

III. Die Temperatur des Erdbodens in Dresden.

Von G. A. Neubert, Prof. am K. S. Kadettencorps.

(Mit Tafel III.)

Mit dem 1. Januar 1873 begannen in Dresden, sowie an den meisten meteorologischen Stationen Sachsens auf Anregung des damaligen Leiters des sächsischen Beobachtungssystems, Geh. Hofrath Prof. Dr. Bruhns in Leipzig, Messungen der Temperatur der oberen Erdschichten oder des Erdbodens und wurden hierauf während 10 Jahren ohne Unterbrechung fortgesetzt. Da die Beobachtungen nun ihren Abschluss erreicht haben, sind in dem Folgenden die Ergebnisse aus denselben zusammengestellt.

Ogleich die ersten derartigen Beobachtungen, welche von Mariotte in den 28 m tiefen Kellern der Pariser Sternwarte in der Zeit von 1670 bis 1672 angestellt wurden, grosses Aufsehen erregten, weil sich aus ihnen ergab, dass in grosser Tiefe unter der Erdoberfläche die Temperatur unveränderlich bleibt, blieben doch die Versuche ziemlich vereinzelt. Für Sachsen waren ausser den Beobachtungen von Prof. Reich in Freiberg „über die Zunahme der Temperatur bei zunehmender Tiefe unter der Erdoberfläche“ aus den Jahren 1830 bis 1832 nur noch die Beobachtungen Lohrmann's bekannt, welche derselbe 1½ Jahr hindurch (Juni 1836 bis December 1837) hier in Dresden, für die Tiefen von 2 und 8 Ellen unter der Erdoberfläche, anstellte. Die Resultate aus denselben finden sich in den „Mittheilungen des statistischen Vereins für das Königreich Sachsen“, 11. Lieferung 1839, aufgezeichnet.

Da sich für die neueren Beobachtungen kein geeigneter Raum in der Nähe der meteorologischen Station (Forststrasse 25) auffinden liess, wurden dieselben durch die freundliche Vermittelung des Herrn Krause, Directors der Königl. Gärten, in dem Garten des japanischen Palais ausgeführt.

Die Thermometer fanden ihre Aufstellung an der NW-Seite des sogenannten Berges in einer Höhe, welche nicht mehr vom Grundwasser oder hohem Elbwasserstande erreicht wird. Die benutzte Fläche liegt in 110 m Seehöhe.

Der Boden, in welchem die Thermometer Aufstellung fanden, besteht aus Kies und Sand und gehört einem früheren Festungswalle an. Die stets mit Rasen bedeckte Oberfläche wurde durch die umgebenden Sträucher und Bäume den grössten Theil des Tages, besonders aber während des höchsten Sonnenstandes, vor der directen Bestrahlung geschützt.

Die Thermometer waren in die Fugen walzenförmiger Holzklötzchen eingelegt und wurden nach der Saussure'schen Methode in hölzerne Röhren, welche je $\frac{1}{2}$ m von einander entfernt bis zu den Tiefen von 0.1 m bis 3.0 m in die Erde versenkt waren, eingelassen. Vermittelst dauernd an denselben befestigter Drähte wurden sie zu den Ablesungen emporgezogen. Um sie gegen Temperatureinflüsse während des Ablesens zu schützen, waren die Thermometergefäße mit schlechten Wärmeleitern, Talg oder pulverisirtem Gyps, umgeben. Die Röhren selbst aber wurden durch Wergpfropfen und Metalldeckel gegen die Aussentemperatur abgeschlossen.

Alljährlich wurden die Instrumente einer Prüfung unterworfen. Die in den ersten Jahren durch Erhöhung des Nullpunktes der Thermometer entstandenen Abweichungen sind, als den verflossenen Zeiträumen proportional, in Rechnung gezogen worden.

Um dem Einwande zu begegnen, dass bei dieser Aufstellung die Thermometer zwar die Temperatur der Holzröhren, nicht aber die des Erdbodens anzeigen, wurde eine längere Versuchsreihe mit 3 Thermometern, von denen das erste frei im Boden, das zweite in eine Zinkröhre und das dritte in eine Holzröhre eingelassen war, ausgeführt. Sämmtliche Instrumente waren bis zu 30 cm, als der Tiefe, bis zu welcher sich noch die täglichen Veränderungen geltend machen, in Sandboden versenkt. Das in freier Erde trug zum Schutze des Gefäßes eine kurze Metallhülle. Die Ablesungen fanden stets Mittags statt und ergaben folgende Monatsmittel:

	Thermometer in		
	freier Erde	Zink	Holz
Januar	3.01 °C	2.85 °C	3.00 °C
Februar	3.16	2.97	3.10
März	4.48	4.24	4.36
April	6.06	5.87	6.10
Mai	11.43	11.30	11.15
Juni	12.70	12.61	12.50

