

Veröffentlichungen
des
Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

G. Hellmann

— Nr. 215 —

Abhandlungen Bd. III. Nr. 3.

Magnetische Kartographie

in historisch-kritischer Darstellung

Von

G. Hellmann



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Preis 6 M

Veröffentlichungen
des
Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

G. Hellmann

— Nr. 214 —

Abhandlungen Bd. III. Nr. 2.

Ein Beitrag zur Kenntniss

der

Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse

in verschiedener Höhe über dem Erdboden

Von

K. Knoch



1909

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-662-23871-4 ISBN 978-3-662-25974-0 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25974-0

Seit dem Bestehen des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums bei Potsdam sind an ihm für die Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit zwei mit Registrierinstrumenten versehene Stationen nebeneinander in Betrieb gewesen. Die eine von ihnen befindet sich auf der südlich von dem Hauptgebäude gelegenen sogenannten „Beobachtungswiese“, während die andere auf dem Turme des Observatoriums untergebracht ist. Die Instrumente sind an beiden Orten in den bekannten englischen Hütten großen Maßstabes aufgestellt. Auf der Wiese erhebt sich die Hütte ungefähr 2 m über dem Erdboden, auf dem Turm haben die Instrumente dagegen die Höhe von 34 m, etwa $1\frac{1}{2}$ m über dem oberen Rand der Turmbrüstung. Die gegenseitige Höhendifferenz beträgt demnach 32 m.

In den Hütten befindet sich unter anderem je ein Hygrograph, Modell Richard, mit zweitägiger Umlaufzeit; das Intervall für eine Stunde beträgt hierbei 5 mm. Ihr Stand wurde dreimal am Tage gelegentlich der regelmäßigen Beobachtungstermine auf Grund der Feuchtigkeitsbestimmung mit Hilfe des trockenen und des ventilierten feuchten Thermometers kontrolliert. Für die Zwischenstunden wurden die Korrekturen durch lineare Interpolation gewonnen. Diese so erhaltenen Beobachtungsergebnisse sind in den Ergebnissen der Potsdamer Beobachtungen 12 Jahre hindurch, 1893—1904, veröffentlicht worden. Die Beobachtungen auf „Wiese“ in extenso als Hauptstation, die Turmbeobachtungen nur in Form von Monatsmitteln; daneben finden sich alljährlich die Differenzen „Turm“ minus „Wiese“ angegeben.

Dieses gedruckte vorliegende Material wurde nun zunächst in der üblichen Weise der Mittelbildung verarbeitet, wobei auch die entsprechenden Temperaturregistrierungen mit herangezogen wurden. Außerdem wurde jedoch noch besonderes Gewicht auf die Ausbeutung der Originalkurven selbst gelegt. Vergleicht man nämlich derartige an Parallelstationen gewonnene Kurven miteinander, so wird man meistens einen in großen Zügen ähnlichen, häufig sogar einen gleichen Gang feststellen können. Daneben wird man aber auch auf mannigfache charakteristische Unterschiede stoßen, deren Erklärung sehr anregend ist und manches Interessante bietet. Aus diesem Grunde wird sich diese Untersuchung nicht auf eine Vergleichung des mittleren Ganges der Feuchtigkeit auf „Turm“ und „Wiese“ beschränken, sondern auch das Studium der einzelnen Kurven und besonders der in ihnen vorkommenden Unterschiede in Betracht ziehen, für die möglichst eine Erklärung gesucht werden soll.

So wird diese Arbeit auch einen Beitrag zu der für klimatologische Untersuchungen wichtigen Frage liefern, inwieweit die Registrierungen der einen Station mit denen einer anderen direkt verglichen werden können. Da man beim Studium einzelner atmosphärischer Vorgänge immer zunächst auf die Registrierungen zurückgreifen muß, ist es von großem Wert, die Grenze ihrer allgemeinen Gültigkeit, oder mit anderen Worten, den Einfluß der besonderen Aufstellungsart der Instrumente zu kennen. Diese Frage kann naturgemäß nur an sehr nahe benachbarten Stationen untersucht werden, bei denen man auch ganz sicher sein kann, daß ein und derselbe Vorgang auf die Instrumente ohne eine inzwischen eingetretene Veränderung eingewirkt hat. Die beiden Stationen „Turm“ und „Wiese“ sind für eine derartige Untersuchung besonders geeignet.

Allerdings untersucht man einen extremen Fall, wenn eine Boden- und eine Turmstation mit einander verglichen werden, einen Fall, der im übrigen meteorologischen Stationsnetz nicht so leicht wieder vorkommen dürfte. Aus diesem Grunde wurde im letzten Jahre auf einem Pfeiler an der südwestlichen Ecke des platten Hauptdaches des Observatoriums noch ein dritter Hygrograph in einer englischen Hütte aufgestellt. Mit einer Höhe von 20 m über dem Erdboden war dies eine Aufstellung, die schon häufiger sein dürfte. Die Einrichtung dieser Zwischenstation sollte zur Entscheidung der Frage dienen, inwieweit eine derartige Aufstellung, die nur wenig über das Niveau der Baumkronen hinausragt, dem Bodeneinfluß entrückt ist, also in gewisser Beziehung als freie Atmosphäre angesehen werden kann. Auch die Registrierungen dieser Station sind täglich durch Vergleichung mit dem Aspirationpsychrometer kontrolliert worden. Ausgewertet wurden die Kurven nicht, da zur Mittelbildung das Material doch nicht hinreichte, sondern sie wurden nur beim Vergleich der „Turm“- und „Wiese“-Kurven mit herangezogen. Die Resultate dieser Vergleichen sind im Folgenden verwertet worden. In Tätigkeit war die Zwischenstation vom 11. März bis 31. Juli 1909. Nach dem in ihrer Nähe befindlichen kleinen Turm des Observatoriums, von dem aus gewöhnlich die Wolkenbeobachtungen angestellt werden, wollen wir ihr künftighin der Kürze wegen die Bezeichnung „Wolken-dach“ geben.

Zum besseren Verständnis der folgenden Ausführungen müßten wir, bevor wir an das eigentliche Thema herangehen, die Umgebung der beiden Stationen betrachten. Da sich aber eine eingehende Schilderung mit den nötigen Plänen in den „Ergebnissen der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1893“ befindet, werden einige kurze Bemerkungen an dieser Stelle genügen.

Das Observatorium erhebt sich auf dem linken Havelufer südlich der Stadt Potsdam in hügeliger Gegend an dem Rande ausgedehnter Waldungen, die sich zwar nach SSW meilenweit erstrecken, im Nordwesten als auch im Nordosten aber schon in etwa $1\frac{3}{4}$ km Entfernung enden. Dieser Rand fällt ziemlich steil an dem in der Nähe von Potsdam südwestwärts laufenden Tal der Havel und dem südostwärts sich erstreckenden Tal der Nuthe ab. Besonders hervorzuheben ist, daß hier die Havel seeartig bedeutend erweitert ist, Wald und Seeflächen demnach das Charakteristische der Umgebung des Observatoriums bilden. Die Höhe des Hügels, auf dem es sich erhebt, beträgt ungefähr 50 m über der Havel.

Will man neben dieser Kenntnis der weiteren Umgebung der beiden Stationen einen Maßstab für ihre lokalen Verschiedenheiten haben, so geschieht das am besten durch eine

Untersuchung der an ihnen herrschenden Windverhältnisse, die ihrerseits den Gang der meteorologischen Elemente beeinflussen. Wie schon erwähnt, bedeuten „Turm“ und „Wiese“ einen extremen Fall und es werden daher erhebliche Unterschiede zu erwarten sein. Zur Feststellung ihrer Größenordnung, denn um diese kann und braucht es sich für unsere Zwecke nur zu handeln, dienten zwei Fuess'sche Taschenanemometer (No. 47 und No. 85). Sie wurden gleichzeitig für eine gewisse Zeit, meist $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde, auf „Turm“ und „Wiese“ in Tätigkeit gesetzt, und nachher die Angaben des Wiesenanemometers, in Prozenten der Angaben des Turmanemometers ausgedrückt, berechnet. Um etwaige Korrekturen der beiden Instrumente gegeneinander zu bestimmen, wurden sie nach jeder Messung auf dem Turm für einige Zeit nebeneinander laufen gelassen, und die sich auf diese Weise ergebenden kleinen Korrekturen noch in Rechnung gebracht. (No. 85 ergab im Mittel etwa um 3% geringere Angaben als No. 47.) Die Anemometer selbst wurden in der Mitte der vorderen Kante des Hüttendaches aufgestellt.

