandes niedriger ist als über dem Acker. Aus der geringen Übertemperatur der Bestandsoberfläche über die Temperaturen im und über dem Bestand folgt auch, daß die Tagesmittel der Temperatur in jeder Höhe des Bestandes niedriger liegen als über dem Acker. So hat der Bestand sicher auch noch

eine bestimmte thermische Reichweite nach oben hin. Extrapoliert man die Zustandskurven unter der Annahme nach oben, daß der Temperaturgradient, wie er zwischen den beiden obersten Meßpunkten beobachtet wird, erhalten bleibt, so läßt sich die untere Grenze dieser Reichweite angeben; sie liegt in beiden Intervallen etwa bei der doppelten Höhe des Bestandes. Diese Höhe kann aber nur ein unterer Wert sein, denn der Gradient nimmt sicher nach oben hin ab, sodaß der Schnittpunkt beider Zustandskurven weiter nach oben verschoben wird.

Die Abbildung 16 zeigt für den Acker deutlich das Aufwärtswandern der Temperatur und damit die Verspätung des Tagesmaximums in größerem Abstände vom Erdboden. Im Topinambur ist eine solche Verspätung fast nicht zu beobachten. Die Extreme werden praktisch zur gleichen Zeit erreicht. Die Neigung der Isothermen gegen die Vertikale ist jedenfalls erheblich geringer, d. h. aber, daß die Verspätung praktisch verschwindet.

Tabelle 17. Mittelwerte der Temperatur in der Zeit vom 21.—31. August 1935 über nacktem Acker (Meßpkt. A) und im Topinamburbestand (Meßpkt. B) im August 1935 in Müncheberg (Mark).

Höhe in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Ta- ges- mit- tel	Min.	Max
	bis 1	bis 2	bis 3	bis 4	bis 5	bis 6	bis 7	bis 8	bis 9	bis 10	bis 11	bis 12	bis 13	bis 14	bis 15	bis 16	bis 17	bis 18	bis 19	bis 20	bis 21	bis 22	bis 23	bis 24			
Meßpkt.: A (nackter Acker).																											
2 . . .	13.1	12.7	12.2	11.8	11.5	11.6	12.9	15.3	18.2	20.5	22.4	23.9	25.4	25.6	25.4	24.7	23.9	22.0	19.9	17.3	16.3	15.2	14.4	13.9	17.9	10.6	28.4
5 . . .	13.0	12.7	12.2	11.8	11.6	11.6	12.8	15.0	17.6	19.7	21.6	22.7	24.1	24.6	24.3	23.8	23.3	21.8	19.9	17.5	16.2	15.1	14.3	13.9	17.5	10.5	27.0
10 . . .	13.0	12.7	12.2	11.8	11.6	11.6	12.7	14.8	17.2	19.3	21.1	22.2	23.4	23.8	23.9	23.5	23.1	21.7	19.8	17.5	16.3	15.1	14.3	13.9	17.4	10.4	26.4
20 . . .	13.0	12.7	12.2	11.8	11.6	11.6	12.7	14.6	16.9	19.0	20.6	21.6	22.8	23.3	23.4	23.2	22.9	21.7	19.9	17.6	16.3	15.1	14.4	13.9	17.2	10.5	25.5
30 . . .	13.0	12.7	12.2	11.7	11.5	11.6	12.6	14.4	16.8	17.8	20.4	21.4	22.7	22.9	23.2	23.0	22.9	21.5	20.0	17.6	16.4	15.1	14.3	13.9	17.1	10.5	25.3
50 . . .	13.0	12.7	12.1	11.8	11.5	11.5	12.5	14.2	16.5	17.5	20.0	21.1	22.1	22.6	22.9	22.8	22.6	21.5	19.8	17.6	16.3	15.1	14.3	14.0	16.9	10.4	24.9
Meßpkt.: B (Topinambur).																											
5 . . .	11.6	11.4	11.0	10.9	10.8	11.1	12.5	14.5	16.6	17.7	20.1	20.9	22.3	22.2	22.0	21.4	21.0	19.6	17.5	15.6	14.2	13.3	12.8	12.5	16.0	9.5	24.2
20 . . .	11.5	11.3	11.0	10.8	10.7	10.9	12.3	14.4	16.6	17.8	20.1	21.1	22.3	22.4	22.2	21.7	21.1	19.7	17.6	15.7	14.2	13.2	12.7	12.4	16.0	9.4	24.4
B-20 . . .	11.2	11.0	10.7	10.5	10.3	10.7	12.2	14.4	16.7	18.0	20.3	21.2	22.4	22.3	22.1	21.6	21.2	19.8	17.6	15.3	14.1	13.0	12.5	12.1	15.9	9.2	24.5
B . . .	11.0	10.8	10.4	10.2	10.0	10.3	11.8	14.1	16.4	17.5	19.5	20.7	21.8	21.9	21.8	21.5	21.2	19.8	17.7	15.3	14.1	12.9	12.4	12.1	15.6	9.0	24.1
B + 20 . . .	11.2	11.1	10.5	10.4	10.2	10.5	11.9	14.0	16.3	17.3	19.4	20.3	21.5	21.8	21.8	21.6	21.2	20.1	18.0	15.8	14.4	13.3	12.8	12.2	15.7	9.1	23.8
B + 40 . . .	11.3	11.3	10.7	10.5	10.3	10.5	11.8	13.8	16.1	17.2	19.4	20.3	21.3	21.8	21.8	21.6	21.3	20.2	18.1	16.0	14.7	13.6	13.0	12.5	15.8	9.2	23.6

Ueber die Höhen B — 20, B, B + 20 und B + 40 vergleiche auch die spezielleren Angaben in „Widerstandselektrische Temperaturmessungen in einem Topinamburbestand.“

Es entspricht der Höhe in cm:	21. — 22.	22. — 29.	29. — 31.		
Meßpkt:	B — 20	60	54	58	ab 22. 8. 35: B — 30 cm
	B	80	84	88	
	B + 20	100	104	108	
	B + 40	120	124	138	ab 29. 8. 35: B + 50 cm

Fette Werte: ergänzt.

Grundsätzlich dieselben Verhältnisse findet man beim Vergleich anderer Intervalle. In der Tabelle 17 sind die Wertemittel für die letzten 11 Tage des August für beide Meßpunkte abgedruckt worden. Über dem Acker liegen die Temperaturen wieder höher als in den entsprechenden Höhen des Bestandes. Auch die Tagesmaxima zeigen im Gegensatz zum Topinambur deutlich eine Verspätung.

Aus den Mittelwerten der Extreme jedes Tages läßt sich eine mittlere aperiodische Tagesschwankung der Temperatur bestimmen (Tabelle 18). An den obersten Meßpunkten jeder Meßstelle hat diese Schwankung beinahe dieselbe Größe. Besonders gut ist die Übereinstimmung im Intervall 23. — 27. August, weniger gut am 10.—13. August. Setzt man die Schwankung der größten Höhe gleich Null und bildet man dann die Differenzen gegen Schwankung dieser Höhe, so erhält man die im 2. Teil der Tabelle 18 angegebenen Zahlen, die gewissermaßen relative Werte darstellen. Über dem nackten Ackerboden (Meßpunkt A) liegt die größte Tagesamplitude in der Nähe des Erdbodens. Sie ist in 2 cm Höhe etwa 4° C größer als in 50 cm Höhe über dem Boden. Im Bestand liegt das Maximum in der Nähe der Bestandsgrenze und nur etwa 2° C über der des obersten Meßpunktes. Die Bestandsoberfläche wirkt also nicht so stark heizend wie der Erdboden; ihre Temperaturwirkung ist etwa mit der der Schicht 10 cm über dem Boden zu vergleichen.

Tabelle 18.

a) Mittelwerte der täglichen aperiodischen Temperaturschwankungen					b) Relative Mittelwerte (Schwankung der Höhe 6 gleich 0 gesetzt und für jede Höhe die Differenz gegen Höhe 6 gebildet.)						
Höhe \ Messpkt.	10.—13. August 1935		23.—27. Aug. 1935		10.—13. Aug. 1935		23.—27. Aug. 1935		Höhe	Messpkt.	
	A	B	A	B	A	B	A	B		A	B
1	18.8	17.3	19.6	16.2	3.8	1.3	4.5	0.9	1	2 cm	5 cm
2	17.3	17.1	17.9	16.5	2.3	1.1	2.8	1.2	2	5 "	20 cm
3	16.5	17.8	16.9	16.7	1.5	1.8	1.8	1.4	3	10 "	B-20 (B-30) cm
4	16.1	17.0	16.0	16.7	1.1	1.0	0.9	1.4	4	20 "	B cm
5	—	16.2	15.7	16.8	—	0.2	0.6	1.5	5	30 "	B+20 cm
6	15.0	16.0	15.1	15.3	0	0	0	0	6	50 "	B+40 cm

Messpkt. A: nackter Ackerboden B=75 cm im 1. Intervall
 Messpkt. B: Topinambur B=84 cm im 2. Intervall

Die Auswertung liefert nun noch die Bandbreite der Temperatur. Sie kann auch Aufschlüsse über die thermische Wirksamkeit bestimmter Grenzflächen geben. Die Rechnung ergibt zunächst einmal die Summen der Differenzen Maximum—Minimum für jedes 10-Minuten-Intervall. Aus diesen Summen erhält man monatliche Mittelwerte dieser jeweils 6 Differenzen (s. Tabelle 21 und 22) und nach der Division durch 6 die mittlere Breite des Temperaturbandes im 10-Minuten-Abschnitt. Man könnte diese Division durch 6 für jede einzelne Stunde durchführen und würde mit einem wirklichen Stundenmittel, der mittleren Bandbreite, arbeiten können. Das ist aber unzweckmäßig, weil aus den Stundensummen dasselbe ersehen und die Division durch 6 zunächst eingespart werden kann. Die Monatsmittel für jede Stunde sind in der Tabelle 19 zusammengestellt worden. Es ist zu beachten, daß diese mittleren Bandbreiten sich auf

Tabelle 19. Stündliche Auswertungen der Bandbreite der Temperatur. Monatsmittel der Bandbreite im 10 Minuten-Intervall in °C im August 1935 in Müncheberg (Mark).

Höhe in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	bis 1	bis 2	bis 3	bis 4	bis 5	bis 6	bis 7	bis 8	bis 9	bis 10	bis 11	bis 12	bis 13	bis 14	bis 15	bis 16	bis 17	bis 18	bis 19	bis 20	bis 21	bis 22	bis 23	bis 24	
Meßpkt.: A, Acker unkrautfrei. (Monatsmittel aus 27 Tagen).																									
2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	0.9	1.1	1.6	1.7	2.1	2.2	2.2	1.8	1.6	1.1	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.9	1.3	1.6	1.8	2.1	2.3	2.2	1.8	1.5	1.0	0.7	0.5						
10	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.8	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.2	1.8	1.4	1.1	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
20	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	1.3	1.6	1.7	1.8	2.2	2.1	1.8	1.5	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
30	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	1.1	1.5	1.4	1.7	1.9	1.9	1.5	1.4	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
50	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	1.0	1.4	1.5	1.6	1.8	1.7	1.5	1.1	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Fett: Mittel aus 26 Tagen auf 27 Tage reduziert.																									
Meßpkt.: B, Topinambur. (Monatsmittel aus 25 Tagen).																									
5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7	1.7	1.4	1.1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
20	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
B—20	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.8	2.1	2.1	1.5	1.3	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
B	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	1.3	1.4	1.7	1.7	2.1	2.1	1.5	1.3	1.0	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7
B + 20	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.5	1.6	1.8	1.8	1.4	0.9	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
B + 40	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	1.4	1.4	1.6	1.7	1.6	1.3	1.0	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
Fett: Mittel aus 24 Tagen auf 25 Tage reduziert.																									