Obleich sich das in der Holzröhre befindliche Thermometer in seinen Angaben immer etwas verspätigte und daher einem schwer empfindlichen Thermometer zu vergleichen war, stimmen doch die Schwankungen gut überein. Aus 10 Sätzen zu je 10 Beobachtungen ergaben sich als Mittelwerthe der Schwankungen für das Thermometer

$$\begin{aligned}
 &\text{in freier Erde} &= 2.5^{\circ}, \\
 &\text{,, der Zinkröhre} &= 2.6^{\circ}, \\
 &\text{,, der Holzröhre} &= 2.4^{\circ}.
 \end{aligned}$$

Die Holzröhren hielten nicht die vollen 10 Jahre aus und mussten daher, als sie nach 7 Jahren zu faulen begannen, 1880 mit Zinkröhren ausgefüllt werden. Die Beeinflussung kann dem Obigen zufolge als gering erachtet werden und wird für die grösseren Tiefen ganz unbeachtet bleiben können.

Ein Vergleich der zehnjährigen Mittelwerthe mit denen aus den ersten 5 Jahren ergibt einen fast durchgängigen Rückgang der Wärme.

Bemerkenswerth ist, dass sich dieselbe Thatsache auch in der mittleren Lufttemperatur zeigt. Die Mitteltemperatur aus den Jahren von 1870 bis jetzt steht durchgängig tiefer als das 35jährige Gesamtmittel.

Die Bodenwärme der letzten 5 Jahre hat abgenommen für

die Tiefe von 3 m um 0.54°	die Tiefe von 0.75 m um 0.45°
„ „ „ 2 „ „ 0.39	„ „ „ 0.5 „ „ 0.62
„ „ „ 1.5 „ „ 0.49	„ „ „ 0.25 „ „ 0.21
„ „ „ 1.0 „ „ 0.40	„ „ „ 0.10 „ „ -0.22

Die Nebeneinanderstellung der Temperaturcurven beider Zeiträume zeigt sehr deutlich, dass die drei Sommermonate der letzten 5 Jahre eine auffallend niedrige Temperatur hatten, und dass der ganze Januar, die letzte Hälfte des März und die erste des April, sowie die Zeit vom 22. September bis 22. October zu kalt waren. Da aber die Veränderungen der Lufttemperatur theils durch Leitung, theils durch Circulation in den Erdboden übertragen und mit zunehmender Tiefe immer unmerklicher werden, so treten nur die Abweichungen längerer Zeiträume hervor, während die positiven Abweichungen, welche nur kürzere Zeit anhielten, sich nur in den Veränderungen der obersten Schichten wieder abspiegeln, in Bezug auf die Zeit des Eintritts aber verschieben und endlich bis zur Unkenntlichkeit mit zunehmender Tiefe verflachen.

Die folgenden Werthe, welche Mitteltemperaturen aus den 10 Jahren 1873—1882 sind, finden durch die Ueberschriften ihre Erläuterung und in der beifolgenden Tafel III mit den Temperaturcurven eine Veranschaulichung.

Jährlicher Gang der Wärme*)

in den Tiefen von:

1873—82	3.0 m	2.0 m	1.5 m	1.0 m	0.75 m	0.5 m	0.25 m	0.1 m	Luft
Tag	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°
Januar 1.	8.8	6.9	5.4	3.8	2.9	2.2	1.2	0.8	1.5
8.	8.6	6.4	4.8	3.4	2.6	2.0	1.1	0.7	-1.5
15.	8.2	6.1	4.7	3.3	2.5	1.9	1.1	0.5	-0.1
22.	7.9	5.8	4.4	3.1	2.4	1.8	1.1	0.7	-0.4
Februar 1.	7.5	5.4	4.1	2.6	2.0	1.3	0.6	0.0	-0.8
8.	7.3	5.1	3.8	2.5	1.8	1.3	0.7	0.4	0.0
15.	7.0	4.9	3.7	2.6	1.9	1.3	0.6	0.3	1.0
22.	6.9	4.8	3.7	2.7	2.1	1.8	1.5	1.9	2.0
März 1.	6.8	4.7	3.7	2.8	2.4	2.7	2.5	2.9	2.5
8.	6.6	4.9	4.0	3.3	3.0	2.9	2.2	2.4	3.8
15.	6.7	5.1	4.3	3.7	3.2	2.8	2.2	2.4	2.3
22.	6.6	5.2	4.3	3.8	3.6	3.6	3.2	2.9	3.2
April 1.	6.6	5.3	4.7	4.7	5.0	5.5	5.8	6.4	7.2
8.	6.7	5.7	5.6	6.0	6.3	6.8	6.7	6.4	6.7
15.	6.8	6.3	6.3	6.7	6.9	7.4	7.4	7.7	8.0
22.	7.1	6.8	7.1	7.7	8.2	8.9	9.3	9.5	8.7
Mai 1.	7.5	7.5	7.9	8.3	8.6	8.9	8.7	8.3	8.5
8.	7.8	8.0	8.4	9.1	9.6	10.2	10.1	9.9	9.7
15.	8.1	8.4	9.0	9.6	10.0	10.6	10.9	11.0	10.7
22.	8.4	8.9	9.6	10.3	10.9	11.7	12.2	12.6	13.4