Diese Art der Aufstellung erfordert noch einige Bemerkungen. Die Hütte auf dem Turm steht in der Nordwestecke, wird also von gewissen Windrichtungen frei getroffen, während sie für andere trotz der erhöhten Lage sich im Windschatten der Turmplattform befindet. Dieser Windschatten ist äußerst stark ausgeprägt und beeinflußt demgemäß die Messungsergebnisse. Sie würden ganz anders ausfallen, wenn man die Windverhältnisse auf der Wiese zu den Angaben des Schalenkreuzes am Hauptanemometer in Beziehung setzte. Dieses überragt die Plattform um ungefähr 9 m und wird durch die an dieser sich bildende Wirbel nicht mehr wesentlich beeinflußt. Da aber für vorliegende Zwecke die Stärke der Luftbewegung in aller nächster Nähe der Hütte zu untersuchen war, erschien mir die gewählte Art der Aufstellung die praktischste zu sein, wenn man dabei auch die Wirbelbildung an der Hütte selbst mit in Kauf nehmen mußte. Sie konnte jedoch vernachlässigt werden, da sie auf „Turm“ und „Wiese“ in gleicher Weise vorhanden ist und es sich nur um relative Messungen handelt.

Als mittleren Wert erhielt ich auf diese Weise aus sämtlichen Einzelmessungen für die „Wiese“ eine Windgeschwindigkeit, die nur 29% derjenigen auf „Turm“ in der Nähe der Hütte beträgt. Die entsprechende Differenz gegen das große Schalenkreuz wird noch erheblich größer sein.

Faßt man die Beobachtungen in zwei Gruppen zusammen, von denen die erste die Windrichtungen umfaßt, die die Hütte auf dem Turm am direktesten treffen können, die andere dagegen diejenigen, für die sie im Windschatten steht, so hat man in der ersten Gruppe die Richtungen WSW bis NE über N, in der zweiten ENE bis SW über S. Bestimmt man nunmehr das Verhältnis der Windgeschwindigkeit zwischen „Turm“ und „Wiese“, so sind die entsprechenden Prozentzahlen 23.2% und 40.7%. Dies besagt, daß bei nördlicher Windrichtung die Aufstellung auf „Turm“ im Vergleich zu jener auf „Wiese“ eine ganz erheblich größere Windgeschwindigkeit aufzuweisen hat, dagegen diese Differenz sich bei südlichen Winden verringert. In letzterem Falle kommt für die Hütte auf dem Turm die windschützende Wirkung der Plattform in Frage, während im ersten Falle die Winde ungehindert auf die Hütte treffen können. Sollten daneben noch Unterschiede vorhanden sein, die darin ihren Grund haben, daß die Wiese nach einer Seite hin zugänglicher ist als nach der anderen, was offenbar nach

Norden zu der Fall ist, dann wird dies vollständig durch die nicht zentrale Turmaufstellung unterdrückt. Die Aufzeichnungen des großen Anemometers werden nach dieser Seite hin Auskunft geben können.

Außer diesem Windschutz, den die besondere Lage der Wiese bedingt, kommt für das Innere der Hütte noch die abschließende Wirkung der Jalousiewände in Betracht. Messungen die auf und in der Wiesen-Hütte gleichzeitig angestellt wurden, lieferten zur Lösung dieser Frage das nötige Material. Als Mittel aus allen Messungen erhielt ich in der Hütte nur 16.3% der Stärke außerhalb. Dieses Verhältnis wird ungünstiger, je schwächer der Wind ist, besser bei größerer Windstärke. Die Messungen, nach Beaufortskala geordnet (nach den Angaben des frei aufgestellten großen Schalenkreuzes) ergaben bei den verschiedenen Windstärken

$$> 2 \dots 10 \%, \quad 3-4 \dots 18 \%, \quad \text{und} \quad 5 \dots 26 \%.$$

Der Hygrograph auf „Turm“ ist deswegen besser ventiliert, da hier von vornherein größere Windstärken in Betracht kommen.

Aus dem Gesagten geht jedenfalls genügend hervor, daß die Bodenaufstellung auf der „Wiese“ gegen die „Turm“-aufstellung besonders windgeschützt liegt; nicht nur wegen der größeren Bodennähe, sondern vielmehr wegen der Eingeschlossenheit durch den sie umgebenden Wald.

Die tägliche Periode auf „Turm“ und „Wiese“.

Aus den stündlichen Aufzeichnungen des 12jährigen Zeitraumes 1893—1904 wurden die Mittelwerte für den täglichen Gang der relativen Feuchtigkeit an den beiden Stationen in den einzelnen Monaten berechnet; sie finden sich in Tabelle I vereinigt.

Ihnen konnten die folgenden Amplituden entnommen werden.

Amplituden des mittleren täglichen Ganges der relativen Feuchtigkeit.

Monat	„Turm“	„Wiese“	Differenz	Monat	„Turm“	„Wiese“	Differenz
Januar . . .	8.4	10.3	1.9	Juli	29.5	35.6	6.1
Februar . . .	14.0	16.7	2.7	August . . .	31.6	35.5	3.9
März	24.3	28.9	4.6	September . .	29.4	33.0	3.6
April	31.3	36.9	5.6	Oktober . . .	19.4	22.5	3.1
Mai	34.2	39.2	5.0	November . . .	11.3	14.1	2.8
Juni	32.7	38.9	6.2	Dezember . . .	7.7	9.5	1.8
		„Turm“	„Wiese“	Differenz			
	Jahr	22.6	26.6	4.0			

Wie bei allen meteorologischen Elementen findet sich die größere Amplitude am Erdboden, in unserem Falle im Jahresmittel mit 26.6% auf „Wiese“, die kleinere auf „Turm“ mit 22.6%. Dieses Verhältnis bleibt auch in den einzelnen Monaten bestehen, nur die Größe der Differenz zwischen den beiden Amplituden fällt von 6.2% im Juni auf 1.8% im Dezember. Die Amplitude selbst ist am größten im Mai mit 34.2 und 39.2%, am kleinsten im Dezember mit 7.7 und 9.5%.

Die aus dem täglichen Temperaturgang, s. Tabelle III, in den verschiedenen Monaten abgeleiteten Amplituden erklären vollständig die Amplituden der relativen Feuchtigkeit.

Amplituden des mittleren täglichen Ganges der Temperatur.

Monat	„Turm“	„Wiese“	Differenz	Monat	„Turm“	„Wiese“	Differenz
Januar	2.28	2.73	0.45	Juli	6.62	8.43	1.81
Februar	3.07	3.81	0.74	August	6.81	8.41	1.60
März	4.87	6.03	1.15	September	6.48	7.79	1.31
April	6.19	7.68	1.49	Oktober	4.39	5.38	0.99
Mai	7.07	8.55	1.48	November	2.85	3.51	0.66
Juni	6.99	8.85	1.86	Dezember	1.80	2.32	0.43
		„Turm“	„Wiese“	Differenz			
	Jahr	4.85	6.04	1.19			

Besonders übereinstimmend ist der Gang der Differenzen der Amplituden für die einzelnen Monate. Sowohl bei der relativen Feuchtigkeit als auch bei der Temperatur steigen die Differenzen von Januar schnell an, erleiden im Mai einen kleinen Rückgang, erreichen ihr Maximum im Juni, haben für den Juli nur einen wenig geringeren Wert und nehmen dann beständig an Größe bis zum Dezember ab, der vom Januar nur wenig in negativem Sinne abweicht.

Um die Eintrittszeiten der Extreme leichter und sicherer bestimmen zu können, wurden die in den beiden ersten Tabellen enthaltenen Angaben einer Ausgleichung nach der Formel $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$ unterzogen. Die so gewonnenen Werte wurden graphisch aufgezeichnet und aus den Kurven die folgenden Zeiten genommen:

Eintrittszeiten der Extreme nach den ausgeglichenen Kurven.