B = Bestandshöhe in cm. Es ist B = 73 cm. 1. 8. 10h — 7. 8. 10h.
 B = 75 cm. 8. 8. 20h — 14. 8. 10h.
 B = 80 cm. 16. 8. 16h — 22. 8. 20h.
 B = 84 cm. 22. 8. 20h — 29. 8. 18h.
 B = 88 cm. 29. 8. 18h^{30'}—31. 8. 24h.

Höhe B—20 cm ab 22. 8. 20h B—30 cm.
 Höhe B + 40 cm ab 29. 8. 18h^{30'} B + 50 cm.

das 10-Minuten-Intervall beziehen, denn die Wahl des Bezugsintervalls entscheidet auch über die Höhe der Bandbreite. Zur Veranschaulichung wurden die in der Tabelle 19 mitgeteilten Zahlen in der Abbildung 18 in einem Isoplethenbild dargestellt. Die Einzelwerte für den Meßpunkt B (Topinambur) sind im Tabelle 21 und 22 zu finden, sie wurden in den Topinamburbericht noch nicht aufgenommen. Die Bandbreite ist nun, das soll besonders betont werden, von den Unsicherheiten der Korrekptionsbestimmung völlig frei, weil es bei ihr nicht auf die absolute Höhe der Temperatur ankommt, sondern nur die Temperaturkurve selbst

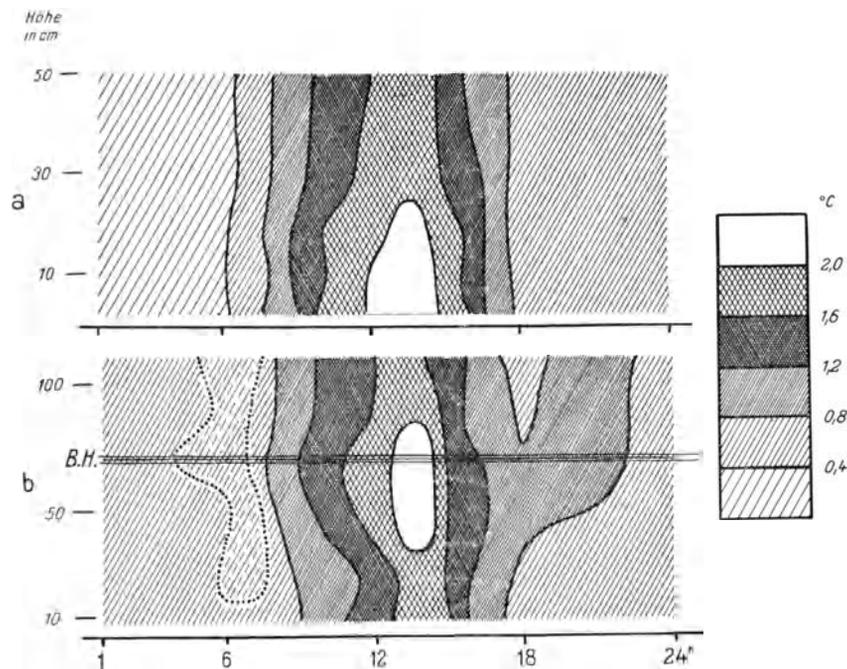


Abb. 18. Breite des Temperaturbandes über freiem Ackerland (a) und in einem Topinamburbestand (b) im Mittel des Monats August 1935 im Verlaufe eines Tages. (In b) punktiert: Bandbreite 0,6° C.)

betrachtet wird. Im Bestand wird der vertikale Temperaturgradient wesentlich abgeschwächt. Bei der Bandbreite tritt dieser Effekt nicht in dem Maße ein. Die Zonen größter Temperaturunruhe weisen an beiden Meßstellen etwa dieselben Bandbreiten aus. Der Bestand hat die Höchstwerte der Temperaturschwankung in der Nähe seiner Obergrenze; der nackte Ackerboden weist das Maximum in der Nähe des Bodens auf. Im Bestand selbst finden sich Werte der Temperaturunruhe, die im Freien in 50 cm Höhe beobachtet werden. Das Isoplethenbild des Temperaturbandes zeigt, daß die pflanzlichen Organe in der Nähe der Bestandsobergrenze vom Temperaturgang her ganz anders belastet werden als im Bestand. Blätter an der Oberfläche des Topinamburs haben ganz andere Temperaturgradienten auszuhalten als solche im Bestand. Es dürfte diese Feststellung für die Beurteilung bestimmter Vorgänge in Pflanzenorganen nicht unwesentlich sein. Hängt doch z. B. das Platzen einer Lupinenhülse nach den Beobachtungen von v. S e n g b u s c h und Z i m m e r m a n n¹⁾ nicht nur von der Höhe der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit, sondern auch von dem Wechsel zwischen verschiedenen Temperaturen und damit vom zeitlichen Gradienten ab.

Die Untersuchungen über die Bandbreite der Temperatur sind noch vom rein statistischen Standpunkt aus interessant. Wie oben gezeigt werden konnte, ist die Bandbreite ein der mathematischen Streuung praktisch gleichwertiges Streuungsmaß. Sie gibt damit zugleich Auskunft über die Genauigkeit der Stundenmittelwerte. Es würde also zweifellos die fehlerkritische Genauigkeit des Stundenmittels in 50 cm Höhe größer sein, als dicht über dem Erdboden. Die Untersuchungen über die Temperaturstreuung an einem Strahlungstage des Sommers haben nun zwar gezeigt, daß die mittleren Fehler des Stundenmittels nicht sehr voneinander verschieden sind, daß also die Monatsmittel in ihrer Genauigkeit durch diese in der Natur des beobachteten meteorologischen Elements liegenden Erscheinung nicht wesentlich beeinträchtigt werden, vor allem auch deshalb nicht, weil die Auswert- und Registriermethode eine bestimmte

¹⁾ R. v. S e n g b u s c h und K. Z i m m e r m a n n, Meteorolog. Grundlagen für die Auslese und Prüfung von Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen. Züchter 1937, S. 225.

Fehlergrenze vorgeben. Man muß sich nur darüber klar sein, daß die Verteilung der Fehler der Mittelwerte in einem Bestand ganz anders ist, als über freiem Ackerland. Über die Größe der Differenzen kann die mittlere Bandbreite mit für mikroklimatische Verhältnisse völlig ausreichender Genauigkeit unterrichten.

Zusammenfassung.

Die Betrachtungen über die näherungsweise Bestimmung der Stundenmittelwerte der Temperatur aus den Extremen der 10-Minuten-Abschnitte hat gezeigt, daß die Näherungsmittel brauchbare Stundenmittel sind, deren Fehler sich nur unwesentlich von denen der 60-Werte-Mittel unterscheiden. Die von den Näherungsmitteln angegebene Vergrößerung der Tagesamplitude der Temperatur ist so gering, daß sie praktisch nicht ins Gewicht fällt.

Unter Benutzung der für die fehlerkritischen Untersuchungen ausgewerteten Registrierungen wurde der Temperaturgang über einer ausstrahlenden Schneefläche untersucht. Aus den Betrachtungen der Streuung und des vertikalen Austauschs konnte man zu dem Schluß kommen, daß die starke Untertemperatur der Schneefläche im wesentlichen auf Strahlungsvorgänge zurückgeführt werden kann.

Die Periodenanalyse der Minutenwerte der Temperatur eines sommerlichen Strahlungstages führte zur Ermittlung einer 4, 7 und 15minütlichen Schwankung. Außer der 4-Minuten-Schwankung, die aus dem Beobachtungsmaterial nicht herauspräpariert werden konnte, lassen sich die 7- und die 15-Minuten-schwankung in den Isoplethen- und Zustandsbildern aufzeigen und ihr unterschiedlicher Charakter festlegen.

An Hand der Temperaturregistrierungen eines ganzen Monats an zwei Meßstellen (Bestand-freier Acker) werden die Unterschiede im Temperaturgang bestimmt. Die näherungsweise Berechnung der Stundenmittel erweist ihre Brauchbarkeit. An Hand der mittleren Bandbreiten werden bessere Einblicke in den Temperaturgang der einzelnen Meßpunkte gewonnen als das mit den Stundenmittelwerten allein möglich wäre.

Tabelle 21. Stundenmittelwerte der Bandbreite der Temperatur im August 1935.

(Stundensummen der Differenzen aus den 10 Minuten-Extremen in Skt.-Graden.)

Müncheberg (Mark). Meßpkt. B; Topinambur.

H = 62 m. h_t = 5 cm.