*) Die mittlere Wärme der Luft ist durch zeichnende Darstellung aus den fünf-tägigen Wärmemitteln dieses Zeitraumes gewonnen worden.

1873—82		3.0 m	2.0 m	1.5 m	1.0 m	0.75 m	0.5 m	0.25 m	0.1 m	Luft
Tag		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°
Juni	1.	8.9	9.7	10.6	11.9	12.6	13.5	14.1	14.5	15.3
	8.	9.2	10.3	11.5	13.0	13.9	14.9	15.3	15.2	16.5
	15.	9.7	11.1	12.3	13.8	14.4	15.0	15.3	15.5	16.0
	22.	10.1	11.6	12.9	14.2	15.0	16.1	16.9	17.7	18.0
Juli	1.	10.6	12.3	13.7	15.2	16.0	16.9	17.7	18.2	17.7
	8.	10.9	12.7	14.1	15.7	16.4	17.3	17.6	17.9	18.2
	15.	11.3	13.2	14.6	16.0	16.4	17.3	17.7	18.1	18.4
	22.	11.7	13.5	14.9	16.2	16.8	17.5	17.4	16.7	18.6
August	1.	12.0	13.9	15.2	16.4	16.8	17.7	17.9	17.7	18.3
	8.	12.2	14.1	15.3	16.3	16.7	17.3	17.4	17.4	18.3
	15.	12.5	14.1	15.4	16.1	16.6	17.2	17.4	17.4	17.7
	22.	12.7	14.2	15.4	16.0	16.4	16.8	16.7	16.5	17.4
September . . .	1.	12.8	14.2	15.1	15.7	15.7	15.9	15.5	15.0	16.3
	8.	12.9	14.1	14.9	15.4	15.3	15.6	15.4	14.9	15.3
	15.	12.9	14.0	14.5	14.8	14.8	14.9	14.7	14.2	14.5
	22.	12.9	13.8	14.2	14.3	14.1	13.9	13.0	12.6	13.0
October	1.	12.8	13.4	13.4	13.2	12.8	12.7	12.1	11.7	11.8
	8.	12.7	13.0	13.0	12.6	12.2	11.9	11.2	10.9	10.5
	15.	12.5	12.6	12.4	11.8	11.3	10.8	9.8	9.2	10.0
	22.	12.3	12.2	11.8	10.9	10.4	9.7	8.8	7.9	7.7
November . . .	1.	11.9	11.4	10.7	9.5	8.7	7.9	6.7	5.7	6.0
	8.	11.6	10.7	9.7	8.1	7.3	6.5	5.6	5.4	3.8
	15.	11.2	10.1	9.0	7.5	6.7	5.9	4.5	4.2	4.6
	22.	10.8	9.4	8.3	6.7	5.8	5.0	4.0	3.3	3.2
December . . .	1.	10.4	8.7	7.6	6.1	5.2	4.4	3.3	2.3	2.6
	8.	9.9	8.2	7.1	5.5	4.7	3.8	2.8	2.1	0.5
	15.	9.6	7.8	6.4	4.7	3.8	2.9	1.9	1.3	0.7
	22.	9.2	7.3	5.7	4.3	3.5	3.0	2.3	1.6	0.5
	31.	8.7	6.8	5.3	3.7	3.0	2.3	1.5	1.0	0.3

Mittlere Monatstemperaturen

für die Tiefen von:

1873—82	3.0 m	2.0 m	1.5 m	1.0 m	0.75 m	0.5 m	0.25 m	0.1 m	Luft
	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°
Januar	8.2	6.1	4.7	3.3	2.5	1.8	1.0	0.5	—0.0
Februar	7.1	5.0	3.8	2.6	2.0	1.7	1.2	1.1	0.8
März	6.7	5.1	4.2	3.7	3.4	3.5	3.2	3.4	3.5
April	6.9	6.3	6.3	6.7	7.0	7.5	7.6	7.7	8.0
Mai	8.1	8.5	9.1	9.9	10.4	11.0	11.2	11.3	11.5
Juni	9.7	11.0	12.2	13.6	14.4	15.3	15.9	16.2	16.8
Juli	11.3	13.1	14.5	15.9	16.5	17.3	17.7	17.8	18.3
August	12.4	14.1	15.3	16.1	16.4	17.0	17.0	16.8	17.6
September . . .	12.8	13.9	14.4	14.7	14.6	14.6	14.1	13.7	13.9
October	12.4	12.5	12.3	11.6	11.1	10.6	9.7	9.1	9.1
November . . .	11.2	10.1	9.0	7.6	6.7	5.9	4.8	4.2	3.8
December . . .	9.5	7.8	6.4	4.8	4.0	3.3	2.3	1.7	0.3
Jahr	9.70	9.46	9.35	9.20	9.08	9.12	8.31	8.61	8.63

Um die Linien des Wärmeganges auszugleichen, oder um den normalen Gang der Wärme für einzelne Bodenschichten und der Luft zu erhalten, sind aus den mittleren Monatstemperaturen die Constanten der Bessel'schen Formel nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet worden. Darnach ergeben die folgenden Ausdrücke, in denen

T = die Temperatur in $^{\circ}\text{C}$,

n = einen beliebigen, vom 15. Januar an gezählten Tag bedeutet,

(der Monat zu 30 Tagen gerechnet und einem Winkel von 30° gleichgesetzt), den Gang der Wärme für die Tiefe von

$$3 \text{ m: } T_n = 9.70^{\circ} - 1.56 \cos n - 2.67 \sin n$$

$$2 \text{ m: } T_n = 9.46^{\circ} - 3.55 \cos n - 3.03 \sin n$$

$$1 \text{ m: } T_n = 9.20^{\circ} - 6.43 \cos n - 2.45 \sin n + 0.23 \cos 2n + 0.17 \sin 2n$$

$$0.5 \text{ m: } T_n = 9.12^{\circ} - 7.85 \cos n - 1.67 \sin n + 0.36 \cos 2n + 0.18 \sin 2n$$

$$\text{Luft: } T_n = 8.63^{\circ} - 9.35 \cos n - 0.61 \sin n + 0.43 \cos 2n + 0.50 \sin 2n$$

Wie das Folgende zeigt, entspricht der Verlauf der Wärme, für die Tiefe von 3 m, fast genau der nach obigem Ausdruck berechneten normalen Wärmecurve, während, wie auch ein flüchtiger Blick auf die Zeichnung lehrt, die Abweichungen für die oberen Schichten grösser werden.

	3 m Tiefe:			0.5 m Tiefe:		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
Januar . . .	8.20	8.15	+0.05	1.84	1.62	+0.22
Februar . . .	7.09	7.03	+0.06	1.70	1.76	-0.06
März	6.74	6.62	+0.12	3.48	3.63	-0.15
April	6.94	7.04	-0.10	7.51	7.10	+0.41
Mai	8.14	8.18	-0.04	10.97	11.27	-0.30
Juni	9.68	9.72	-0.04	15.26	15.07	+0.19
Juli	11.29	11.27	+0.02	17.31	17.33	-0.02
August . . .	12.43	12.39	+0.04	16.96	17.10	-0.14
September .	12.83	12.80	+0.03	14.59	14.47	+0.12
October . . .	12.43	12.38	+0.05	10.60	10.43	+0.17
November . .	11.20	11.24	-0.04	5.95	6.30	-0.35
December . .	9.54	9.70	-0.16	3.29	3.18	+0.11

Aus den mittleren Monatstemperaturen ist zu erkennen, dass in der Zeit von November bis Ende März die tieferen Schichten wärmer sind als die oberen, und dass sich dagegen für die Zeit von April bis October das Verhältniss umkehrt.

Die Wendezeiten, d. h. die Zeiten, in denen alle Schichten eine nahezu gleiche Temperatur besitzen, fallen auf Anfang April und Ende October; demzufolge müssen, wie sich auch leicht aus dem „jährlichen Gange der Wärme“ erkennen lässt, die äussersten Wärmegrade in den verschiedenen gelegenen Schichten zu verschiedenen Zeiten eintreten. Das Folgende giebt die darauf bezüglichen, direct aus den Beobachtungen gezogenen 10jährigen Mittelwerthe:

Zeit des durchschnittlichen Eintrittes der höchsten, mittleren und niedrigsten Temperaturen.