Monat	Relative Feuchtigkeit				Temperatur			
	Maxima		Minima		Minima		Maxima	
	„Wiese“	„Turm“	„Wiese“	„Turm“	„Wiese“	„Turm“	„Wiese“	„Turm“
Januar	6.5 ^a	7.3 ⁿ	2.1 ^p	2.5 ^p	6.5 ^a	7.3 ⁿ	1.8 ^p	2.5 ^p
Februar	6.7	7.1	2.5	3.0	6.5	7.2	2.2	2.8
März	6.0	6.4	2.9	3.3	6.0	6.4	2.7	3.4
April	5.2	5.3	3.0	3.4	5.3	5.5	2.8	3.5
Mai	4.4	4.5	3.0	3.4	4.4	4.8	2.6	3.5
Juni	4.3	4.5	2.6	3.2	4.2	4.5	2.4	3.5
Juli	4.6	4.7	2.2	3.0	4.4	4.9	2.4	3.5
August	5.1	5.2	2.7	3.2	5.0	5.5	2.5	3.5
September	5.5	5.5	2.3	2.9	5.6	6.0	2.4	3.2
Oktober	6.0	6.0	1.7	2.4	6.1	6.5	1.7	2.5
November	7.0	7.0	1.6	2.2	6.8	7.4	1.6	2.2
Dezember	4.2	4.5	1.6	1.8	7.0	7.0	1.5	2.0
Jahr	4.8	5.1	2.2	2.7	4.8	5.4	2.2	2.8

Allgemein ist eine Verspätung der Eintrittszeiten auf „Turm“ gegen „Wiese“ zu erkennen. Die Minima der relativen Feuchtigkeit zeigen sie deutlicher als die Maxima. Sie beträgt bei ersteren bis zu 0.8 Stunden im Juli. Die Maxima weisen allerdings eine ähnliche Verzögerung im Januar auf, in den folgenden Monaten wird sie jedoch geringer, um in den Herbstmonaten gänzlich unterdrückt zu werden.

Die Temperaturextreme zeigen dagegen die Verzögerung sowohl bei den Maxima als auch bei den Minima sehr ausgesprochen. Sie beträgt in der Jahreskurve 0.6 Stunden für beide Extreme.

Die Maxima der relativen Feuchtigkeit treten im allgemeinen zur Zeit der Temperaturminima, die Minima zur Zeit der Temperaturmaxima auf. Kleine Verschiebungen liegen teilweise in der trotz aller angewandten Sorgfalt noch vorhandenen Unsicherheit bei der Feststellung der Zeiten, teilweise vielleicht aber auch in der für diese Zwecke noch verhältnismäßig zu kurzen Beobachtungsreihe begründet. Möglicherweise erklärt sich auch auf diese Weise das Ergebnis, daß im Dezember das Maximum der Feuchtigkeit bereits um 4.2 und 4.5^a eintritt, während das Temperaturminimum erst gegen 7^a liegt.

Die Zeit, um die die Eintrittszeiten schwanken, beträgt für die Maxima der relativen Feuchtigkeit auf „Wiese“ und „Turm“ 3.8 Stunden, für die Minima auf „Wiese“ 1.4, auf „Turm“ 1.6 Stunden. Der Spielraum der Maxima ist also in beiden Fällen mehr als doppelt so groß als derjenige der Minima.

Die Temperatur zeigt analoge Zahlen, doch ist bei ihnen der Unterschied nicht ganz so groß wie bei der relativen Feuchtigkeit. Die Eintrittszeiten der Minima schwanken hier um 2.8 bzw. 2.5 Stunden, die der Maxima um 1.3 und 1.5 Stunden.

Die mittleren Differenzen „Turm“ minus „Wiese“.

Interessanter ist die Betrachtung der mittleren Unterschiede in den Aufzeichnungen der beiden Stationen zu den verschiedenen Tagesstunden. Die zahlenmäßigen Angaben sind in der Tabelle II wiedergegeben. Um dies Material übersichtlicher darzustellen, wurde es außerdem in den nebenstehenden Kurven niedergelegt, nachdem vorher wiederum die Ausgleichung nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$ vorgenommen worden war. Die Temperaturkurven sind, um sie mit den Feuchtigkeitskurven dem Sinne nach in Übereinstimmung zu bringen, umgekehrt gezeichnet worden; sie stellen also in ihrer vorliegenden Form die Differenz „Wiese“ minus „Turm“ dar¹⁾.

Im Monatsmittel sind die Differenzen nicht allzu beträchtlich. Für die Feuchtigkeit beträgt der Unterschied im Gesamtjahresmittel nur 2.3 ‰. Im Winter ist er geringer als im Sommer. Im September erreicht er seinen höchsten Wert mit 4.0 ‰, seinen geringsten im Januar mit nur 0.8 ‰. Die Monatswerte sind in unserem Falle negativ, d. h. die Feuchtigkeit auf „Wiese“ ist um den angegebenen Betrag höher als auf „Turm“.

Nicht so regelmäßig verlaufen die Abweichungen zwischen den Temperaturregistrierungen auf „Turm“ und „Wiese“. Beachtenswert ist zunächst die Zunahme der Temperatur mit der Höhe im Jahresmittel um 0.03°. Wenn sie auch nur gering ist, so läßt sie sich doch in den weitaus meisten Jahren noch nachweisen. Innerhalb des zwölfjährigen Zeitraumes 1893—1904 befindet sich nur ein Jahr, nämlich 1900, für welches die Differenz den negativen Wert —0.02 ergibt. Die mittleren Abweichungen in den einzelnen Monaten geben im Winter und Herbst positive und nur in den Monaten April bis Juli negative Werte. Die starken Temperaturumkeh-

¹⁾ In den Morgenstunden des Januar mußte die Feuchtigkeitskurve etwas verschoben werden, um eine Deckung mit der Temperaturkurve zu vermeiden.

rungen der Abend- und Nachtstunden im Herbst und Winter sind zunächst bestimmend für die monatlichen Abweichungen, und diese drücken das Jahresmittel der „Wiese“ unter das Mittel des „Turmes“.

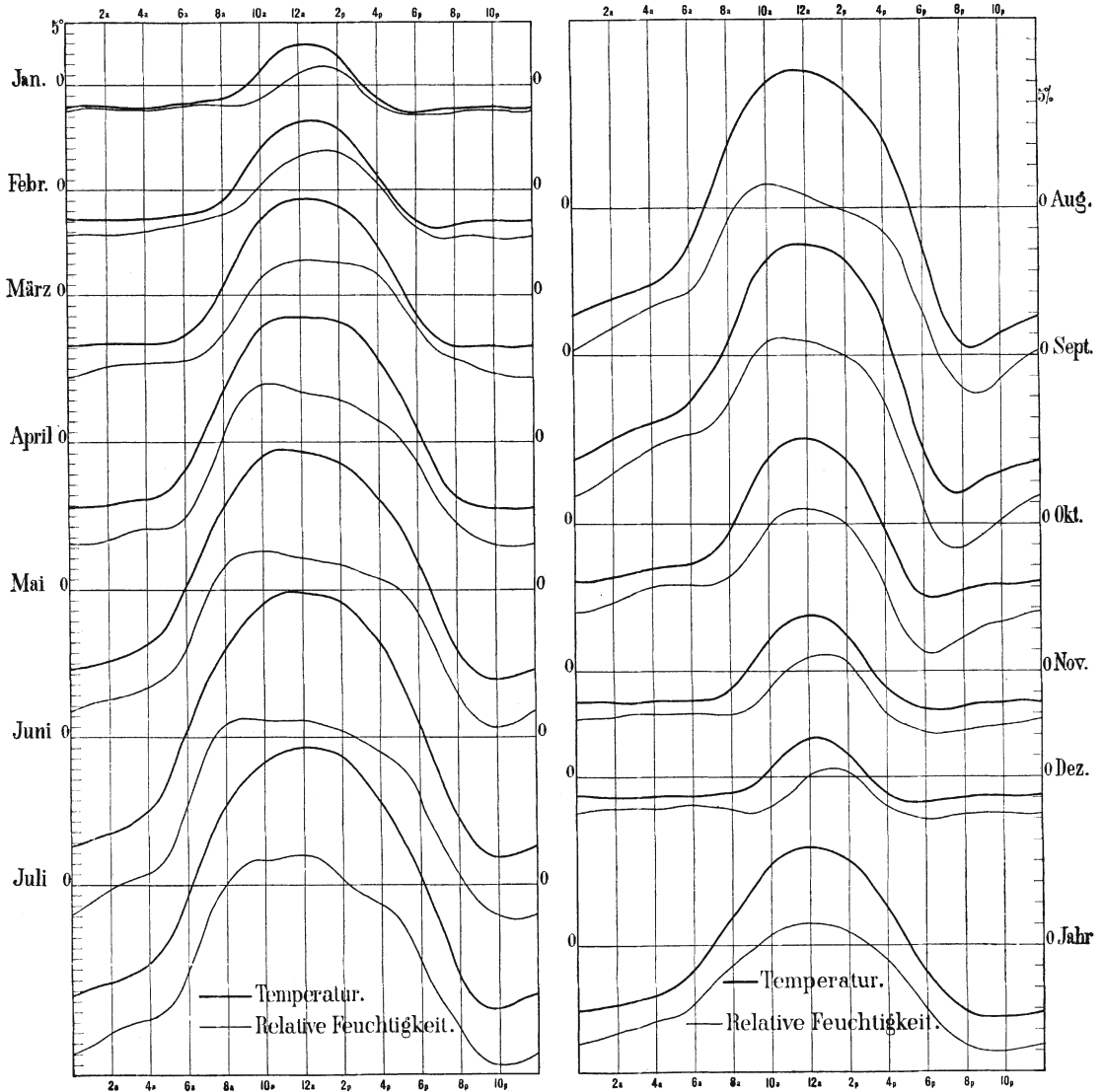


Fig. 1. Täglicher Gang der Differenzen „Turm“ minus „Wiese“ für Temperatur und relative Feuchtigkeit.