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tagesmittel	
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1	6.5	11.0	7.3	8.9	9.8	4.4	4.4	3.0	2.9	2.6	4.0	3.3	3.0	—	—	
2	3.2	3.6	3.6	3.7	3.9	2.7	3.8	2.8	5.7	6.5	6.8	2.9	8.9	12.3	4.6	3.8	7.6	5.5	2.6	3.2	3.5	5.2	5.5	4.6	4.9	
3	3.2	2.5	3.6	3.0	2.3	2.1	2.2	2.6	3.9	2.8	5.5	8.2	13.7	11.6	7.0	3.6	5.7	4.3	1.9	3.3	4.3	2.5	4.3	5.0	4.5	
4	4.8	5.9	5.5	3.8	4.9	3.8	4.7	4.7	5.3	8.4	13.4	14.1	17.9	16.4	16.2	12.0	9.8	4.8	3.6	5.9	8.1	5.4	4.9	5.6	7.9	
5	5.2	5.0	5.3	4.9	2.0	2.2	3.4	4.5	8.9	13.0	12.7	13.1	11.9	10.9	8.8	7.8	5.3	5.7	3.5	6.4	5.0	4.3	4.2	5.2	6.6	
6	4.7	5.0	4.1	5.0	4.9	3.8	3.1	4.3	6.6	7.7	7.0	13.4	18.7	14.8	13.3	9.7	6.0	5.3	2.1	1.9	3.3	1.9	3.4	4.7	6.4	
7	4.4	1.8	2.0	1.0	1.3	1.7	2.2	2.7	3.4	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	2.9	2.5	3.8	—	
9	3.0	3.3	3.2	3.4	3.3	3.7	4.1	4.8	5.5	5.9	9.8	10.7	13.7	12.9	13.0	9.3	5.3	4.2	5.1	4.7	1.4	2.3	1.3	3.6	5.7	
10	2.2	1.6	2.2	1.7	1.6	1.3	1.7	1.9	2.8	1.9	2.0	6.8	4.4	2.6	2.0	0.2	2.0	2.1	2.1	2.3	1.9	2.1	2.8	2.1	2.3	
11	3.8	5.0	4.3	3.0	2.2	3.1	3.7	5.2	6.4	8.5	12.8	12.9	11.5	10.7	6.5	4.9	4.2	6.2	3.8	4.0	3.8	3.8	—	—	5.4	
12	3.9	4.2	4.5	2.8	3.1	3.1	4.6	4.5	4.6	6.7	7.2	10.4	10.9	10.1	12.7	8.8	6.2	2.7	6.9	5.0	3.8	3.8	5.3	3.9	5.8	
13	2.5	3.4	2.3	2.7	2.8	3.9	3.6	5.6	5.1	7.2	6.6	12.2	11.2	8.5	6.5	5.8	3.7	3.1	2.5	2.2	2.5	1.9	1.8	1.4	4.5	
14	1.5	1.4	1.6	1.4	1.1	1.4	1.5	1.7	1.4	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.1	1.2	3.5	4.0	3.2	2.2	2.7	—	
17	2.1	2.4	3.4	2.0	2.1	1.8	2.3	3.7	3.5	4.3	7.0	4.6	4.4	9.7	4.4	5.1	4.2	4.7	3.7	2.4	2.6	4.3	3.1	3.4	3.8	
18	3.0	3.3	3.5	2.9	2.2	3.0	2.4	3.7	3.3	6.2	8.9	6.0	6.2	9.3	7.9	5.4	4.2	3.5	2.1	3.6	3.0	3.9	4.0	4.2	4.4	
19	5.1	4.0	5.1	4.5	4.6	4.9	2.1	3.2	3.5	4.1	8.1	5.8	8.7	6.7	3.5	2.9	3.5	2.4	3.0	5.1	4.3	5.1	4.5	3.3	4.5	
20	3.8	5.0	5.6	3.2	5.3	5.5	2.9	2.7	3.5	3.2	3.4	2.6	9.3	10.5	4.4	3.7	2.4	2.7	3.0	4.5	5.1	5.2	5.2	4.2	4.5	
21	4.9	3.3	4.3	2.9	3.1	3.5	1.9	2.0	2.5	3.8	5.6	6.5	5.5	4.2	5.0	4.0	2.4	3.0	3.1	3.7	2.4	3.1	4.6	4.8	3.8	
22	5.1	4.6	5.7	4.1	5.5	4.3	2.2	2.8	2.5	3.2	4.2	5.2	5.5	6.1	7.5	7.6	6.0	4.3	3.9	4.0	4.2	4.6	3.8	3.9	4.6	
23	6.2	5.7	2.9	5.1	5.8	3.7	2.6	3.1	4.8	3.7	5.7	6.2	6.1	7.0	8.2	9.0	4.0	2.9	3.4	4.4	5.3	3.8	3.0	3.4	4.8	
24	5.2	4.4	3.9	3.9	3.0	3.4	1.5	2.7	3.3	4.9	8.3	11.6	9.7	13.2	11.2	7.6	3.0	2.3	3.2	4.2	4.8	3.0	3.3	4.6	5.3	
25	2.9	1.8	2.6	1.9	2.4	1.9	2.6	4.2	5.7	5.8	6.7	6.3	7.7	9.7	11.3	7.6	3.9	2.1	2.6	3.5	2.3	3.7	4.8	5.6	4.6	
26	4.8	6.0	4.0	3.1	3.8	3.9	3.2	3.4	3.7	4.6	5.6	6.5	5.7	6.6	2.6	2.0	1.8	2.8	3.2	2.0	3.1	4.1	1.8	3.2	3.8	
27	2.5	2.6	2.7	3.0	3.1	1.6	1.5	3.1	4.5	6.0	5.1	6.7	7.9	6.7	7.3	3.3	1.7	4.7	2.5	3.0	2.4	2.0	2.0	2.1	3.7	
28	1.2	1.0	2.0	1.7	1.9	2.7	1.5	2.3	2.5	4.6	5.5	6.3	5.0	6.7	6.3	6.0	3.5	2.1	2.9	2.5	3.4	2.7	2.5	1.5	3.3	
29	1.4	1.7	1.3	1.7	1.5	2.0	2.3	3.1	5.0	4.6	4.0	5.7	5.8	5.5	2.9	3.2	2.5	2.7	8.7	6.2	4.7	5.8	5.6	4.5	3.8	
30	4.5	3.9	4.3	4.7	4.1	4.1	2.9	3.8	3.8	4.3	4.6	5.7	5.1	8.4	5.6	4.5	4.9	6.0	5.1	5.4	5.0	4.5	4.7	6.3	4.9	
31	3.4	3.9	3.9	2.9	4.8	2.5	3.2	4.1	2.8	1.9	4.1	4.3	5.7	8.4	4.3	4.7	5.8	3.6	4.0	4.0	3.2	3.0	2.3	1.9	3.9	
Monats-Mittel	3.7	3.7	3.8	3.3	3.4	3.1	2.8	3.6	4.4	5.4	6.8	7.8	8.8	9.1	7.3	5.7	4.4	3.7	3.5	3.9	3.7	3.7	3.5	3.7	4.7	
Bandbreite pro 10 Minuten-Intervall in Skt.	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.5	1.2	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	
Monatsmittel = Mittel aus 25 Werten.																										
H = 62 m. h _t = 20 cm.																										
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.2	7.6	10.4	9.5	7.5	7.3	4.1	3.0	2.5	3.6	2.7	4.7	3.5	2.3	—	
2	3.2	3.7	3.4	4.1	4.3	2.5	3.7	3.4	3.8	7.3	5.2	2.3	10.6	10.3	4.7	3.6	8.6	5.0	2.7	3.3	4.3	4.9	5.3	4.5	4.8	
3	4.1	4.4	2.8	2.7	2.4	2.0	1.9	2.5	2.4	2.5	4.0	6.7	11.1	11.5	4.9	5.3	5.5	3.5	1.9	4.0	4.3	3.2	3.9	4.1	4.2	
4	6.4	6.1	4.3	5.1	9.0	3.9	4.7	4.6	6.3	10.3	12.5	11.5	14.7	15.0	16.4	12.8	8.4	5.8	2.7	5.2	5.2	5.1	5.3	4.7	7.8	
5	5.7	4.6	5.2	3.9	2.2	1.8	2.8	5.0	7.8	12.7	12.5	10.9	12.3	9.6	6.7	7.1	5.6	4.6	3.3	6.1	5.1	5.4	4.7	4.3	6.2	
6	4.5	4.1	3.7	4.7	3.8	3.5	2.9	5.3	5.3	7.9	6.7	9.2	14.2	19.0	11.5	10.5	5.6	4.2	2.3	2.4	2.3	2.1	4.1	5.1	6.0	
7	4.5	1.2	0.8	1.1	1.1	0.3	2.1	2.0	3.5	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.4	5.4	5.0	4.0	2.0	1.9	1.6	4.0	—	
10	1.4	1.1	1.4	1.2	1.6	1.0	1.3	1.2	2.8	2.2	1.4	1.9	3.0	1.6	1.6	1.1	1.5	0.9	1.0	1.3	1.1	1.7	3.1	2.2	1.6	
11	3.0	4.1	4.7	4.8	5.2	3.8	2.1	3.8	5.6	3.9	7.6	7.9	14.5	16.9	11.3	9.1	5.6	7.3	4.9	6.0	4.5	4.7	5.1	4.8	6.3	
12	4.1	5.5	4.6	4.2	3.4	3.3	3.8	4.9	4.7	5.8	6.1	7.8	8.8	9.6	11.7	9.4	6.1	3.6	6.4	4.6	3.5	3.3	5.4	3.7	5.6	
13	2.9	3.1	2.2	2.4	3.5	3.8	3.5	5.4	5.2	5.9	5.5	9.6	8.5	5.8	4.7	4.2	3.8	3.1	1.5	2.3	1.6	1.5	1.5	3.9	—	
14	1.0	1.2	0.9	1.0	1.1	0.9	0.8	1.5	1.6	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	1.8	3.0	2.7	3.3	2.0	1.7	—	
17	2.2	2.1	1.8	1.5	1.7	1.4	1.2	2.0	2.3	5.3	10.1	6.9	4.0	9.7	5.1	4.8	4.8	3.6	3.0	2.1	2.9	3.1	2.8	2.2	3.6	
18	3.0	1.7	2.0	1.4	1.6	1.2	2.2	3.3	3.3	7.2	6.9	6.3	6.4	10.0	8.1	5.8	5.3	3.4	2.2	3.2	2.4	4.3	3.1	4.7	4.1	
19	5.3	4.1	3.7	4.6	4.5	4.4	2.8	3.3	2.9	3.7	7.3	6.1	7.4	8.6	3.6	2.7	4.0	2.9	3.1	3.1	2.8	4.5	4.1	4.4	4.3	
20	4.7	4.4	3.8	4.5	4.3	4.5	2.3	2.8	3.7	3.5	3.2	3.2	10.6	10.7	4.0	4.1	2.7	3.5	3.0	3.8	4.5	4.4	4.2	3.9	4.3	
21	4.9	3.0	4.2	2.7	1.7	3.1	1.8	2.2	2.0	3.8	5.5	6.5	4.6	4.9	5.4	3.0	3.2	3.5	3.4	3.3	2.9	3.3	3.6	3.1	3.6	
22	4.8	3.2	4.4	2.9	3.5	3.7	2.2	3.4	2.2	3.7	3.8	6.4	5.5	6.8	8.0	8.2	6.3	4.4	4.7	3.0	3.6	3.8	4.5	4.0	4.5	
23	4.8	3.8	2.7	3.4	3.4	3.1	2.6	2.7	4.8	4.0	6.0	6.5	7.7	6.2	8.5	9.0	3.5	3.2	3.6	5.1	5.1	3.9	3.0	3.7	4.6	
24	5.6	4.0	4.7	3.3	1.3	2.0	2.2	2.9	4.2	4.6	8.3	13.0	8.6	15.4	10.2	7.7	3.1	2.4	3.4	4.5	4.3					

Tabelle 21. (Fortsetzung.)

Müncheberg (Mark). Meßpkt. B; Topinambur.

H = 62 m. h_t = B — 20 cm.