Tiefe	Höchste Wärme		Mittlere Wärme	Niedrigste Wärme		Mittlere Wärme	Schwankung
m	Tag	C°		Tag	C°		C°
3.0	15. Sept.	12.9	11. Dec.	22. März	6.6	15. Juni	6.3
2.0	22. Aug.	14.2	23. Nov.	1. März	4.7	28. Mai	9.5
1.5	22. Aug.	15.4	12. Nov.	22. Febr.	3.7	19. Mai	11.7
1.0	1. Aug.	16.4	2. Nov.	8. Febr.	2.5	9. Mai	13.9
0.75	1. Aug.	16.8	29. Oct.	8. Febr.	1.8	5. Mai	15.0
0.5	1. Aug.	17.7	24. Oct.	8. Febr.	1.3	3. Mai	16.4
0.25	1. Aug.	17.9	22. Oct.	1. Febr.	0.6	23. April	17.3
0.1	15. Juli	18.4	19. Oct.	1. Febr.	0.0	19. April	18.4
Luft	17. Juli	18.6	21. Oct.	8. Jan.	—1.5	23. April	20.1

Da die Ablesungen der Thermometer nur aller 7 Tage stattfanden, so können die im Vorstehenden angegebenen Zeiten noch nicht als die wirklichen Eintrittszeiten gelten, denn die betreffenden Wärmezustände können auch in der Zeit zwischen je zwei Ablesungen eingetreten sein.

Die wirklichen Eintrittszeiten lassen sich näherungsweise durch sorgfältige Zeichnung auf bekannte Weise ermitteln. Genauer jedoch und am bequemsten durch das von Quetelet bei Berechnung der Brüsseler Beobachtungen angewendete analytische Verfahren*), nach welchem die Mitteltemperaturen dreier benachbarter Monate oder dreier Beobachtungen, innerhalb welcher das Extrem zu liegen kommt, als die gleichweit von einander abstehenden Ordinaten, und die zugehörigen Zeiten als die Abscissen eines parabolischen Bogens betrachtet werden. Die daraus zu berechnenden Scheitelkoordinaten geben die Grösse und Eintrittszeit des Extremis. Während die Rechnung keine Aenderung des Werthes der oben angeführten Temperaturen ergibt, ergeben sich als:

In der Tiefe von	Eintrittszeiten der	
	höchsten Wärme	niedrigsten Wärme
3 m	14. Sept. Mittags	25. März Morgens
2 m	25. Aug. Morgens	28. Febr. Morgens
1.5 m	19. Aug. Nachts	22. Febr. Morgens
1 m	2. Aug. Morgens	9. Febr. Morgens
0.5 m	27. Juli Mittags	3. Febr. Nachts

*) Lehrbuch der Meteorologie von E. E. Schmid, S. 174.

Die äussersten Wärmegrade, welche überhaupt in jeder Bodenschicht während der 10 Jahre beobachtet wurden, sind

Tiefe	Absolutes Maximum		Absolutes Minimum	
m		°C		°C
3.0	8. Septbr. 75	13.7	22. März 81	5.7
2.0	31. August 75	15.4	28. Februar 81	4.0
1.5	22. August 75	16.7	22. Februar 81	2.8
1.0	22. August 75	17.8	15. Februar 82	1.5
0.75	15. Juli 74	18.8	31. Januar 81	0.9
0.5	15. Juli 74	19.8	31. Januar 81	—0.1
0.25	15. Juli 73	20.5	8. Februar 76	—0.5
0.1	8. Juli 74	21.2	22. Januar 81	—2.8
Luft	18. August 75	34.7	7. Decbr. 75	—25.6

Dem Vorstehenden zufolge ist der Frost nur einmal bis zur Tiefe von 0.5 m eingedrungen. Wenn nun trotzdem das Wasser in den noch tiefer gelegenen Röhren der hiesigen Wasserleitung, in nahezu gleicher Bodenart stellenweise öfters gefriert, so dürfte die Ursache vorwiegend in den bis an die Oberfläche reichenden Metalltheilen, als Hydranten etc. zu suchen sein, welche, weil sie in steter Berührung mit der Aussenluft sind, besonders bei mangelndem Schnee in kurzer Zeit, als gute Wärmeleiter, die kältere Aussentemperatur annehmen und nach den tiefer gelegenen Schichten zu leiten vermögen.