Größer als im Monatsmittel sind die mittleren Differenzen für die einzelnen Tagesstunden. Der Maximalwert beträgt für die Feuchtigkeit -9.5% im September 8^p, für die Temperatur $+1.41$ im August 8^p. Im Laufe des Tages schwanken die Differenzen am meisten im Sommer, am wenigsten im Winter. Ihre Amplituden, s. Tabelle, steigen bei der Feuchtigkeit von den

geringen Werten im Winter ziemlich beständig bis zum Juli an, halten sich im Juli, August und September auf fast genau der gleichen Höhe und erreichen dann in schnellem Abfall innerhalb zweier Monate wieder mit Dezember die geringen winterlichen Werte. Die Temperatur weist ähnliche Verhältnisse auf.

Amplituden der Differenzen „Turm“ minus „Wiese“.

Monat	Relative Feuchtigkeit	Temperatur	Monat	Relative Feuchtigkeit	Temperatur
Januar	2.5	0.66	Juli	10.3	2.48
Februar	4.4	0.73	August	10.5	2.72
März	5.6	1.42	September	10.5	2.40
April	7.9	1.85	Oktober	7.3	1.55
Mai	8.6	2.19	November	3.9	0.90
Juni	9.6	2.56	Dezember	2.6	0.63
			Jahr	6.1	1.62

Während der meisten Stunden sind die Differenzen der Feuchtigkeit negativ, die „Wiese“ ist also feuchter als der „Turm“. Nur kurze Zeit um die Mittagsstunden herum ist es „unten“ infolge der stärkeren Erwärmung trockener als „oben“. Die Temperatur zeigt das Umgekehrte. Zur Nacht- und Abendzeit ist die Differenz positiv, d. h. es besteht Temperaturumkehr, nur in den Monaten Mai, Juni, Juli ist die Erwärmung der unteren Schichten so stark, daß während mindestens der Hälfte des Tages die „Wiese“ höhere Temperaturen hat als der „Turm“. Die genaueren Zeitangaben, wie sie den ausgeglichenen Kurven entnommen werden, gibt folgende Tabelle.

Angaben in Stunden.

Monat	Relative Feuchtigkeit Differenz „Turm“ minus „Wiese“ positiv	Temperatur Differenz „Turm“ minus „Wiese“ negativ	Monat	Relative Feuchtigkeit Differenz „Turm“ minus „Wiese“ positiv	Temperatur Differenz „Turm“ minus „Wiese“ negativ
Januar	3.9	6.0	Juli	6.3	12.0
Februar	6.5	8.0	August	5.2	10.6
März	7.6	9.6	September	4.7	9.0
April	9.2	11.5	Oktober	3.7	7.8
Mai	9.8	12.6	November	3.6	6.4
Juni	7.1	12.2	Dezember	2.3	5.5
			Jahr	5.8	10.2

Der positive Wert der Temperatur hat fast die doppelte Zeitdauer, stimmt aber im jährlichen Gange in den einzelnen Monaten mit dem der Feuchtigkeit im allgemeinen überein. Ein Unterschied besteht nur insofern, als Juni und Juli ebenfalls noch hohe Werte aufweisen, wodurch ein langsamerer Abfall bewirkt wird. Das Maximum der Zeitdauer, während welcher für die Feuchtigkeit die Differenz „Turm“ minus „Wiese“ positiv und für die Temperatur negativ ist, fällt bemerkenswerter Weise auf den Mai, während, wenigstens für die Feuchtigkeit, die heißere Jahreszeit mehr zurücktritt. Die Erklärung hierfür mag darin zu suchen sein, daß im Frühling und Frühlingszeit sich die tägliche Erwärmung des Bodens nur den untersten Schichten mitteilt und damit auch hier die relative Feuchtigkeit sinken läßt.

Betrachtet man die Zeiten, zu denen die Differenzen der beiden Elemente eine Änderung ihres Vorzeichens erfahren, s. Tabelle, so ist zunächst festzustellen, daß bei der

Temperatur in allen Monaten dieser erste Zeichenwechsel früher, der zweite Wechsel später als die entsprechenden der Feuchtigkeit eintreten. Auf diese Weise kommt die bereits weiter oben erwähnte Tatsache heraus, daß die Zeit, während welcher die „Wiese“ wärmer als der „Turm“ ist, fast doppelt so lang ist als jene, während welcher sie auch die größere Trockenheit aufzuweisen hat.

Eintrittszeiten einer Vorzeichenänderung der Differenzen „Turm“ minus „Wiese“.

Monat	Rel. Feuchtigkeit		Temperatur		Monat	Rel. Feuchtigkeit		Temperatur	
	- zu +	+ zu -	+ zu -	- zu +		- zu +	+ zu -	+ zu -	- zu +
Januar	11.0 ^a	2.9 ^p	9.3 ^a	3.4 ^p	Juli	8.0 ^a	2.3 ^p	6.2 ^a	6.2 ^p
Februar	9.8 ^a	4.3 ^p	8.5 ^a	4.5 ^p	August	8.4 ^a	1.7 ^p	6.8 ^a	5.4 ^p
März	9.3 ^a	4.9 ^p	7.8 ^a	5.4 ^p	September	9.3 ^a	2.0 ^p	7.6 ^a	4.5 ^p
April	7.9 ^a	5.1 ^p	6.8 ^a	6.3 ^p	Oktober	10.1 ^a	1.8 ^p	8.2 ^a	3.9 ^p
Mai	7.2 ^a	5.0 ^p	6.0 ^a	6.6 ^p	November	10.8 ^a	2.4 ^p	8.8 ^a	3.2 ^p
Juni	7.4 ^a	2.5 ^p	6.0 ^a	6.2 ^p	Dezember	0 ^p	2.3 ^p	9.5 ^a	3.0 ^p
					Jahr	9.2 ^a	3.0 ^p	7.0 ^a	5.2 ^p

Eine Kurve, die den Übergang vom negativen zum positiven Vorzeichen der Differenz „Turm“ minus „Wiese“ für die relative Feuchtigkeit darstellen sollte, würde im Dezember mit 0^p ihren tiefsten Punkt erreichen, dann stetig ansteigen, d. h. der Übergang findet immer früher statt, bis er im Mai mit einem Zeitpunkt kurz nach 7^a am frühesten eintritt, worauf die Kurve wieder allmählich zum Dezember abfällt. Der Übergang vom positiven zum negativen Wert findet am spätesten um 5^p im April statt. März und Mai reichen an diesen Termin ebenfalls sehr nahe heran. Bereits im Juni tritt der Übergang aber schon um 2³⁰^p ein, und in den übrigen Sommer- und Herbstmonaten schwankt dieser Zeitpunkt, abgesehen vom August mit 1^{3/4}^p, nur wenig. Daß das Maximum der Zeitdauer des positiven Wertes auf den Mai fällt, erklärt sich also dadurch, daß in diesem Monat der Übergang zum positiven Wert am frühesten, der Übergang zum negativen mit am spätesten eintritt. Im Juni geht der erste Übergang allerdings nahezu ebenso früh vor sich, aber der zweite findet dafür auch um so früher statt, was zu der starken Abweichung gegen den Mai führt.

Der Vorzeichenwechsel vom positiven zum negativen Wert bei der Temperatur tritt überall früher ein als der entsprechende Übergang der relativen Feuchtigkeit. Dieser Zeitunterschied schwankt zwischen 1.3 und 2.5 Stunden. Er ist in den Monaten Februar bis Juni entschieden geringer als in den übrigen. Der zweite Übergang tritt dagegen später ein. Die Differenz schwankt hier bei weitem mehr. In den Wintermonaten ist sie sehr gering — im Februar beträgt sie nur 0.2 Stunden — wird dann jedoch immer größer und erreicht im Juli ihr Maximum mit fast 4 Stunden.