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tages- mittel
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.6	8.8	13.8	9.2	11.0	9.7	4.9	3.2	1.9	2.7	1.9	4.2	2.7	2.1	—	
2	1.9	3.3	3.0	3.5	3.7	3.5	5.8	5.0	5.1	13.0	7.4	2.6	12.2	11.5	4.5	4.0	9.0	4.4	3.0	4.8	4.3	6.1	4.9	4.4	5.5
3	3.5	2.2	2.1	2.5	2.4	2.0	1.6	2.4	2.4	3.6	4.6	11.3	16.3	11.7	5.5	5.8	4.7	3.1	2.5	4.8	6.8	3.6	4.6	4.6	4.8
4	5.4	3.6	4.1	3.4	4.6	3.9	3.7	4.9	6.1	11.5	15.9	18.5	19.3	19.2	13.5	15.0	9.2	7.0	3.0	5.2	4.7	4.7	5.0	3.6	8.1
5	5.2	4.4	4.1	5.0	2.2	2.2	2.8	4.4	8.8	16.0	12.2	13.9	13.8	12.0	8.5	6.5	5.3	5.1	3.7	6.2	3.8	4.5	3.3	4.2	6.6
6	4.3	3.9	3.7	3.0	3.4	4.0	2.6	5.6	6.8	8.8	7.5	10.4	21.1	12.0	15.4	10.0	4.5	4.1	1.9	2.3	3.3	2.8	3.9	4.1	6.2
7	3.1	0.8	0.5	0.6	1.0	2.7	1.9	2.1	3.9	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	3.3	2.8	3.2	2.5	3.0	4.4	5.0	6.6	8.9	10.4	13.1	17.9	13.4	15.4	9.1	8.7	4.6	5.5	5.5	5.6	2.4	2.3	1.6	3.5	6.6
10	0.9	1.4	1.1	1.5	0.9	1.0	1.1	1.9	3.2	3.5	1.6	1.9	3.8	2.1	2.0	1.0	0.9	0.6	0.2	0.8	1.8	2.3	3.8	2.4	1.7
11	2.7	3.8	4.0	3.0	3.3	4.5	3.2	4.7	5.5	5.8	15.0	11.8	14.3	12.4	14.7	10.9	7.4	5.6	6.1	16.7	3.3	2.5	3.1	3.3	7.0
12	2.7	3.1	2.5	3.6	3.2	3.9	4.3	4.2	7.6	6.0	7.8	10.2	11.0	12.3	11.3	10.1	7.4	3.1	6.1	3.9	4.2	5.6	7.7	4.4	6.1
13	4.9	5.5	4.3	3.4	4.6	5.6	3.6	5.7	8.8	6.1	7.2	11.6	10.3	6.4	5.2	4.6	3.3	1.9	1.9	1.8	2.8	1.3	1.1	0.8	4.7
14	1.1	0.7	0.6	1.0	1.1	0.6	1.0	1.3	1.2	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	1.2	3.0	2.4	1.4	1.1	1.3	—
17	1.5	7.6	1.0	1.0	1.0	2.0	1.2	2.4	4.0	8.0	12.8	11.3	5.4	14.6	3.7	6.0	5.7	2.7	2.3	1.9	1.4	1.9	2.0	2.0	4.3
18	2.6	1.7	2.0	1.5	1.7	1.4	1.8	3.6	13.8	2.8	10.1	12.5	13.7	10.3	11.1	9.4	7.3	5.4	3.7	3.8	2.4	3.8	3.2	3.7	5.6
19	4.9	4.4	4.7	3.0	5.1	4.7	2.7	3.9	6.1	4.4	12.0	8.7	10.5	11.9	4.7	1.4	4.5	4.1	6.0	4.2	3.4	3.9	3.8	4.4	5.3
20	4.7	4.5	5.2	3.9	4.6	4.5	3.5	4.3	7.2	7.3	5.6	5.3	14.9	15.8	6.9	7.1	5.0	5.3	4.4	3.8	5.2	5.0	3.9	4.8	5.9
21	2.8	4.3	3.8	2.2	1.8	2.9	2.0	5.1	7.7	8.5	7.8	7.4	6.1	6.4	5.7	4.2	8.6	7.1	5.1	2.9	3.9	2.9	3.9	4.2	4.9
22	5.2	5.1	3.9	4.2	3.8	3.8	3.2	4.3	4.7	5.4	5.1	8.5	5.6	7.3	8.1	8.4	7.9	6.8	8.0	9.8	7.0	4.7	4.3	4.1	5.8
23	5.9	4.1	2.5	4.5	4.1	2.6	2.3	3.4	5.8	6.4	4.5	7.2	8.0	7.4	7.3	9.4	4.0	3.8	5.8	5.7	6.0	4.5	4.1	3.9	5.1
24	4.1	5.6	4.1	4.5	2.8	2.5	2.2	3.2	5.1	4.8	8.8	15.5	13.2	15.4	12.9	7.7	2.8	2.7	5.6	6.3	5.0	3.1	3.6	4.2	6.1
25	3.4	1.9	3.0	2.4	0.9	1.6	2.7	3.5	5.1	6.4	8.4	8.6	11.2	11.9	13.1	9.4	3.2	3.3	3.9	4.4	3.0	3.3	3.2	5.8	5.2
26	5.3	4.6	3.7	1.6	4.6	3.4	1.9	4.0	4.5	4.9	6.9	6.4	6.5	7.1	1.5	2.6	2.2	3.3	4.3	3.9	5.2	5.6	4.7	3.9	4.3
27	3.5	6.1	5.2	3.7	3.0	2.0	1.9	2.3	7.1	6.2	5.1	8.8	10.0	8.1	7.6	4.1	2.4	4.3	1.5	2.5	1.6	1.5	0.7	0.9	4.2
28	0.8	1.3	1.8	0.9	1.3	1.5	1.3	2.9	4.0	5.5	8.1	3.4	7.7	8.0	7.6	5.5	4.8	2.5	3.8	2.8	2.3	2.2	1.5	1.4	3.4
29	1.8	1.9	1.0	1.1	0.9	0.8	0.9	3.9	6.4	7.1	6.7	8.6	7.5	9.5	3.6	4.7	3.8	3.5	6.8	6.2	5.1	4.5	4.7	3.4	4.4
30	4.2	3.7	3.5	3.4	4.7	3.4	2.9	2.5	4.6	5.2	5.1	6.8	6.7	12.3	6.3	4.9	4.8	7.6	4.9	4.4	5.8	5.0	4.6	4.5	5.1
31	4.6	3.9	5.3	3.9	3.5	2.0	3.3	4.5	2.9	2.9	4.8	7.3	9.0	9.3	6.0	4.7	4.8	2.8	4.7	5.0	5.0	3.6	3.4	3.1	4.6
Monats-Mittel	3.6	3.8	3.5	2.9	3.0	3.0	2.7	4.0	6.1	6.8	8.2	9.5	10.8	10.8	7.8	6.6	5.1	4.2	4.2	4.8	4.0	3.6	3.6	3.6	5.3
Bandbreite pro 10 Minuten- Intervall in Sekt.	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.7	1.0	1.1	1.4	1.6	1.8	1.8	1.3	1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.9

H = 62 m. h _t = B cm.																															
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1	8.7	12.4	7.5	10.3	12.0	5.3	4.0	1.7	2.4	2.7	2.5	2.6	1.7	—	—	—	—	—	—	—	
2	1.8	2.8	2.3	2.6	3.0	2.1	5.1	5.5	7.9	13.0	9.9	2.9	13.4	11.2	3.8	2.8	7.1	3.0	4.0	5.1	6.2	7.5	3.7	3.7	5.4	—	—	—	—	—	
3	2.6	2.2	2.7	1.2	1.7	1.6	1.7	2.0	2.2	3.7	9.5	8.6	17.1	9.1	5.3	5.1	4.5	3.5	2.4	5.2	6.1	4.0	4.4	4.5	4.6	—	—	—	—	—	
4	5.4	6.6	5.4	3.9	5.1	2.9	4.1	6.3	6.3	9.8	13.8	13.4	17.9	17.6	15.3	15.2	9.6	6.1	2.5	5.1	3.9	2.8	2.0	2.3	7.6	—	—	—	—	—	
5	3.5	2.6	2.9	3.4	1.8	1.5	3.2	5.1	11.0	13.8	11.9	12.8	14.5	8.8	6.8	6.1	3.8	4.3	3.5	5.5	3.2	3.2	2.9	1.9	5.8	—	—	—	—	—	
6	2.8	2.4	3.1	2.2	2.5	4.4	2.9	6.5	8.0	9.7	12.6	9.4	19.2	16.1	13.6	10.3	4.8	4.3	1.1	2.6	3.3	2.7	4.3	5.2	6.4	—	—	—	—	—	
7	3.5	0.9	0.9	0.5	0.6	0.7	2.1	2.4	2.8	4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	3.0	2.4	2.9	2.5	2.4	3.9	5.3	6.8	9.2	10.9	13.4	18.0	14.5	13.4	11.8	9.2	3.7	5.5	7.4	5.6	2.9	2.1	1.6	3.0	—	—	—	—	—	—	
10	0.7	1.4	0.8	1.8	1.7	1.1	1.0	1.8	3.4	2.6	1.4	1.2	2.9	2.0	0.8	1.1	1.1	0.3	0.9	0.6	2.1	3.0	3.3	2.7	1.7	—	—	—	—	—	
11	7.0	4.4	3.2	2.9	3.0	2.7	3.3	5.1	5.0	7.7	14.3	14.7	17.4	20.1	19.5	14.6	10.9	4.9	6.3	5.5	2.6	2.0	2.8	2.1	7.6	—	—	—	—	—	
12	2.3	2.4	2.8	1.6	2.3	4.5	4.6	4.3	7.0	8.2	7.6	9.2	13.7	13.1	8.4	8.3	6.0	3.3	6.4	5.5	7.8	6.3	9.5	5.2	6.3	—	—	—	—	—	
13	3.8	5.1	4.3	3.9	4.4	5.0	3.9	4.6	9.4	6.2	6.5	11.1	10.0	6.8	4.2	3.2	9.2	2.2	1.6	2.0	1.0	0.9	1.0	1.0	4.6	—	—	—	—	—	
14	0.9	0.3	0.6	0.8	0.7	0.4	0.6	1.1	0.8	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.7	1.9	2.9	3.2	2.3	1.6	2.0	—	—	—	—	—	—	—
17	2.6	1.9	2.5	2.4	1.2	0.6	1.7	2.5	4.6	8.2	13.6	9.3	5.5	12.8	5.7	5.4	5.5	2.5	2.3	2.4	1.8	1.8	1.8	1.4	4.2	—	—	—	—	—	
18	1.4	1.0	1.4	1.6	1.3	0.7	1.6	5.7	9.0	14.1	16.6	12.8	11.7	14.9	8.8	7.3	5.9	2.9	3.8	5.0	3.0	3.9	4.4	3.7	5.9	—	—	—	—	—	
19	2.9	2.9	1.9	2.4	2.6	3.4	3.5	5.6	7.2	4.8	12.2	8.1	11.7	9.7	4.6	2.5	3.6	4.1	5.6	3.3	2.7	2.6	3.1	2.7	4.7	—	—	—	—	—	
20	2.8	1.8	3.2	3.1	3.3	2.8	3.7	5.7	4.6	5.5	6.3	7.0	14.0	14.9	6.3	6.5	4.6														

Tabelle 21. (Fortsetzung).

Müncheberg (Mark). Messpkt. B; Topinambur.