Mittlere Jahrestemperaturen

für die Tiefen von:

Jahr	3.0 m	2.0 m	1.5 m	1.0 m	0.75 m	0.5 m	0.25 m	0.1 m	Luft
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1873	10.01	9.88	9.82	9.76	9.82	9.75	9.47	8.72	9.15
1874	10.07	9.89	9.71	9.56	9.49	9.46	9.07	8.34	8.70
1875	9.91	9.62	9.56	9.31	9.17	9.20	8.90	8.47	7.72
1876	9.91	9.47	9.44	9.26	9.09	9.42	9.03	8.57	8.62
1877	9.95	9.40	9.48	9.10	8.96	9.33	8.85	8.40	8.89
1878	9.83	9.65	9.62	9.59	8.53	9.57	9.03	8.65	9.34
1879	9.53	9.06	8.75	8.91	8.91	8.64	8.12	8.08	7.67
1880	9.48	9.15	9.02	9.25	9.41	8.74	8.58	9.00	9.22
1881	9.06	9.06	8.94	8.45	8.40	8.20	8.19	8.67	7.75
1882	9.23	9.40	9.20	8.78	9.04	8.91	8.83	9.20	9.33
Mittel	9.70	9.46	9.35	9.20	9.08	9.12	8.81	8.61	8.63
Schwankung	1.01	0.83	1.07	1.31	1.42	1.55	1.35	1.12	1.67

Die nahezu stetige Abnahme der Temperatur, wie sie sich in den mittleren Jahrestemperaturen für die verschiedenen Tiefen von unten nach oben gehend zeigt, erleidet auffallender Weise eine Unterbrechung für die Tiefe von 0.75 m. Der Grund dafür liegt jedenfalls nur in dem eindringenden atmosphärischen Wasser. Von Anfang an zeigte sich nach anhaltendem Regen- oder Thauwetter Wasser in der Holzröhre. Da dasselbe nicht in der nächsthöheren, und selten in den tieferen benachbarten

Röhren auftrat, ist zu schliessen, dass ein unterirdischer, vom Wasser selbst gebetteter Lauf dasselbe nach der Röhre leitete, in welche es von unten eindrang. Alle Mittel, dies ohne Beeinflussung der Resultate zu beseitigen, blieben erfolglos.

Sowohl die mittleren, als auch die absoluten Extreme lassen bald erkennen, dass die Schwankungen der Temperatur mit zunehmender Tiefe abnehmen, und dass schliesslich eine Tiefe vorhanden sein muss, in welcher die Schwankungen so gering werden, dass sie durch unsere Thermometer nicht mehr zu erkennen sind. Der Theorie von Poisson zufolge*) nehmen die Schwankungen in einer geometrischen Progression ab, wenn die zugehörigen Tiefen in einer arithmetischen Reihe zunehmen. Um darnach die Tiefe zu ermitteln, in welcher die jährlichen Schwankungen nur noch 0.01° betragen, also kaum bemerkbar sind, ergeben sich, da die Schwan-

$$\begin{aligned} 1 \text{ m Tiefe} &= 13.9^{\circ}, \\ 2 \text{ m } &= 9.5^{\circ}, \\ 3 \text{ m } &= 6.3^{\circ} \end{aligned}$$

betragen, als Anfangsglied a der geometrischen Progression 13.9° , Endglied $z = 0.01^{\circ}$ und als Exponent $e = 0.683$, folglich als gesuchte Tiefe oder Anzahl der Glieder n

$$n = \frac{\log z - \log a}{\log e} + 1$$

Mithin betragen die Schwankungen der Temperatur nur noch

$$\begin{aligned} 0.01^{\circ} &\text{ in der Tiefe von } 20 \text{ m,} \\ 0.10^{\circ} & \text{ „ „ „ „ 14 m.} \end{aligned}$$

Die täglichen Schwankungen hören in einer viel geringeren Tiefe auf bemerkbar zu sein, oder weniger als 0.01° zu betragen. Nach der oben angeführten Theorie verhalten sich die Tiefen zu einander, wie die Quadratwurzeln aus den Zeiträumen, also wie $\sqrt{365}$ Tagen zu $\sqrt{1}$ Tag oder wie 19 : 1. Die täglichen Temperaturschwankungen machen sich demnach nur noch bis zu ca. 1 m Tiefe bemerkbar.

Die Verschiebung der Eintrittszeiten der äussersten Wärmegrade lässt leicht erkennen, dass zur Fortpflanzung der Wärme nach der Tiefe zu eine gewisse Zeit nothwendig ist. Die Fortpflanzung des Maximums bis zu 1 m Tiefe gebraucht 14 Tage, die des Minimums 30 Tage Zeit. Diese auffallende Verschiedenheit erklärt sich durch die verschiedene Beschaffenheit des Erdbodens in den entsprechenden Zeiten. Das Maximum tritt zu einer Zeit ein, in welcher der Boden gelockert ist und leicht vom Wasser durchdrungen wird, während die Bewegung des Minimums in die Zeit fällt, in welcher der Boden gefroren oder auch mit Schnee bedeckt ist. Dasselbe gilt auch für die Fortpflanzung der mittleren Jahrestemperaturen.