Hinsichtlich der Zeiten, zu denen die größten Werte der Differenzen „Turm“ minus „Wiese“ eintreten, konnte aus den wesentlich größer gezeichneten Manuskriptkurven folgendes herausgelesen werden.

Die Maxima der positiven Differenz der relativen Feuchtigkeit zeigen einen deutlich ausgeprägten jährlichen Gang ihrer Eintrittszeiten. In den Wintermonaten treten sie erst nachmittags ein, etwa gegen 1^p, am frühesten dagegen im Mai, 10^a, sonst gegen 11^a und 0^p. Das

ihnen entsprechende Maximum der Differenz für die Temperatur schwankt nur wenig um 0° herum.

Das Maximum der negativen Differenz läßt sich nicht in allen Monaten gleich sicher feststellen. In den Nachtstunden der Wintermonate finden sich noch einige Schwankungen, die jedoch weiter nichts besagen dürften. In dem Sommerhalbjahr tritt das Maximum aber deutlich in den Abendstunden auf mit einer zeitlichen Verschiebung mit dem Sonnenuntergange. Es schließt sich direkt an den schnellen Übergang vom positiven zum negativen Wert an. Dabei zeigen die Kurven auch deutlich, daß das Maximum der Temperaturdifferenz dem Maximum der Feuchtigkeitsdifferenz im Mittel bis zu einer halben Stunde vorausgehen kann. Daß in den Abendstunden die Differenz „Turm“ minus „Wiese“ ihre größten Werte erreicht, erklärt sich zwanglos durch die gleich nach Sonnenuntergang eintretende Abkühlung, die sich zunächst nur auf die bodennahen Schichten erstreckt.

Ergebnisse aus der Vergleichung der Registrierkurven.

Nachdem der vorhergehende Teil der Arbeit sich mit einer Darstellung des mittleren Ganges, wie er sich als das Ergebnis mehrjähriger Registrierungen darstellt, befaßt hat, soll nunmehr zu einer Diskussion der einzelnen Registrierkurven selbst übergegangen werden. Wie bereits einleitend bemerkt wurde, befinden sich häufig genug zwischen den beiden Parallelstationen „Turm“ und „Wiese“ beträchtliche Unterschiede, indem ein und derselbe meteorologische Vorgang in verschiedenem Grade auf die beiden Stationen einwirkt. Der Gang der Besprechung wird denn auch der sein, daß diese einzelnen Vorgänge getrennt behandelt werden, wobei auf einzelne typische Beispiele hingewiesen wird und aus ihnen auch einige zahlenmäßige Angaben gemacht werden sollen.

Eingehend bearbeitet wurden die willkürlich herausgegriffenen Jahre 1900, 1901 und 1902, ferner 1909 bis Ende Juli, dem Zeitpunkt, an dem mit der Materialsammlung abgeschlossen wurde.

Zuvor möchte ich jedoch noch darauf hinweisen, daß bei der Vergleichung der Kurven außer den an beiden Stationen erhaltenen Thermogrammen und den zweistündigen Wolkenbeobachtungen, die nach dem regelmäßigen Tagesdienst am Observatorium angestellt werden, ich mich mit sehr großem Vorteil der Aufzeichnungen des mechanisch-registrierenden Windapparates bediente, der von Sprung in den Ergebnissen der Meteorologischen Beobachtungen zu Potsdam im Jahre 1896 ausführlich beschrieben worden ist. Seine Registrierungen lieferten in den meisten Fällen erst das definitive Material zur Erklärung der Feuchtigkeitsänderungen.

Ferner halte ich es für nötig, festzustellen, daß die später noch zu machenden Angaben über die Größe dieser schnellen Schwankungen selbstverständlich nur innerhalb der Genauigkeitsgrenze gelten können, die man bei einem Hygrographen, selbst bei sorgfältigster Bedienung, erlangen kann.

Unter den meteorologischen Vorgängen sind Regen und Nebel diejenigen, die den am ausgesprochensten Einfluß auf die Feuchtigkeitskurve ausüben. Die verschiedenartige

Einwirkung des Nebels können wir mit wenigen Worten abtun. Da Nebel als Bodennebel auftreten kann, erreicht der Hygrograph auf „Wiese“ ganz oder doch nahezu Sättigung, während auf „Turm“ noch mehr oder weniger geringe Werte auftreten können. Anders beim Niederschlag, bei welchem wir uns fern vom Orte der Kondensation befinden. Die Einwirkung geschieht dann hauptsächlich dadurch, daß die auf die Erde fallenden Tropfen verdampfen und den Feuchtigkeitsgehalt der Luft heben. Erst bei länger anhaltendem Regen kann natürlich auf diese Weise Sättigung erreicht werden. Da nun die Beeinflussung der Feuchtigkeit beim Regen vom Erdboden ausgeht, muß man auch von vornherein Unterschiede an den beiden Stationen „Turm“ und „Wiese“ feststellen können.

Aus den näher durchgesehenen Kurven habe ich mir eine Anzahl der Anstiege, die durch Regenfälle hervorgerufen wurden, nach ihren Amplituden notiert und sie zu einem Mittelwert vereinigt. Es wurden dabei nur Regenfälle benutzt, deren Einfluß man aus den Kurven unzweideutig herauslesen konnte. Bei manchen Regenfällen war entweder der Einfluß zu gering, oder die Feuchtigkeit war vorher schon derart hoch, so daß er nicht mehr ausgeprägt sein konnte; sie konnten natürlich nicht mit berücksichtigt werden. Im ganzen wurden so die Amplituden von 132 Niederschlägen zu einem Mittel vereinigt. Für die „Wiese“ ergab sich im Mittel ein Anstieg der relativen Feuchtigkeit von 24.4 0/0, für „Turm“ dagegen nur von 20.7 0/0. Die Amplitude beträgt hier also nur 85 0/0 von derjenigen auf „Wiese“. Im einzelnen kann naturgemäß dieser Betrag weit überschritten werden. Gleich oder nur ganz wenig verschieden ist die Einwirkung in den Wintermonaten und auch an trüben regnerischen Tagen, besonders groß dagegen an Sommertagen mit kurzen heftigen Regengüssen. Es kann dann gar nicht selten vorkommen, daß der Einfluß auf „Turm“ nur etwa halb so groß als derjenige auf der „Wiese“ ist.

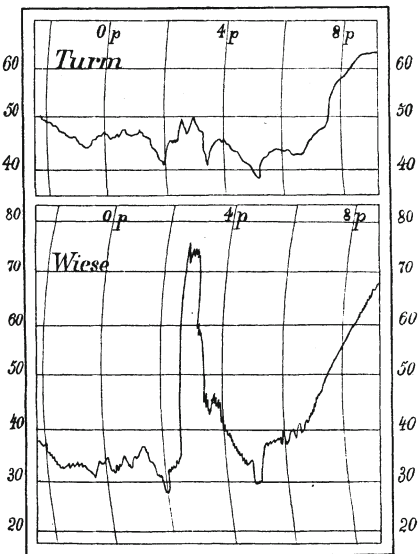


Fig. 2. Hygrographenkurven vom 13. Juli 1901.

Der größte Unterschied, der mir beim Studium der Kurven zu Gesicht kam, trat bei einem Regenfall am 13. Juli 1901 ein, s. Fig. 2. An jenem Tage fiel bei mäßigem Nordwinde in der Zeit von 2²⁵—2⁴⁰p ein Niederschlag in der Stärke 1—2, er ergab 1.6 mm. Als Folge hiervon steigt die Feuchtigkeit auf „Wiese“ um 43 0/0, hält sich gegen 3^p für die Dauer von ungefähr einer halben Stunde auf ihrem maximalen Wert, worauf dann ein rascher Abfall eintritt. Das Ganze stellt also eine sehr deutlich ausgesprochene „Regenzacke“ dar. Auf „Turm“ ist dagegen von einem deutlichen Anstieg nichts zu merken. Es finden sich allerdings zu jener Zeit einige kleine Schwankungen in der Feuchtigkeit, aber man würde nur mit großer Unsicherheit sagen können, welche von ihnen dem Anstieg auf „Wiese“ entsprechen würde. Die Temperatur war an jenem Tage vor dem Regen sehr hoch, sie betrug um 2^p

31.2° C. Der Erdboden war also besonders stark erwärmt, in 2 cm Tiefe hatte er eine Temperatur von 40.7°, wodurch eine schnelle, kräftige Verdunstung herbeigeführt wurde, die aber nur auf den Feuchtigkeitsgang der unteren Schichten merklichen Einfluß ausübte. Die Temperatur auf „Wiese“ wurde um etwa 8° heruntergedrückt, während auf „Turm“ eine wesentliche Erniedrigung nicht zu bemerken war.