H = 62 m. h_t = B+20 cm

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tages- mittel
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.5	6.8	10.0	8.4	9.7	9.0	4.1	2.0	1.7	2.4	2.7	3.1	3.5	2.0	—
2	1.6	3.3	2.6	4.7	3.8	1.8	5.6	5.2	6.2	12.3	4.9	2.1	8.6	10.2	3.3	2.2	6.7	4.9	3.7	5.7	5.8	7.2	4.9	4.2	5.1
3	2.9	3.0	1.9	1.5	1.2	1.3	1.8	1.7	1.2	3.3	7.6	9.0	15.3	11.8	4.3	4.5	4.5	4.0	2.3	6.6	6.2	5.1	4.8	4.8	4.6
4	7.0	7.6	6.4	5.8	5.7	2.4	4.5	6.1	8.6	13.1	14.7	16.2	18.4	16.7	11.5	12.2	8.8	5.4	1.6	5.2	3.2	3.5	2.9	3.3	8.0
5	3.1	2.4	3.2	2.8	1.6	1.4	3.0	6.2	8.1	11.7	9.5	12.1	12.1	9.1	7.8	5.0	3.3	3.3	3.7	6.9	4.1	4.6	2.9	3.9	5.5
6	3.2	4.0	3.7	3.2	4.7	5.7	3.5	5.6	8.8	9.2	7.3	7.9	15.5	12.5	12.7	9.0	4.4	3.6	1.6	2.7	4.2	3.2	4.3	5.4	6.1
7	3.0	1.4	0.5	0.7	1.3	1.2	1.7	2.8	1.7	3.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.2	2.2	3.4	2.9	—
9	3.0	2.7	2.3	3.3	3.6	4.1	5.3	5.5	8.8	14.3	14.3	17.6	13.9	12.9	8.6	9.5	4.8	6.2	6.3	5.6	1.7	2.5	1.5	3.2	6.7
10	0.6	1.9	1.5	2.2	1.3	0.8	1.6	1.7	2.9	2.5	1.8	1.3	3.1	2.6	1.3	1.1	0.9	0.6	0.2	0.7	1.4	3.3	2.8	2.7	1.7
11	4.3	5.0	1.3	3.1	3.7	3.2	4.5	7.8	5.2	9.4	11.8	13.8	18.7	17.1	16.0	12.8	10.4	4.7	4.8	9.3	4.0	3.3	2.2	2.5	7.5
12	1.6	3.9	2.5	2.1	2.8	4.3	5.0	4.4	9.1	6.8	8.9	8.0	10.9	12.0	7.5	8.6	5.9	2.7	8.3	6.7	7.0	7.7	7.2	4.8	6.2
13	4.3	5.0	3.9	3.0	5.2	4.5	3.1	5.3	8.5	5.3	6.1	9.8	9.8	6.3	3.4	2.3	3.0	1.5	0.9	1.4	0.8	0.7	0.3	0.4	4.0
14	0.9	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1	0.9	0.5	0.5	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	2.0	2.3	2.9	1.9	1.3	1.4	—
17	1.9	1.9	1.4	2.5	1.2	0.7	0.9	2.0	6.0	6.6	11.0	9.2	3.9	10.3	3.9	4.9	5.2	1.4	1.8	1.9	1.4	1.5	2.0	0.6	3.5
18	2.0	1.0	1.0	0.9	0.7	1.1	1.9	4.6	8.0	12.6	14.2	11.0	11.2	12.1	7.3	6.7	5.6	2.5	1.5	4.8	2.8	3.4	3.3	3.6	5.2
19	2.1	2.9	2.8	1.9	3.1	3.9	2.8	4.8	6.6	5.6	9.6	8.4	8.4	7.6	4.5	2.6	2.9	4.3	5.9	6.0	3.5	3.0	3.2	2.1	4.5
20	2.7	2.1	1.9	2.6	3.0	3.7	2.9	5.1	6.6	7.4	6.1	7.0	11.8	12.3	5.5	5.2	4.0	6.5	5.3	3.1	6.2	2.2	2.4	3.0	4.9
21	2.2	1.9	4.9	2.0	1.4	1.7	2.7	4.1	4.3	7.3	7.9	7.8	4.6	6.3	6.0	4.2	4.3	4.5	8.6	6.5	3.9	4.8	3.8	4.3	4.2
22	1.9	4.8	4.6	6.5	6.2	3.5	2.5	6.8	5.4	4.7	4.6	5.8	4.6	6.1	5.7	5.0	7.0	5.2	7.5	7.3	7.8	8.0	4.7	5.9	5.5
23	7.7	5.2	3.3	3.5	3.9	0.3	2.6	4.3	5.3	6.0	5.8	6.9	8.3	6.6	6.7	9.7	3.1	3.4	7.4	5.7	8.0	6.8	4.9	4.0	5.5
24	4.5	4.9	4.9	2.6	2.1	2.5	2.1	4.1	5.7	5.2	7.7	12.4	10.9	13.1	10.7	7.4	3.2	3.0	5.7	6.7	6.6	5.9	5.0	4.1	5.9
25	3.2	2.7	3.7	2.4	1.7	1.7	1.5	3.7	6.0	4.8	6.4	9.6	10.8	9.9	10.3	8.8	4.2	3.3	5.6	6.0	3.1	5.2	4.6	6.2	5.2
26	5.3	3.0	2.5	2.8	2.9	2.1	2.5	5.3	5.6	6.1	5.5	6.7	6.7	7.1	1.6	1.6	2.4	2.8	3.8	3.3	4.0	7.9	4.2	5.0	4.2
27	3.0	6.0	5.1	5.6	4.0	2.1	1.7	3.4	5.7	6.2	3.9	7.1	11.1	9.8	6.1	2.4	2.4	1.3	1.4	2.5	1.3	1.4	1.5	1.2	4.0
28	1.1	1.5	1.3	1.3	0.7	1.4	1.6	3.6	4.6	6.7	8.5	9.8	6.8	6.8	7.8	5.9	5.7	2.6	3.6	3.5	3.8	2.5	0.8	1.7	3.9
29	2.5	3.6	0.9	1.0	0.5	1.0	1.0	3.3	7.0	6.0	5.1	4.9	6.9	7.3	3.7	4.5	3.3	2.9	8.0	7.7	5.0	5.7	4.6	4.7	4.2
30	3.7	3.9	2.7	2.1	2.5	1.5	1.6	1.6	6.0	5.5	7.2	7.1	6.0	10.1	4.9	4.3	4.0	7.2	6.2	5.0	4.2	3.7	6.0	3.8	4.6
31	4.1	3.9	3.3	3.4	3.2	2.7	2.6	4.2	4.3	4.0	4.2	5.5	7.3	6.6	4.5	3.9	3.8	2.0	4.5	7.7	5.6	4.0	3.7	3.3	4.3
Monats-Mittel	3.2	3.5	2.9	2.9	2.8	2.5	2.8	4.4	6.2	7.3	7.8	8.7	9.8	9.7	7.4	5.0	4.6	3.6	4.4	5.1	4.2	4.3	3.5	3.5	5.0
Bandbreite pro 10 Minuten- Intervall in Sekt.	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.6	1.2	0.8	0.8	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8

H = 62 m. h _t = B+40 cm.																										
Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tages- mittel	
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.8	7.6	11.6	6.4	10.0	11.5	4.4	2.0	1.5	2.6	3.1	4.4	5.4	2.6	—	
2	1.4	3.3	2.8	3.8	2.7	2.0	4.5	5.2	6.4	11.0	6.7	2.1	13.6	8.9	2.8	3.2	4.4	4.5	4.5	3.3	5.1	5.3	4.9	3.9	4.8	
3	3.7	3.1	2.3	1.6	1.1	1.4	1.8	1.8	2.0	3.6	6.2	9.5	15.8	11.2	3.9	4.9	5.4	3.1	2.3	4.4	5.2	4.3	5.9	5.4	4.6	
4	6.6	6.3	5.1	5.1	4.0	3.1	4.1	5.7	6.8	11.2	12.5	15.6	17.3	15.0	11.5	12.8	6.9	4.9	1.6	4.3	4.1	5.4	4.0	5.3	7.5	
5	4.6	4.3	2.8	3.0	1.4	1.6	2.4	6.1	7.6	11.5	10.8	12.2	9.7	7.5	7.3	6.4	3.5	3.6	2.7	6.5	7.4	5.6	5.5	4.9	5.8	
6	3.5	6.4	4.6	5.1	4.9	4.2	3.5	7.0	9.6	7.8	5.5	8.5	15.1	11.5	13.2	8.8	3.9	3.7	1.4	0.8	3.6	3.0	4.2	5.4	6.0	
7	2.7	0.8	0.6	0.5	0.7	0.6	1.1	2.5	2.8	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.1	4.4	4.9	4.4	—	
9	4.0	4.9	2.9	3.1	5.4	3.7	4.9	7.5	9.8	11.7	9.5	14.2	10.7	11.6	8.4	7.3	3.5	4.6	6.2	5.2	2.3	0.6	1.9	2.7	6.1	
10	0.6	1.2	1.8	2.0	2.0	1.0	1.6	1.9	3.1	1.4	1.5	1.2	3.8	2.2	1.8	0.8	0.9	0.5	0.4	0.9	2.4	2.6	3.0	2.6	1.7	
11	3.3	3.7	2.9	2.9	3.1	3.8	3.2	5.6	5.6	8.4	12.5	12.6	15.3	13.7	11.8	9.9	9.5	3.7	4.8	6.7	4.5	5.0	4.7	3.2	6.7	
12	3.1	2.2	3.9	2.1	3.1	4.3	3.7	3.7	6.1	7.2	8.6	10.5	10.3	9.2	9.5	7.7	5.3	3.8	5.7	5.7	5.3	6.0	3.0	3.8	3.4	
13	3.8	4.6	3.9	2.9	4.6	5.1	3.3	6.3	7.0	6.0	8.4	8.0	8.0	4.8	3.9	2.5	2.6	1.3	1.1	0.7	0.7	1.4	0.2	0.4	5.7	
14	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4	1.9	6.2	2.7	1.7	1.1	2.3	—	
17	2.2	1.8	1.6	1.5	0.9	0.2	1.0	2.0	3.4	7.2	8.2	10.4	5.2	9.0	4.7	5.2	5.4	2.2	1.8	1.7	1.4	1.3	1.5	0.9	3.4	
18	0.6	0.9	0.3	0.4	0.6	0.8	2.4	5.7	7.4	10.6	12.5	11.7	10.4	9.1	5.9	6.0	5.8	2.5	2.7	4.3	3.1	3.4	3.6	2.9	4.3	
19	2.9	3.0	2.3	2.7	2.4	2.7	4.1	3.3	6.2	5.6	8.1	5.7	8.5	7.7	4.9	2.7	2.8	4.4	6.1	5.8	6.0	4.2	3.5	3.7	4.6	
20	4.6	2.5	2.8	2.8	2.2	3.5	3.4	4.3	4.5	4.7	5.7	5.2	10.5	10.1	4.4	4.8	3.0	5.1	6.0	4.2	7.0	3.5	3.9	3.7	4.7	
21	2.2	3.2	3.5	1.9	1.1	2.0	2.1	3.8	4.1	8.6	7.0	5.7	4.8	5.9	6.9	4.3	3.1	4.5	7.9	5.7	3.1	4.4	4.0	5.2	4.4	
22	3.7	7.0	6.2	5.4	6.1	3.7	2.7	5.3	4.7	5.3	5.2	6.4	4.9	6.6	5.2	4.9	4.6	5.2	5.6	5.0	5.5					

Tabelle 22. Stündliche Auswertungen der Bandbreite der Temperatur im August 1935.

(Stundensummen der Differenzen aus den 10 Minuten-Extremen in Skt.-Graden).

Müncheberg (Mark). Meßpkt. A; Acker, unkrautfrei.

H = 62 m. h_t = 2 cm.