Unter Berücksichtigung der eben berechneten Eintrittszeiten beträgt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit für die Strecken von

	0—1 m	1—2 m	2—3 m
für das Maximum	16 Tage	23 Tage	20 Tage
„ „ Minimum	31 „	19 „	25 „
„ „ 1. Mittel	16 „	19 „	18 „
„ „ 2. „	12 „	21 „	18 „

*) Lehrbuch der Meteorologie von E. E. Schmid.

Durchschnittlich gebraucht also die Wärme, um bis zur Tiefe von

1 m zu gelangen, $18\frac{3}{4}$ Tag,

1—2 „ „ „ $20\frac{1}{2}$ „

2—3 „ „ „ $20\frac{1}{4}$ „

woraus sich als Mittel für die Leitungsfähigkeit des Bodens oder der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme 1 m in 20 Tagen ergibt.

Während des Jahres 1873 liess der Vorstand der chemischen Centralstelle, Herr Hofrath Dr. Fleck, gleichfalls Messungen der Bodentemperatur für die Tiefen von 2—6 m im hiesigen Königl. botanischen Garten ausführen*), denen, um die Abhängigkeit der Temperatur von Nebenumständen zu zeigen, die nachstehenden Werthe zum Vergleiche entnommen sind:

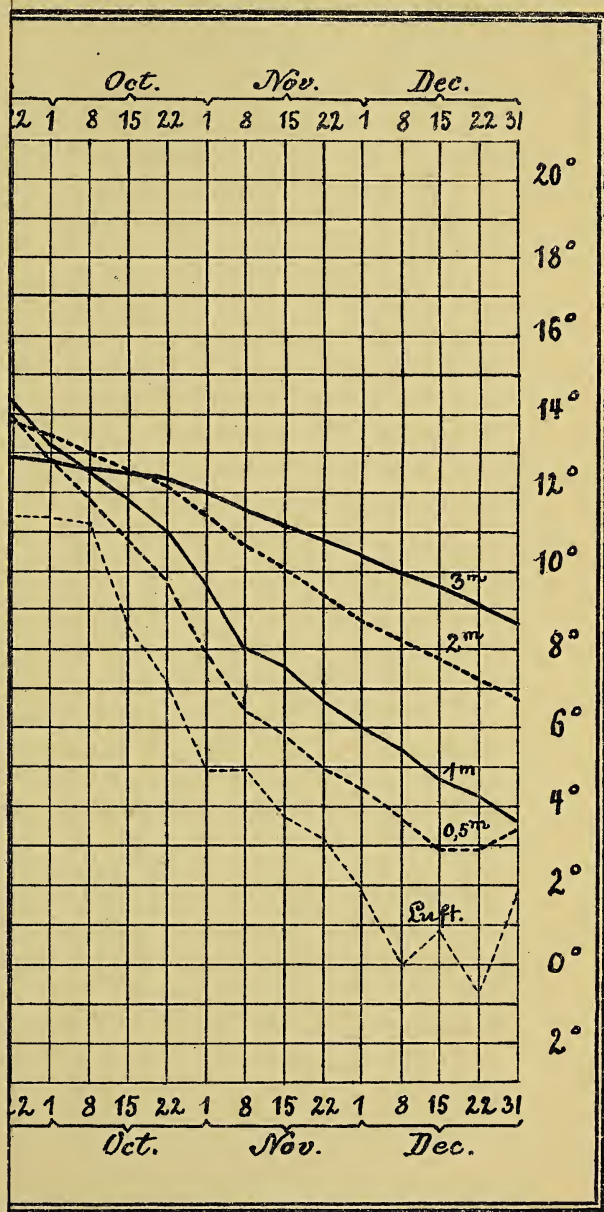
Mittlere Bodentemperatur
in 2 m Tiefe:

1873	Palais-Garten Neustadt	Botan. Garten Altstadt
Januar . . .	6.8 °C	6.9 °C
Februar . . .	5.5	5.3
März	5.1	5.3
April	6.9	10.2
Mai	8.8	10.1
Juni	11.1	13.3
Juli	13.6	16.2
August	14.6	18.1
September . .	14.3	17.4
October . . .	13.0	14.8
November . .	10.9	11.1
December . .	8.6	8.0
Jahr	10.0	11.4

Die Ablesungen wurden an beiden Orten zur selben Tageszeit vorgenommen. Die Versuchsstation im Botanischen Garten lag aber völlig frei und war von Morgens bis Abends den Sonnenstrahlen ausgesetzt, während die Station in der Neustadt an meist schattiger, wenig beleuchteter Stelle lag. Dort standen die Thermometer in lockerem, humusreichen, hier in festem, kiesigen, sandigen Boden. Diese Verschiedenheit veranlasste nicht nur die Abweichungen in den Monatsmitteln, sondern auch in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, denn während die Wärme sich in dem sandigen Boden in 20 Tagen 1 m fortpflanzte, legte sie in dem lockeren Boden des Botanischen Gartens bereits in 14 Tagen dieselbe Strecke zurück.