In dem oben mitgeteilten Mittelwerte für den Einfluß des Niederschlags auf „Turm“ und „Wiese“ sind nicht nur solche Regenfälle enthalten, bei denen der Anstieg auf „Wiese“ größer war als auf „Turm“ oder doch an beiden Stationen mindestens den gleichen Betrag erreichte, sondern es sind dort auch die Fälle eingeschlossen, bei denen das Verhältnis umgekehrt war. Dies tritt dann ein, wenn auf „Wiese“ vor dem Niederschlag die Feuchtigkeit bereits ziemlich hoch ist und durch den Niederschlag Sättigung erreicht wird, während auf „Turm“ die Feuchtigkeit vorher weit geringer ist. Durch länger anhaltenden Regen kann hier ebenfalls Sättigung erreicht werden, wodurch der Anstieg aber größer wird als auf „Wiese“. Am 24. August 1900 wurde aus diesem Grunde durch einen von 9^h an bis zur Nacht anhaltenden Regenfall folgende Anstiege der Feuchtigkeit hervorgerufen:

„Turm“	33 0/0
„Wiese“	19 0/0

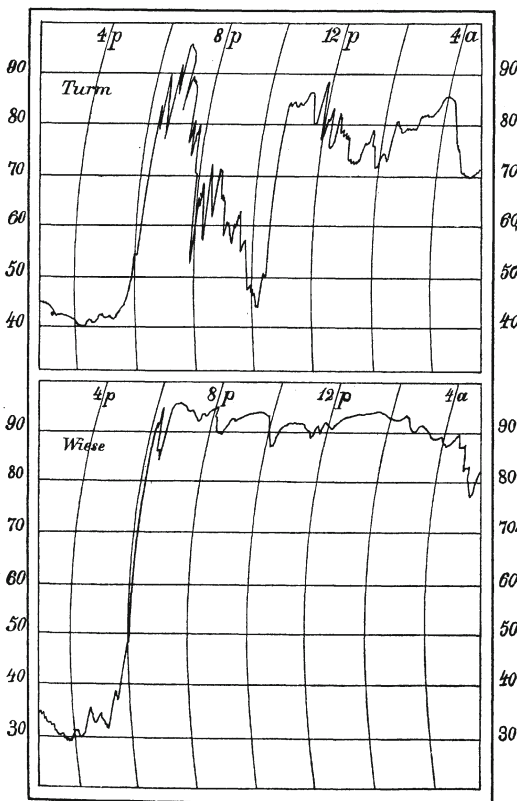


Fig. 3. Hygrographenkurven vom 14.—15. Juli 1901.

Fallen mehrere Regen mit mehr oder weniger langen Zwischenpausen hintereinander, dann sinkt auf „Turm“ die Feuchtigkeit in den Zwischenpausen einesteils schneller, andernteils aber auch in erhöhtem Grade, so daß auch hierdurch große Unterschiede entstehen können. Besonders nachts können Unterbrechungen im Regen auf „Turm“ viel stärker angedeutet sein als auf „Wiese“. Während wir hier auch dann noch glatten Verlauf, vielleicht anhaltend Sättigung haben, kann auf „Turm“ die Feuchtigkeit ganz beträchtlich sinken. So bewirkte am 18. Juli 1902 eine Regenpause auf „Turm“ ein Sinken der Feuchtigkeit um 32 0/0, auf „Wiese“ dagegen von nur 7 0/0.

Wenn sich besonders starke Unterschiede häufig an Regenfälle anschließen, so hängt dies damit zusammen, daß sich Inversion zwischen „Turm“ und „Wiese“ herausbildet. Auf „Wiese“ haben wir in einer kühleren, meist mit Wasserdampf gesättigten Luftschicht einen ruhigen, glatten Verlauf der Feuchtigkeit, während darüber eine trockene

Luftschicht liegt, in der sehr starke Schwankungen der relativen Feuchtigkeit auftreten. Die nebenstehend wiedergegebenen Kurven vom 14./15. Juli 1901 (Fig. 3) dürften dies gut zur Veranschaulichung bringen.

Die nun folgenden Betrachtungen möchte ich kurz unter der Bezeichnung „Einfluß des Windes“ zusammenfassen. Wie vorher durch Windstärkemessungen an beiden Stationen gezeigt wurde, weichen sie gerade in dieser Hinsicht sehr stark voneinander ab. Der erhöhten Turmstation mit einer ausgesprochen guten Ventilation steht die besonders windgeschützte Wiesenstation gegenüber. Daß sich hierbei sehr verschiedene Verhältnisse herausbilden müssen, ist nur selbstverständlich. Es liegt mir dabei aber durchaus fern, vielleicht Mittelwerte für die Feuchtigkeit bei den einzelnen Windrichtungen zu berechnen. Eine solche Aufstellung würde weiter nichts als einige Zahlen liefern, deren Verhältnis untereinander man leicht voraussehen kann. Vielmehr sind es zwei Punkte, die ich näher betrachten möchte, nämlich Änderungen der Windstärke und plötzliche Richtungsänderungen oder Winddrehungen.

Die Änderungen der Windstärke können nun auf zweierlei Weise vor sich gehen, insofern, als sie ein Abflauen oder ein Anwachsen der Windstärke bedeuten können. Ihr Einfluß auf die Hygrographenkurve ist besonders stark zu den Zeiten ausgeprägt, an welchen die Feuchtigkeit starken Schwankungen unterliegt, also in den Morgen- und Abendstunden. Flaute der Wind ab, dann macht sich dies zunächst auf der „Wiese“ bemerkbar, die Luftmassen stagnieren, kühlen sich ab, die Feuchtigkeit steigt. Dieser Feuchtigkeitsanstieg kann dabei häufig mit einer solchen Schnelligkeit vor sich gehen, daß er nur an der Hand der gleichzeitigen Witterungsbeobachtungen von einem durch einen Niederschlag hervorgerufenen Anstieg zu unterscheiden ist. Andererseits können stärkere Winde, die auf der „Wiese“ noch für eine genügende Ventilation sorgen und das Ansammeln kalter, feuchter Luftmassen verhindern, den regelmäßigen abendlichen Anstieg weit hinausschieben, bis er dann später um so kräftiger einsetzt. So flaute am 20. August 1900 der Wind gegen 4^a etwas ab. Die relative Feuchtigkeit war vorher wohl schon gestiegen, für die Zeit des nächtlichen Maximums jedoch noch verhältnismäßig tief. Zu dem Zeitpunkte, an dem das Abflauen des Windes eine stärkere Abkühlung ermöglicht, setzt auch sofort ein weiterer Anstieg von etwa 30% ein.

Um nunmehr den Einfluß einer Windzunahme auf den Gang der relativen Feuchtigkeit zu studieren, betrachten wir am zweckmäßigsten gleich einen ganz extremen Fall, bei dem der Wind von geringer Stärke plötzlich sehr stark anwächst: also eine Bö.

Schon nach der Durchsicht von nur wenigen Kurven fiel mir das plötzliche Fallen der Feuchtigkeit beim Eintritt der Bö auf, dem ich dann auch besondere Aufmerksamkeit schenkte. Diese Feuchtigkeitsverminderung dauert meist nur wenige Minuten und wird dann scharf durch den Anstieg, der durch den darauffolgenden Regen verursacht wird, beendet. Sie tritt nicht zu allen Tageszeiten gleichmäßig auf, und nicht jede Bö übt diesen Einfluß aus. Mittags zur Zeit des Feuchtigkeitsminimums habe ich sie nicht feststellen können, offenbar weil die Trockenheit von vornherein groß ist. Schöne Beispiele bieten dagegen die Abend- und Nachtstunden. Die Größe der Feuchtigkeitserniedrigung ist verschieden. Der maximale Wert, den ich sicher habe feststellen können, beträgt 26%. Die Aufzeichnungen vom 4. September 1902

zeigen allerdings auf „Turm“ einen Abstieg von 27%, doch möchte ich diesem Wert keine große Bedeutung beilegen, da eine Zeitmarke gerade in den Abstieg fällt und seine Größe durch diesen mechanischen Eingriff gestört sein kann.