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tagesmittel
1	1.7	0.9	0.7	1.3	0.8	1.4	1.0	2.0	2.8	4.7	9.0	10.8	15.2	8.8	11.7	10.6	6.5	6.3	3.2	1.9	2.6	2.9	3.3	1.5	4.6
2	2.5	2.5	2.3	1.6	1.0	3.2	7.0	6.4	8.0	13.5	12.4	5.0	13.0	9.5	7.0	4.4	6.4	7.2	3.7	2.2	2.0	2.9	3.1	2.6	5.4
3	2.4	1.6	2.4	1.2	1.5	2.6	3.5	3.2	3.6	5.0	9.1	13.0	17.3	13.4	10.8	7.3	8.5	6.6	2.5	2.3	3.9	2.7	3.4	1.6	5.4
4	1.6	1.9	1.7	1.5	1.5	2.2	5.1	5.7	8.6	14.3	12.5	16.3	10.2	16.0	14.6	13.2	8.5	7.4	3.6	3.0	3.7	4.7	4.1	3.5	6.9
5	3.5	5.1	3.4	2.8	2.4	2.8	4.8	8.7	11.9	15.5	12.2	—	—	—	—	—	—	4.6	3.3	3.0	2.8	3.3	2.4	2.5	—
6	4.1	3.5	2.7	2.2	2.1	2.0	3.5	9.1	9.5	0.5	6.7	13.5	20.0	19.9	14.4	9.5	7.2	4.8	1.8	1.5	0.9	1.8	3.6	2.4	6.4
7	1.7	1.0	0.2	0.6	0.7	1.1	2.2	3.7	4.1	6.2	7.6	7.6	6.4	5.4	5.6	6.0	5.2	3.7	1.2	2.4	2.7	1.5	1.2	3.1	3.4
8	2.6	2.6	2.9	2.4	2.8	3.4	3.6	6.1	7.8	11.6	15.5	16.6	15.6	15.8	15.9	14.3	10.3	5.8	3.1	4.9	4.5	3.9	3.5	3.3	7.4
9	4.6	3.5	3.0	3.7	2.6	3.2	4.9	6.8	10.4	11.8	13.5	16.3	15.8	11.1	13.8	8.5	5.0	3.8	3.8	3.2	2.2	1.0	1.5	2.3	6.5
10	0.7	1.1	1.1	1.2	0.6	1.1	1.3	2.5	2.8	4.0	2.9	2.2	4.1	4.1	1.5	1.4	1.2	1.5	1.4	0.8	1.2	1.8	1.0	1.2	1.8
11	1.3	2.5	2.1	1.2	1.1	3.0	3.6	3.6	5.6	8.2	12.2	12.9	16.5	16.8	15.8	13.5	10.0	5.2	4.0	5.0	3.9	3.3	4.4	4.4	6.7
12	2.9	3.5	3.8	3.2	4.0	4.7	3.8	7.6	10.4	10.7	8.9	13.9	12.1	13.4	9.9	9.9	9.9	3.5	4.7	3.0	2.9	3.7	4.0	3.1	6.4
13	3.3	3.5	3.8	3.7	1.5	2.7	4.0	8.6	10.1	9.7	9.1	10.7	8.1	7.0	3.3	5.2	3.2	1.9	1.5	1.0	2.0	1.4	1.9	0.6	4.5
14	0.2	0.8	0.4	0.5	0.4	0.6	0.8	0.7	0.6	0.7	1.3	1.3	0.8	0.9	1.2	1.1	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.4	1.8	0.7	1.5	1.3	1.7	—
16	1.6	0.7	0.9	0.5	0.0	0.6	1.8	4.8	2.9	7.2	6.9	2.1	3.7	3.6	5.9	3.5	2.7	1.3	0.9	1.2	1.5	1.5	0.7	1.3	2.4
17	0.9	1.0	0.8	0.3	0.2	0.7	1.0	1.8	3.5	6.1	8.6	9.7	5.1	10.4	6.0	5.1	5.0	1.7	1.6	1.3	1.1	1.2	1.9	1.4	3.2
18	1.3	1.3	2.1	2.2	2.6	2.1	1.9	4.2	5.1	10.5	9.5	14.7	7.3	9.5	7.9	7.6	4.5	3.0	1.2	1.9	1.6	2.1	1.3	2.0	4.5
19	2.3	1.8	2.4	1.2	1.1	1.8	—	—	—	—	—	—	8.8	9.0	7.4	6.7	4.0	2.2	1.7	1.5	1.7	2.1	2.0	3.2	—
20	1.8	1.9	2.1	2.1	1.2	2.5	2.8	4.9	5.9	6.3	6.2	9.7	11.9	14.2	6.2	5.7	5.5	4.2	3.2	2.7	4.5	3.5	2.6	2.1	4.7
21	2.6	2.1	1.9	2.7	1.9	1.8	2.6	5.3	4.6	10.0	13.6	7.3	9.2	6.1	8.9	8.4	4.4	1.9	3.2	1.7	1.8	2.3	2.5	4.3	4.6
22	1.4	1.8	2.1	2.9	1.8	2.0	3.0	7.5	6.4	9.2	8.3	15.2	11.3	16.8	12.1	11.2	6.1	3.0	3.2	2.4	2.3	1.5	1.3	2.7	5.6
23	2.6	1.5	0.8	1.2	1.0	1.6	2.9	4.4	6.0	9.7	10.1	12.3	12.7	13.3	14.3	11.3	7.9	2.4	2.7	2.8	1.4	1.4	1.1	1.6	5.3
24	1.2	1.4	1.0	1.7	0.6	1.5	3.8	4.6	5.5	9.1	13.2	18.6	18.8	16.1	15.3	12.8	7.0	3.5	2.9	2.0	1.9	1.3	1.2	0.7	6.1
25	1.3	0.9	1.4	0.7	0.4	1.3	3.3	4.5	8.1	10.1	9.0	10.5	16.4	15.8	16.0	15.0	5.2	2.5	2.5	2.0	1.2	1.5	1.5	2.0	5.5
26	2.0	1.3	0.8	1.1	0.7	1.3	3.1	6.1	6.2	6.7	8.2	10.4	10.7	10.1	3.6	3.1	2.3	2.1	2.4	0.8	2.0	2.9	1.3	2.9	3.8
27	2.8	1.1	1.9	1.2	1.2	0.6	2.9	4.1	8.8	9.0	8.6	15.5	15.3	12.4	11.9	4.8	3.5	4.5	2.7	1.7	2.2	1.6	1.9	1.4	5.1
28	0.6	0.9	1.3	0.7	1.0	1.6	1.8	3.6	3.9	6.3	6.7	9.0	6.4	8.7	6.7	5.9	6.2	2.7	2.0	1.5	1.3	0.5	0.8	1.1	3.4
29	0.8	1.4	0.6	0.5	0.4	0.7	1.2	3.4	7.3	7.5	5.9	8.3	8.3	5.8	3.7	4.9	3.7	(3.2)	2.7	2.5	2.6	3.8	3.1	3.4	3.6
30	3.0	2.6	1.1	0.8	1.9	1.2	2.5	2.9	0.6	5.9	9.8	11.3	9.6	14.3	11.4	8.9	5.7	3.4	3.5	3.1	3.4	3.5	2.8	3.4	4.9
31	2.6	3.3	1.4	1.2	1.0	1.6	2.8	5.4	4.0	8.0	4.7	7.6	11.0	11.0	8.8	6.9	3.5	1.9	2.8	3.9	3.8	3.8	3.0	3.0	4.5
Monats-Mittel	2.1	1.9	1.7	1.6	1.3	1.9	3.0	4.8	5.8	8.4	9.3	11.0	11.6	11.4	9.9	8.1	5.7	3.7	2.7	2.3	2.4	2.4	2.3	2.3	4.9
Bandbreite pro 10 Minuten-Intervall in Skt.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.4	1.5	1.8	1.9	1.9	1.6	1.4	0.9	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8

Monatsmittel = Mittel aus 27 Werten.

H = 62 m. h_t = 5 cm.

1	1.8	1.1	1.6	1.2	1.5	1.6	2.6	1.7	1.5	4.8	8.3	12.0	15.5	12.3	10.7	9.4	8.3	4.2	2.6	2.1	2.2	3.1	2.1	2.5	4.8
2	3.3	2.5	1.3	2.0	2.7	3.0	7.0	5.6	9.3	13.6	9.5	5.6	15.4	7.8	4.2	4.6	6.6	5.3	3.5	1.2	2.4	3.3	3.4	1.7	5.2
3	2.2	1.3	2.5	2.7	1.9	2.5	2.6	1.6	4.0	3.7	7.0	13.2	21.0	16.5	8.8	8.1	8.2	5.6	2.7	1.3	3.6	2.7	2.8	2.8	5.4
4	2.6	2.9	2.7	1.6	3.2	2.5	4.7	6.7	5.5	13.5	22.9	17.0	18.3	15.9	17.8	12.8	9.2	6.4	4.5	3.1	3.6	2.7	3.8	2.3	7.8
5	3.1	4.9	3.2	3.8	3.2	2.5	4.3	8.2	11.2	11.2	12.2	—	—	—	—	—	—	4.8	3.2	3.0	2.2	2.9	2.9	2.9	—
6	2.2	3.8	2.7	2.2	1.5	2.0	4.4	6.1	10.2	6.5	7.6	12.0	13.6	18.5	11.6	9.6	5.4	3.6	2.4	2.0	1.8	2.1	2.6	2.5	5.7
7	2.1	2.5	3.8	1.8	1.7	1.6	1.5	2.9	3.9	6.7	8.6	8.7	5.9	4.1	6.4	5.1	5.3	2.3	1.7	1.1	4.5	2.8	1.7	3.2	3.7
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.7	21.1	18.0	20.3	18.9	16.0	10.3	5.1	3.1	4.6	3.4	3.1	3.9	3.2	—
9	3.6	1.7	2.4	2.7	2.0	2.8	5.0	7.9	11.5	11.9	16.3	19.1	14.4	12.0	11.7	10.2	4.7	3.9	4.5	3.4	3.5	2.5	1.2	2.7	6.7
10	0.8	0.7	1.4	1.1	0.8	1.0	1.5	1.8	2.6	3.5	2.6	1.6	3.6	2.9	1.6	1.6	0.9	0.7	0.5	0.6	1.0	0.9	1.7	1.4	1.5
11	2.0	2.6	2.0	1.3	0.6	2.7	3.3	5.3	5.7	11.0	16.2	15.8	21.3	19.8	24.6	15.3	12.8	7.3	3.3	4.7	4.5	3.5	3.3	2.4	8.0
12	2.9	3.1	3.3	3.3	2.7	4.3	4.5	7.9	10.6	11.7	10.3	12.8	14.7	11.8	11.8	6.6	3.7	5.2	4.0	2.5	2.7	5.0	3.4	6.5	6.5
13	4.2	2.5	2.9	3.2	2.2	2.7	3.3	6.2	10.7	11.2	7.2	10.1	11.4	8.4	5.1	3.9	3.7	1.5	1.5	1.4	1.7	1.6	1.1	0.7	4.5
14	0.9	0.7	0.7	0.5	0.7	0.5	0.8	0.6	0.2	0.5	0.7	9.9	0.9	0.8	1.0	1.2	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.9	2.1	1.8	1.6	1.2	1.6	—
16	1.5	0.5	0.1	0.6	0.3	0.5	1.1	4.2	3.8	4.2	5.8	1.9	3.0	5.0	5.4	2.7	1.8	1.1	0.7	1.5	1.6	1.2	0.5	1.2	2.1
17	1.3	1.4	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	1.7	4.8	6.8	7.4	7.3	4.3	8.5	5.9	5.8	5.9	1.7	2.2	2.1	1.3	1.7	2.4	1.8	3.2
18	1.3	1.7	2.1	1.1	1.3	1.2	1.8	6.4	6.1	10.5	9.7	13.3	8.4	13.9	7.1	6.1	5.3	2.9	1.5	2.6	2.5	2.0	1.4	2.0	4.7
19	3.0	1.3	2.2	1.4	0.8	2.5	—	—	—	—	—	—	6.8	8.9	8.9	7.1	4.1	2.4	2.2	2.2	1.8	2.1	1.6	2.5	—
20	1.6	1.7	2.3	1.9	2.1	2.4	3.7	5.8	6.2	5.9	8.4	11.5	11.2	15.2	6.1	6.3	5.1	3.8	3.3	2.4	3.6	1.9	1.7	1.6	4.8
21	1.8	1.1	2.2	1.7	1.5	2.0	2.3	3.6	4.9	8.2	10.1	5.6	6.7	2.7	8.9	7.6	5.0	2.9	3.2	1.7	1.7	2.7	2.7	3.6	3.9
22	1.2	2.0	2.1	2.8	1.8	2.2	2.9	5.4	6.7	7.8	8.2	11.2	11.3	13.0	12.6	10.7									

Tabelle 22 (Fortsetzung).

Müncheberg (Mark). Meßpkt. A; Acker, unkrautfrei.

H = 62 m. h_t = 10 cm.