*) Dritter Jahresbericht der chemischen Centralstelle für Dresden. Dresden, Zahn's Verlag. 1874.

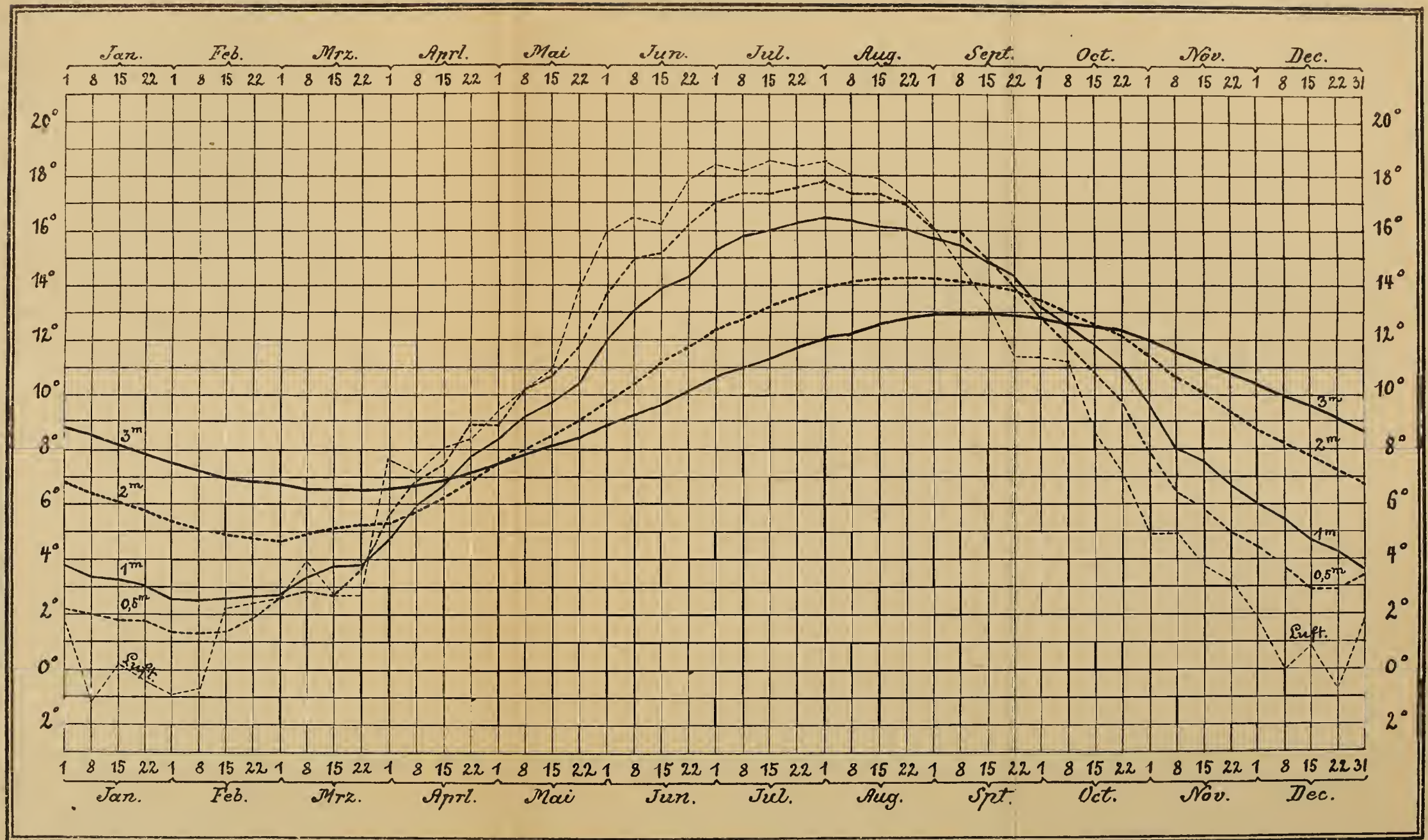
Taf. III.



Autogr. Druck v. Jörn Munkel.

0.5, 1, 2 u. 3 m Tiefe.

Dresden.



Autogr. Drucker. Febr. Mantel.

Temperatur der Luft und des Erdbodens in 0.5, 1, 2 u. 3^m Tiefe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [1886](#)

Autor(en)/Author(s): Neubert Gst. Ad.

Artikel/Article: [III. Die Temperatur des Erdbodens in Dresden 1021-1029](#)