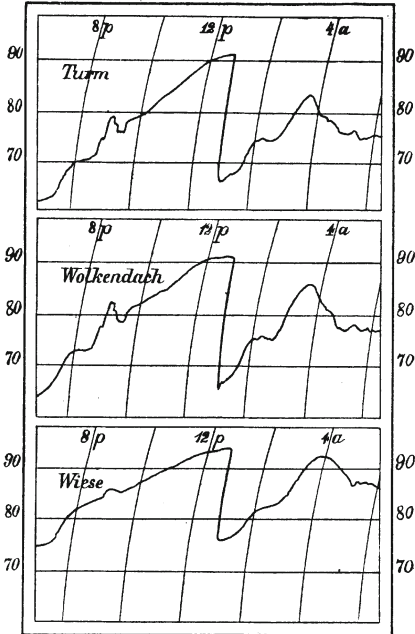


Fig. 4. Hygrographenkurven vom 14.—15. Juli 1901.

sowohl auf „Wiese“ wie auch auf dem „Turme“ bereits ungefähr 90% erreicht hatte. Auf „Wiese“ war der Abstieg mit 18% nahezu gleich dem auf „Turm“.

Nicht immer ist dies der Fall. Ist nämlich, während der Abendstunden z. B., die Feuchtigkeit auf „Wiese“ bereits hoch, während in Turmhöhe die Luft noch trockener ist, dann hat eine etwa einsetzende Bö nur auf die feuchteren unteren Luftschichten merkbaren Einfluß. So war am 3. Juli 1900 kurz vor 6p die Feuchtigkeit auf „Wiese“ bereits auf ungefähr 75% gestiegen, auf „Turm“ betrug sie nur etwa 60%. Die entsprechenden Erniedrigungen der Feuchtigkeit betragen:

„Wiese“	7%
„Turm“	2 „

Das Umgekehrte trat wenige Tage vorher, am 30. Juni 1900, bei einer Bö ein. Während auf „Turm“ hierbei ein Abstieg der Feuchtigkeit um 10% eintrat, konnte man eine derartige Veränderung auf „Wiese“ nicht vermerken. Die Erklärung für diese verschiedenartigen Verhältnisse wird darin zu suchen sein, daß die erste Bö heftig genug war, um auch neue Luftmassen in die windgeschütztere Wiese hineinzutreiben, während dies bei der zweiten offenbar nicht der Fall gewesen ist.

Der maximale Wert von 26% trat bei einer Bö am 15. Juli 1909 ein, s. Figur 4. Der an den drei Stationen sich 0⁴⁵p befindende Abstieg hat folgende Beträge:

„Wiese“	18%
„Wolkendach“	26 „
„Turm“	25 „

Diese Bö nimmt gegen die anderen, die noch angeführt werden, eine besondere Stellung ein, indem sie nämlich keinen Regenfall brachte, und es ist bemerkenswert, daß gerade hierbei der maximale Wert eintrat. Temperaturanstieg war auf „Wiese“ nicht vorhanden. Auf „Turm“ war leider zu jener Zeit nur ein „kleiner“ Thermograph in Tätigkeit, dessen Aufzeichnungen für diese Untersuchungen nicht genügend Einzelheiten liefern.

Den ebenfalls recht beträchtlichen Wert von 20% lieferte die Bö vom 30. August 1902. Sie trat an diesem Tage um 8⁴⁰p ein, als die Feuchtigkeit sowohl auf „Wiese“ wie auch auf dem „Turme“ bereits ungefähr 90% erreicht hatte. Auf

Bei der oben angegebenen maximalen Amplitude von 26% ist noch zu berücksichtigen, daß sie der Wirklichkeit nicht ganz zu entsprechen braucht. Vielmehr kann der der Bö vorgehende Luftstrom noch eine intensivere Trockenheit gehabt haben, die jedoch nicht vollständig zur Aufzeichnung gelangt ist. Der nachfolgende Regen oder ein feuchterer Luftstrom kann die Feder bereits wieder in die Höhe getrieben haben, bevor sie ihren tiefsten Stand erreicht hatte. Das Sinken der Feuchtigkeit geht zeitweise so schnell vor sich, daß die Kurve dann parallel mit den gekrümmten Zeitlinien des Registrierpapiere verläuft, also die Rotation der Trommel selbst bei zweitägigem Umlauf nicht mehr zum Ausdruck kommt. Wahrscheinlich ist diese Schnelligkeit auch der Grund, daß eine entsprechende Temperaturänderung nur sehr selten aufgezeichnet wird. Der Thermograph als das weniger empfindliche Instrument versagt in diesem Falle.

Um so mehr lohnt es sich, die Bö vom 24. April 1909, s. Fig. 5 u. 6, anzuführen. Sie war mit einem Gewitter verbunden und zeigt den Temperaturanstieg außerordentlich schön.

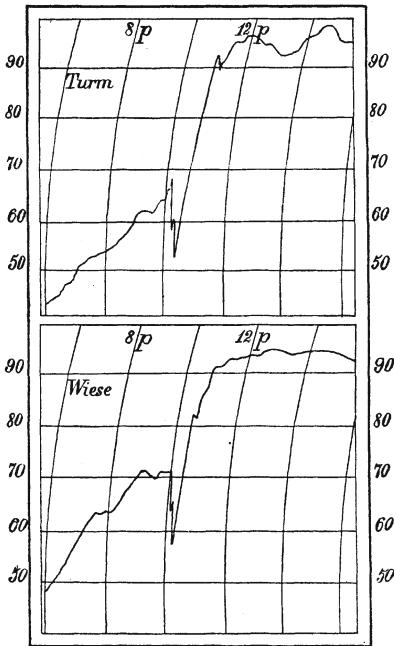


Fig. 5. Hygrographenkurven vom 24.—25. April 1909.

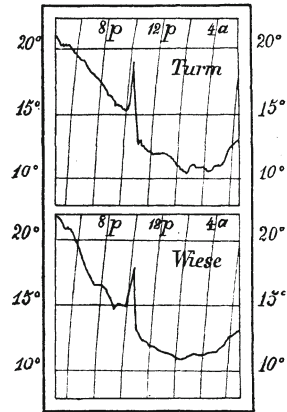


Fig. 6. Thermographenkurven vom 24.—25. April 1909.

Die Bö setzt kurz nach 10^p ein und bewirkt folgende in den Registrierkurven außerordentlich scharf ausgeprägte Veränderungen der meteorologischen Elemente:

	Anstieg der Temperatur	Abstieg der Rel. Feuchtigkeit
„Turm“	4.0	17
„Wolkendach“	—	18
„Wiese“	3.3	15

Außerdem zeigt der Teil der Hygrographenkurve, der den Abstieg markiert, an allen drei Stationen in gleicher Weise bei genauerem Hinsehen eine Unterbrechung, die sich ungewollungen mit einer Zweiteilung der Bö, wie sie die Windregistrierung zeigt, erklären läßt.

Ordnen wir diese Feuchtigkeitsabnahme in die Vorstellung ein, die wir uns von dem dynamischen Vorgang in einer Bö machen, so müssen wir in ihr natürlicherweise die absteigende Luftströmung, den niederschießenden Böesturm, erblicken. In der Möllerschen Böentheorie tritt dies besonders deutlich hervor, während nach der Köppenschen Erklärungsweise die absteigende Bewegung meist im Regen, hinter und in der Bö, vor sich geht. Im übrigen wird in der letzteren Arbeit nur darauf hingewiesen, daß nach den Feuchtigkeitsangaben die Luft in größerer Entfernung von der Bö sehr trocken war (20—50%) und auch unmittelbar vor der Bö nur eine relative Feuchtigkeit von 70% bei 25° C. besaß.

Eine direkte Erwähnung dieser registrierten Feuchtigkeitsverminderung findet sich meines Erachtens in der Literatur noch nicht vor.

Da nicht jedes Gewitter eine gut ausgeprägte Bö aufweist, findet man auch die Feuchtigkeitsabnahme nicht regelmäßig. Auch kann sie in dem Falle nicht voll zur Wirkung kommen, wenn durch den Eintritt des Regens der Anstieg bereits begonnen hat. Unter günstigen Umständen kann sie sich aber auch dann noch bemerkbar machen, wie ich aus einigen Registrierungen, die eine deutliche Unterbrechung im Anstieg zeigen, nachweisen konnte.