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tages- mittel
1	1.9	1.5	1.3	1.3	1.7	1.1	3.2	2.1	2.4	4.8	8.7	9.7	14.5	12.8	15.1	12.3	7.3	4.4	2.4	2.2	1.9	2.1	2.2	1.7	4.9
2	2.1	2.3	2.4	1.7	1.4	2.9	5.1	5.7	8.9	10.8	10.1	4.2	15.2	10.1	5.3	4.3	6.4	6.3	2.9	2.6	2.6	4.0	2.8	2.1	5.1
3	2.9	1.9	3.7	0.8	3.3	1.8	2.6	3.4	3.1	4.2	7.5	10.9	18.1	16.7	8.0	7.9	7.6	7.5	3.0	3.4	4.8	4.0	3.3	2.3	5.5
4	3.4	1.9	2.9	2.5	2.1	2.3	4.5	7.6	7.7	12.0	15.3	18.8	12.4	14.9	21.2	12.4	9.8	6.6	3.2	3.1	4.5	2.8	2.6	1.9	7.4
5	4.2	4.1	2.2	2.9	2.1	2.4	4.2	6.5	13.1	11.8	13.2	—	—	—	—	—	—	4.2	3.2	3.6	3.0	2.3	3.0	1.6	—
6	3.5	1.6	1.3	2.4	2.9	2.1	3.8	6.4	13.0	7.9	7.4	13.2	15.7	16.6	11.4	9.6	5.5	3.8	2.5	1.6	2.0	2.4	2.6	2.9	5.9
7	1.3	2.3	0.9	1.1	1.8	2.5	2.8	3.5	4.0	5.4	9.5	7.9	5.2	5.5	6.9	6.0	5.4	1.8	1.8	1.4	3.2	2.0	2.4	3.4	3.7
8	2.9	1.7	2.2	3.0	3.6	3.4	4.0	5.2	11.1	(13.6)	16.2	18.8	17.0	19.2	17.0	16.0	11.5	6.9	3.1	4.7	4.0	2.9	3.5	2.7	8.1
9	3.5	2.1	3.2	2.7	2.2	3.2	5.2	6.2	10.1	12.2	12.5	16.6	19.6	14.3	12.2	10.8	5.4	4.8	5.4	2.9	3.2	2.8	1.5	2.0	6.9
10	1.1	1.4	1.5	1.6	0.8	0.9	1.6	1.9	3.0	3.2	2.2	—	—	—	—	—	—	0.7	0.7	0.0	0.0	1.3	2.4	1.8	1.6
11	1.7	3.3	3.4	1.2	1.4	2.7	3.5	5.2	7.0	10.0	17.6	16.9	20.7	18.3	18.1	11.7	10.9	5.8	4.2	4.3	3.8	3.1	2.6	2.3	7.5
12	2.7	2.5	2.9	2.4	4.4	4.1	4.2	5.0	8.2	11.6	11.7	—	17.5	14.0	11.0	10.5	9.7	2.7	5.6	4.3	2.6	3.6	5.1	4.4	6.8
13	3.7	3.6	3.8	4.5	2.9	3.0	3.9	5.8	8.8	10.0	8.3	13.4	12.9	7.1	4.9	4.2	3.9	1.4	2.0	1.4	0.3	0.7	0.4	0.6	4.6
14	0.5	0.7	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	1.0	0.9	1.1	0.8	0.9	0.5	0.7	1.4	0.6	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2	2.0	1.3	1.7	2.1	1.8	—
16	1.5	0.4	0.6	0.4	0.4	0.7	1.2	3.9	3.2	4.0	5.8	2.5	2.7	5.1	4.8	2.7	1.8	1.4	0.6	1.6	1.3	1.4	0.7	1.7	2.1
17	1.5	1.2	0.9	0.5	0.7	0.7	1.3	1.8	4.5	6.6	7.6	7.2	4.2	7.6	5.7	5.9	4.6	1.7	1.6	2.2	0.9	1.2	2.2	1.7	3.1
18	2.0	1.4	1.0	0.3	2.1	0.7	2.1	3.9	5.3	9.6	10.8	11.0	6.6	11.3	6.3	6.3	5.1	2.5	1.6	3.0	2.3	2.1	1.4	2.2	4.2
19	2.8	1.3	2.2	1.5	0.8	2.2	—	—	—	—	—	—	7.2	9.2	9.1	6.1	4.2	2.6	2.3	2.1	1.9	2.9	2.4	2.7	—
20	1.9	1.6	1.3	2.3	1.8	1.9	2.9	5.0	5.2	5.6	9.4	13.8	11.7	11.9	5.6	4.6	5.4	3.4	2.9	2.5	3.7	2.2	1.2	1.3	4.5
21	1.7	1.6	1.6	2.5	1.6	1.6	1.8	4.1	4.7	9.7	11.7	6.2	8.8	4.1	9.6	7.9	4.4	2.9	2.8	1.5	2.1	1.7	2.1	4.0	4.2
22	1.5	3.1	1.4	3.5	2.0	2.7	3.2	7.7	6.7	7.6	8.8	10.3	12.3	12.8	14.8	9.1	4.6	2.5	2.0	2.7	1.4	1.7	1.8	2.4	5.3
23	1.8	1.2	1.5	1.5	1.4	1.9	2.0	4.1	6.3	9.1	10.6	12.5	11.1	15.4	13.3	10.4	8.3	2.9	2.3	2.4	1.5	1.4	1.6	1.5	5.3
24	1.0	1.3	0.8	1.2	0.5	1.4	2.8	4.7	8.0	9.8	12.3	16.3	17.7	17.5	14.1	9.7	6.9	2.4	2.3	2.4	2.1	1.4	1.0	0.9	5.8
25	1.0	0.9	1.4	0.7	1.1	0.5	2.0	3.4	11.0	9.6	14.8	12.6	12.5	11.6	13.7	8.7	6.7	2.8	2.7	2.5	1.4	1.5	2.2	1.2	5.3
26	1.8	1.7	2.4	1.1	1.0	1.8	2.5	5.4	6.7	7.7	11.4	11.1	10.4	12.0	4.5	2.3	1.4	1.4	1.8	1.4	2.2	2.8	1.4	2.3	4.1
27	2.0	2.6	1.5	1.8	1.9	1.4	1.6	5.4	8.6	8.2	8.8	11.6	13.8	13.7	12.0	3.8	4.2	4.2	2.4	2.3	1.4	0.6	0.7	1.4	4.8
28	1.0	0.6	0.7	1.1	0.8	1.1	1.6	3.2	4.0	5.2	7.8	7.8	8.0	6.6	5.8	4.4	4.0	2.2	2.0	1.6	1.7	1.5	1.2	1.6	3.1
29	2.0	2.0	1.2	0.5	0.7	1.2	1.8	3.1	6.8	5.4	4.9	6.4	6.4	5.6	3.6	3.2	2.8	(2.8)	2.7	2.9	2.4	4.4	3.1	4.2	3.3
30	2.7	2.7	2.2	2.2	1.5	1.1	1.9	2.6	5.8	6.2	8.6	11.3	10.9	11.3	12.4	9.3	7.2	3.1	2.4	2.4	2.2	3.1	2.4	2.3	4.9
31	2.3	2.9	3.0	2.7	2.8	1.6	2.2	3.5	4.7	6.7	4.3	7.8	11.3	11.6	7.2	5.7	2.7	1.1	2.8	4.5	4.0	4.4	2.8	2.8	4.4
Monats-Mittel	2.1	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	2.8	4.4	6.6	8.0	9.8	10.8	11.9	11.5	9.9	7.4	5.7	3.3	2.6	2.5	2.7	2.7	2.1	2.2	4.9
Bandbreite pro 10-Minuten-Intervall in Skt.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	1.9	1.6	1.2	1.0	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8

H = 62 m. h_t = 20 cm.

1	2.0	1.3	1.8	1.5	1.4	0.9	1.0	3.3	3.0	4.7	6.7	9.7	14.7	13.9	24.2	11.1	7.7	4.4	1.5	2.4	2.0	2.4	2.5	2.8	5.3
2	2.6	2.2	1.7	2.1	1.4	2.4	4.6	6.3	6.4	8.6	6.5	3.2	12.2	8.0	4.8	2.9	6.0	5.1	1.8	2.8	2.7	3.6	3.7	1.8	4.3
3	2.7	1.7	2.1	1.0	1.3	2.2	3.0	2.4	3.4	5.3	9.6	9.3	19.9	12.6	9.2	8.1	5.8	5.7	2.9	3.9	4.8	3.2	3.0	3.6	5.3
4	2.8	2.7	3.5	2.1	3.0	2.3	4.2	5.4	8.3	14.2	12.1	14.5	15.2	15.6	14.2	12.2	10.1	6.0	3.5	2.5	3.9	2.8	2.4	1.5	6.9
5	2.9	4.7	3.0	2.6	1.8	2.5	5.1	6.3	8.0	12.0	10.7	—	—	—	—	—	—	3.6	2.1	3.2	2.6	2.5	3.2	3.3	—
6	2.5	3.1	2.2	2.2	1.5	1.8	2.6	5.5	11.1	6.4	6.4	12.4	18.8	14.1	13.0	9.3	5.5	4.6	1.8	1.9	2.3	2.1	3.1	2.2	5.7
7	2.3	0.5	0.8	0.5	0.4	0.7	2.7	3.4	3.9	4.9	7.6	6.5	5.8	4.6	5.2	3.5	4.2	2.9	1.5	1.8	3.3	3.5	2.8	3.8	3.2
8	3.1	1.7	2.9	2.4	2.7	2.7	4.0	5.6	7.9	(13.2)	18.5	16.4	18.2	19.5	16.9	15.3	11.3	6.1	2.8	4.2	4.2	2.8	3.8	2.2	7.8
9	3.1	2.7	2.9	2.2	2.0	2.8	4.7	5.4	10.3	11.6	14.5	15.0	14.7	10.7	9.6	7.6	4.2	4.2	5.9	3.7	2.4	2.7	1.6	2.1	6.1
10	0.7	0.8	1.7	1.4	1.4	0.7	1.7	1.8	3.1	3.4	3.2	1.1	4.1	3.8	1.9	1.5	0.4	0.4	0.5	0.8	(1.2)	1.8	1.3	1.7	1.7
11	1.6	3.4	2.7	1.6	2.1	2.4	3.3	5.6	6.4	7.9	15.5	7.9	12.8	20.2	17.5	14.7	8.4	5.8	4.3	4.3	4.2	3.1	2.5	2.4	6.7
12	1.9	2.0	2.9	2.3	4.0	4.1	3.9	5.9	7.0	8.8	12.7	11.9	13.8	11.6	9.7	10.4	8.9	2.7	5.9	4.6	3.6	4.0	5.1	4.8	6.4
13	3.6	2.3	5.1	4.5	2.3	2.7	3.4	6.7	9.7	10.4	8.6	10.8	10.9	9.4	5.2	4.9	3.1	1.5	1.5	1.3	0.4	0.6	0.4	0.3	4.6
14	0.3	0.5	0.4	0.1	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.6	0.5	0.5	1.0	1.0	1.1	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	2.0	1.4	2.1	2.2	1.9	—
16	1.6	0.5	0.6	0.5	0.1	0.9	1.4	4.4	4.3	6.1	5.3	1.3	4.3	5.0	4.8	3.4	2.0	1.4	0.7	1.1	1.5	1.1	1.2	1.3	2.3
17	1.1	1.1	0.7	0.6	0.1	0.7	0.8	2.1	3.6	6.1	7.6	7.8	3.8	7.6	3.7	5.6	5.0	1.7	1.6	1.9	0.8	1.3	0.8	1.3	2.8
18	1.2	0.9	0.4	0.1	0.7	0.4	1.8	3.9	6.4	8.7	9.3	10.5	7.3	9.9	7.0	6.2	5.6	2.7	1.1	2.4	2.7	2.2	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.4	7.4	7.0	6.4	5.0	2.0	2.5	2.1	3.0	1.8	1.5	2.5	—
20	1.7	1.3	2.3	1.9	2.3	3.1	3.8	5.5	5.7	6.2	8.8	11.6	13.7	10.8	5.9	5.6	5.8	2.9	2.7	2.5	2.9	1.9	2.5	1.5	4.7
21	2.4	2.6	1.6	2.2	2.5	1.8	3.0	3.0	5.5	10.0	8.4	6.4	5.9	4.1	8.0	7.1	5.5	2.4	2.7	2.1	2.3	3.1	2.8	3.8	4.1
22	2.0	3.3	2.1	3.2	3.3	2.5	2.3	6.6	6.6	8.0	9.7	9.0	13.4	15.4	9.1	12.5	5.1	2.6	2.8	2.7	1.6	1.4	1.0	2.4</	

Tabelle 22. (Fortsetzung.)

Müncheberg (Mark.) Meßpkt.: A; Acker, unkrautfrei.

H = 62 m. h_t = 30 cm.

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tages- mittel
1	2.0	1.4	1.8	1.3	1.6	0.7	1.0	2.6	3.2	4.7	6.2	7.4	12.5	8.8	10.4	11.7	5.4	1.5	1.3	1.8	1.2	2.5	2.6	1.6	4.0
2	1.0	1.3	2.1	2.1	1.1	2.1	4.9	4.3	7.6	8.9	7.6	4.5	12.1	10.1	4.2	4.2	5.9	4.9	2.5	2.9	2.2	3.8	2.9	1.8	4.4
3	2.5	1.8	2.2	1.0	1.2	1.9	1.8	2.2	2.7	4.3	7.7	10.5	4.3	9.1	7.5	5.1	4.8	2.3	3.7	4.1	2.7	3.3	2.9	4.0	6.8
4	3.1	3.1	3.7	2.2	2.7	2.3	4.1	6.5	10.7	11.6	11.3	13.2	14.9	17.3	13.1	12.5	9.7	6.3	2.7	2.6	4.4	2.8	1.8	1.8	6.8
5	2.6	4.1	3.2	2.5	1.9	1.9	3.4	5.8	7.7	9.5	10.5	—	—	—	—	—	2.5	2.1	3.4	2.3	2.5	2.9	2.5	—	
6	3.1	3.3	2.7	2.3	1.8	1.7	2.6	5.9	8.2	5.5	7.6	9.6	17.5	19.5	9.2	8.7	4.5	3.1	1.9	1.7	1.3	2.4	3.0	2.1	5.4
7	1.9	1.8	0.4	0.4	0.6	0.4	2.0	2.1	2.3	4.4	6.3	6.3	4.6	3.4	4.5	3.7	3.2	2.0	0.8	0.9	3.5	3.4	2.8	3.2	2.7
8	2.8	1.9	2.8	2.1	3.2	2.6	3.5	6.2	7.9	(10.1)	12.4	16.5	18.4	17.6	14.6	14.1	9.2	5.4	2.8	4.0	5.0	2.7	4.1	2.9	7.2
9	4.3	3.3	2.9	2.8	1.5	3.4	4.3	6.3	7.4	10.1	14.2	16.0	13.5	11.3	9.6	5.1	4.0	3.8	4.7	3.9	2.6	3.0	1.8	1.8	5.9
10	1.4	1.1	1.2	1.4	1.0	1.0	0.9	1.4	2.8	2.9	2.3	1.6	3.8	2.9	1.8	0.9	0.8	0.4	0.1	0.4	1.0	1.8	1.7	1.8	1.5
11	1.9	3.3	2.8	1.6	2.0	2.2	3.7	5.3	6.2	7.8	9.5	13.4	14.6	14.0	12.9	14.3	7.7	5.1	4.5	3.6	4.3	3.3	2.7	2.4	6.2
12	2.2	2.1	3.0	2.9	3.9	3.8	3.2	5.6	8.9	10.4	10.8	9.2	11.0	13.4	10.8	7.2	8.0	2.4	4.3	4.0	3.4	3.7	4.6	4.0	6.0
13	3.7	3.5	5.3	3.6	3.1	2.9	3.6	6.9	10.2	10.8	6.9	10.2	10.1	5.2	4.3	4.1	2.5	1.8	0.9	1.4	1.5	0.9	0.7	0.6	4.4
14	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7	0.4	0.4	1.0	0.5	1.0	1.0	0.8	1.3	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.6	1.4	2.4	1.4	1.4	—
16	1.8	1.0	0.7	0.9	0.9	0.9	1.4	3.8	4.5	4.8	4.9	1.8	3.3	5.2	5.3	3.9	2.1	1.3	0.5	1.5	1.4	0.6	0.5	0.8	2.2
17	0.7	0.9	0.7	0.3	0.5	1.1	1.8	1.4	4.0	5.9	5.4	7.3	3.4	6.5	5.2	5.2	5.1	1.9	1.7	1.2	1.7	1.6	1.1	1.0	2.7
18	0.9	0.8	1.1	1.7	1.3	1.1	1.7	3.8	6.7	8.8	10.0	10.8	8.4	10.0	6.6	6.4	4.5	2.3	1.4	3.0	2.7	3.4	2.2	2.3	4.2
19	2.3	2.4	1.4	1.4	2.3	2.4	—	—	—	—	—	—	6.4	6.4	7.2	5.8	4.5	3.4	2.7	3.8	1.6	2.3	1.8	2.1	—
20	1.9	2.0	1.1	1.8	1.6	2.1	2.9	3.7	5.0	5.1	8.2	9.7	11.2	12.9	4.2	4.4	5.7	2.3	2.8	2.3	3.1	2.3	2.1	1.5	4.2
21	2.0	1.9	2.9	1.6	1.4	1.7	2.5	3.4	5.1	7.6	8.9	7.5	7.4	4.3	6.3	8.9	4.2	2.6	3.9	2.6	2.6	3.1	3.2	4.1	4.2
22	2.4	2.9	2.4	3.1	3.0	2.4	3.6	5.5	6.4	8.4	10.3	8.9	13.1	12.1	10.4	9.9	4.6	2.8	2.4	2.5	2.1	1.6	0.8	2.4	5.2
23	1.8	1.4	2.1	1.1	1.2	1.6	1.5	4.0	5.3	8.8	10.6	10.6	11.3	13.4	10.8	10.6	6.7	3.0	2.4	2.2	1.9	1.8	1.7	1.5	4.9
24	0.8	1.4	1.6	0.9	0.1	1.1	2.8	6.6	6.2	6.6	10.0	13.2	12.4	12.4	11.8	10.9	6.6	2.8	2.2	3.1	2.3	2.0	2.4	0.9	5.0
25	1.1	0.5	1.2	0.9	0.7	0.8	2.1	4.3	6.5	7.6	8.2	10.7	14.4	16.1	8.6	9.4	7.0	2.8	2.3	2.9	2.1	2.0	1.3	4.8	4.8
26	1.2	1.8	2.9	0.5	0.9	1.7	2.4	4.6	6.4	7.2	8.8	9.1	7.9	7.8	4.2	2.4	2.2	1.3	1.4	1.5	2.3	3.3	1.3	3.0	3.6
27	2.0	2.8	1.6	1.6	1.9	1.3	1.8	3.8	7.1	7.1	6.1	9.1	12.6	9.0	10.7	3.8	3.5	3.0	1.6	2.0	1.5	1.0	0.4	0.7	4.0
28	0.9	0.7	0.5	1.0	0.5	1.4	1.3	3.1	4.0	5.5	5.5	5.3	5.8	5.7	6.1	4.9	4.4	2.5	2.0	1.0	1.8	1.0	1.7	1.5	2.8
29	1.5	1.9	0.6	0.8	1.4	0.9	1.1	2.8	7.0	7.8	4.5	6.2	5.4	5.8	2.4	2.8	2.1	(2.7)	3.4	4.1	3.0	4.0	4.4	4.3	3.4
30	4.4	3.2	1.3	1.6	2.1	1.6	1.5	2.7	4.9	5.5	7.3	9.1	9.6	12.9	8.1	6.2	5.1	3.2	2.4	2.6	2.6	3.4	2.9	2.9	4.5
31	2.5	3.7	2.2	2.0	2.7	0.6	2.5	2.9	3.7	7.1	3.8	9.3	7.2	7.6	4.9	5.4	2.3	1.5	2.9	3.6	4.7	4.9	1.4	3.0	3.9
Monats-Mittel	2.1	2.0	2.0	1.6	1.6	1.7	2.5	4.1	5.9	7.0	8.0	9.1	10.0	10.2	7.7	7.0	4.9	2.9	2.3	2.5	2.6	2.6	2.2	2.2	4.4
Bandbreite pro 10-Minuten-Intervall in Skt.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	1.0	1.2	1.3	1.5	1.7	1.7	1.3	1.2	0.8	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7

H = 62 m. h_t = 50 cm.

Tag	0 bis 1	1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4	4 bis 5	5 bis 6	6 bis 7	7 bis 8	8 bis 9	9 bis 10	10 bis 11	11 bis 12	12 bis 13	13 bis 14	14 bis 15	15 bis 16	16 bis 17	17 bis 18	18 bis 19	19 bis 20	20 bis 21	21 bis 22	22 bis 23	23 bis 24	Tages- mittel
1	1.6	2.0	2.0	1.6	1.0	1.5	1.7	1.3	1.6	5.2	6.4	9.1	11.1	9.1	12.5	10.6	5.7	4.8	2.3	1.3	2.1	2.3	1.7	4.6	2.2
2	2.4	2.1	1.8	1.8	1.5	2.0	4.2	4.1	5.6	8.0	6.4	3.1	8.1	6.5	3.6	2.4	2.0	5.1	1.7	2.1	2.8	4.4	5.5	1.7	3.7
3	1.7	1.4	1.4	0.9	1.5	2.2	2.4	1.7	2.8	4.0	6.5	7.8	13.4	12.1	7.0	7.0	5.6	4.2	2.8	3.2	3.7	3.9	3.6	2.8	4.3
4	3.0	3.2	3.2	1.4	3.1	2.6	3.4	6.7	7.2	13.1	12.0	9.8	13.1	13.1	11.2	9.5	10.6	5.8	1.9	3.0	3.8	2.2	2.0	1.9	6.1
5	3.2	4.0	1.7	2.3	2.1	2.0	4.1	4.5	7.6	9.4	9.0	—	—	—	—	—	—	2.4	2.5	3.3	2.5	2.1	3.1	3.0	—
6	3.4	3.7	2.6	0.8	1.3	2.1	3.2	4.8	8.0	5.9	5.5	8.7	17.7	11.5	8.2	8.1	4.9	3.7	2.4	1.6	2.0	2.3	3.0	2.9	4.9
7	2.2	1.6	0.4	0.5	0.7	1.3	1.4	2.4	3.2	4.0	6.3	5.8	5.2	4.6	3.2	4.8	3.9	1.0	1.2	1.2	3.8	3.8	3.2	4.3	2.9
8	2.9	2.6	2.7	2.3	4.6	2.3	3.5	5.8	7.9	(11.6)	15.4	15.1	16.6	14.8	15.5	9.8	8.4	4.6	2.2	4.1	5.1	3.4	3.6	2.8	7.0
9	3.5	2.4	3.0	1.9	1.9	3.9	5.2	5.4	7.2	9.8	12.2	13.0	11.0	7.3	7.9	6.4	2.9	4.9	4.9	2.9	2.7	2.3	1.3	2.3	5.3
10	1.0	0.8	0.5	1.2	1.7	0.9	1.6	1.2	2.3	2.0	1.2	1.5	3.3	2.8	1.2	0.8	1.2	0.7	0.8	0.3	1.6	1.3	2.3	1.3	1.4
11	2.5	3.1	2.2	1.8	1.0	2.3	3.4	4.0	6.4	7.0	13.1	13.9	12.1	12.7	13.2	9.3	8.3	5.6	3.7	5.1	4.8	3.5	2.0	1.4	5.9
12	2.0	3.7	2.5	3.5	3.1	4.8	3.5	4.7	7.9	8.7	10.4	11.6	11.7	11.1	9.8	6.4	6.9	3.8	5.6	5.3	3.4	3.2	4.8	3.3	5.9
13	3.8	3.3	4.1	3.8	2.1	2.4	2.2	4.7	8.3	9.0	7.3	10.7	8.4	7.6	4.9	4.8	2.6	1.7	1.2	0.9	1.4	1.2	0.5	0.6	4.1
14	0.6	0.6	0.7	0.0	0.3	0.7	0.2	0.9	0.8	0.4	0.4	0.6	0.1	0.3	1.1	0.9	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	2.0	1.1	2.2	1.7	1.9	—
16	1.3	0.7	0.4	0.5	0.1	0.9	1.4	4.0	4.4	5.5	3.7	1.3	3.7	4.3	5.3	3.3	2.4	1.6	0.7	1.2	1.4	1.1	1.0	1.2	2.1
17	1.1	1.1	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	1.8	3.2	5.5	6.2	5.7	3.3	6.9	5.6	5.2	5.1	1.5	1.8	1.9	1.2	1.0	1.4	1.9	2.7
18	1.4	0.9	0.8	1.5	0.7	0.9	2.0	3.6	6.9	8.6	9.2	7.5	7.2	9.1	5.5	4.3	4.5	2.0	1.4	3.3	2.6	2.4	1.8	2.5	3.8
19	4.1	2.6	2.4	1.7	3.1	2.5	—	—	—	—	—	—	6.6	7.4	8.8	6.0	4.3	1.6	1.9	2.4	2.1	2.2	1.9	2.6	—
20	1.6	1.5	1.4	1.7	1.5	2.0	2.8	4.8	5.0	5.7	7.4	10.9	8.6	14.4	4.4	4.8	4.4	2.6	3.2	2.7	3.4	2.2	2.6	2.6	4.3
21	1.5	3.4	1.6	2.7	1.3	1.1	2.2																		