Im Gegensatz zur Bö zeigt ein langsames Anwachsen der Windstärke nicht jene schnellen Feuchtigkeitsänderungen. Haben sich bei geringem Winde auf „Wiese“ kalte stagnierende Luftmassen mit höherem Feuchtigkeitsgehalt angesammelt, während die Turmregistrierung in dieser Höhe trockenere Luftschichten anzeigt, dann vermag ein Anwachsen des Windes trockenere Luft in die „Wiese“ hineinzupressen und die dort lagernden Luftmassen in Bewegung zu setzen. Diese Fälle der Feuchtigkeitserniedrigung auf „Wiese“, sind so häufig nachzuweisen, daß es der Erwähnung eines besonderen Beispiels nicht bedarf.

Näher muß ich jedoch noch auf die Tatsache eingehen, daß ein stärkerer Wind den normalen Feuchtigkeitsgang auf „Turm“ und „Wiese“ verwischen kann. Besonders bilden sich Unterschiede zu jener Tageszeit heraus, während welcher sich die Einwirkung des Bodens bemerkbar zu machen beginnt. Begünstigt wird diese, wenn die Luftmassen nur wenig in Bewegung sind, was auf der windgeschützten „Wiese“ leicht eintreten kann. Verhindert wird sie, wenn der Wind stärker weht und auch auf „Wiese“ genügende Luftbewegung hervorruft. Der November 1902 bietet hierfür an mehreren benachbarten Tagen ein schönes Beispiel. Der 11. und der 20. dieses Monats gehörten zu den „klaren“ Tagen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten während des Nachmittags berechneten sich zu 4.95 und 4.96 m p. Sek. Die zwischen ihnen liegenden Tage, der 17., 18. und 19., waren auch „klare“ Tage, hatten aber die entsprechenden Windgeschwindigkeiten von 8.58, 9.12 und 8.48 m p. Sek. aufzuweisen. Die Windrichtung war am Nachmittag des 11. meist ESE, in wenigen Stunden E, an den übrigen Tagen durchgängig E. Die gewählten Tage dürfen also wohl mit einander verglichen werden. Die Feuchtigkeitsdifferenzen zwischen „Turm“ und „Wiese“ für die einzelnen Nachmittagsstunden ergaben nun Folgendes:

Differenzen der relativen Feuchtigkeit „Turm minus Wiese“.

November 1902	1 ^p	2 ^p	3 ^p	4 ^p	5 ^p	6 ^p	7 ^p	8 ^p	9 ^p	10 ^p	11 ^p	12 ^p	Mittlere Windge- schwindig- keit in m p s.
11	2	0	-2	-6	-8	-7	-2	1	0	0	0	1	4.95
17	-2	-1	-4	-4	-4	-5	-6	-5	-4	-4	-5	-5	8.58
18	3	4	2	0	1	-1	-2	-3	-4	-4	-3	-4	9.12
19	-1	-3	-5	-5	-6	-5	-1	-5	-4	-6	-6	-5	8.48
20	1	0	-2	-6	-8	-7	-10	-9	-9	-10	-14	-10	4.96

An den beiden Tagen, dem 11. und 20. November, mit geringerer Windstärke ist in den Mittagsstunden die Differenz positiv, geht dann mit der dritten Stunde in das Negative über, um bis in die Abendstunden schnell anzuwachsen. Am 11. wird sie später wieder positiv, da die Erkaltung der unteren Luftschichten auch auf den „Turm“ übergreift, am 19. bleibt sie auch noch die Nacht über negativ, da sich Inversion herausbildet. Die Differenz schwankt am ersten Tage um 10%, am zweiten um 15%. In beiden Fällen haben wir vollkommen das Bild des normalen Ganges an klaren Tagen. Anders am 17.—19. mit größerer Windstärke. Das charakteristische schnelle Anwachsen der Differenz in den Nachmittagsstunden fehlt so gut wie vollkommen. Am 17. und 19. bleibt die Differenz den Nachmittag über negativ und schwankt nur um 4% beziehungsweise 5%. Dies bedeutet also, daß die Feuchtigkeiten auf „Turm“ und „Wiese“ nahezu parallel verlaufen, wobei die unteren Luftschichten die größere Feuchtigkeit aufweisen. Am 18. tritt allerdings ein Übergang vom positiven zum negativen Vorzeichen der Differenz auf, aber im Gegensatz zu den normalen klaren Tagen findet er erst gegen 6^p statt, und die Abweichungen betragen auch nur etwa die Hälfte.

Heftig wehender Wind kann unter Umständen sogar das nächtliche Maximum auf „Wiese“ nahezu unterdrücken. Der 27. Oktober 1900 war allerdings stark bewölkt, würde aber trotzdem das nächtliche Maximum gezeigt haben. Die geschätzten Windstärken waren 4—6. Dies hatte zur Folge, daß der nachmittägige Anstieg fast ganz unterblieb, erst ein um 9³/₄ Uhr einsetzender Regen führte einen Anstieg herbei. Charakteristisch für das Vorhandensein der Windwirkung in diesem Falle ist es jedoch, daß nach Aufhören des Regens die Feuchtigkeit auf „Wiese“ zu fallen begann bis sie ihren früheren Stand wieder erreicht hatte. Wie ich früher hervorhob, ist es für „Wiese“ gerade das gewöhnlich Vorkommende, daß nach einem Regen besonders in der Nachtzeit die Feuchtigkeit hoch bleibt, während nur auf „Turm“ ein Rückgang eintritt oder sich doch noch Schwankungen zeigen.

Kurz will ich nur erwähnen, daß das Auftreten der Unterschiede zwischen „Turm“ und „Wiese“ nicht allein von der Windstärke abhängt, sondern vielmehr auch davon, ob diese konstant ist oder nicht. Das Aussehen der Geschwindigkeitskurve des Windapparates gibt ein gutes Kriterium für diese Struktur des Windes. In dem einen Falle kann sie sehr ruhig verlaufen, selbst bei hohen Werten, d. h. der Wind weht beständig, im anderen weist sie dagegen einen fortwährend gezackten Verlauf auf, d. h. der Wind weht böig. Daß hierbei auf „Wiese“ eine kräftigere Ventilation eintritt, und das Stagnieren der Luftmassen verhindert wird, dürfte ohne weiteres einzusehen sein.

Bei der Windwirkung der zweiten Art, den Winddrehungen, kommen vor allem starke Feuchtigkeitsänderungen innerhalb kurzer Zeit in Frage. Da eine Richtungsänderung der Luftströmung anders gearbete Luftmassen in schnellem Wechsel an den Beobachtungsort herbeiführt, so wird es nicht weiter seltsam erscheinen, daß dieser Vorgang an der freier gelegenen „Turm“station in seinen Einzelheiten besser angedeutet wird, als auf der „Wiese“, an welche die Luftströmungen nicht so ungehindert herantreten können. Die Registrierungen liefern hierfür genügend Beispiele.

So setzte am 21. August 1900 nach 8^h plötzlich der Wind aus NE ein und führte einen Temperatursturz von 3^o herbei. Die Folge war ein sehr scharf einsetzender Feuchtigkeitsanstieg auf „Turm“ und „Wiese“. Er erreichte seinen maximalen Wert gegen 9^h, da nunmehr der Wind nach SE herumdrehte. Der folgende Temperaturanstieg wirkte an beiden Stationen jedoch verschieden ein. Die korrespondierende Feuchtigkeitsverminderung betrug auf „Turm“ 30 0/0, auf „Wiese“ nur 17 0/0. Um 11^h wird auf „Turm“ abermals eine kühlere Luftströmung registriert, der dann aber infolge Südwindes ein Temperaturanstieg folgt. Die Feuchtigkeit zeigt hierbei stark ausgeprägt den entgegengesetzten Verlauf. Auf „Wiese“ steigt dagegen nach dem ersten Abstieg die Feuchtigkeit beständig an. Weitere Schwankungen finden sich hier nicht mehr.

Am 30. Mai 1909 trat um 1/2 1^a auf „Wolkendach“ und „Turm“ ein kräftiger Abstieg der Feuchtigkeit ein und erreichte seinen tiefsten Stand um 1/2 2^a. Die Größe des Abstiegs beträgt auf „Turm“ 15 0/0, auf Wolkendach 20 0/0. An letzterer Station ist sie größer, weil hier vorher die Feuchtigkeit auch höher war. Dann setzt scharf ein Anstieg ein, bis 2 1/2^a wieder der ruhige Verlauf erreicht ist. Die Ursache zeigt zunächst die Temperaturkurve. Auf „Turm“ finden wir zu jener Zeit einen An- und Abstieg um 2 1/2^o, der durch eine Winddrehung von E über S nach NW hervorgerufen wurde. Auf „Wiese“ ist dagegen von alledem nur mit Mühe eine schwache Einwirkung zu erkennen.

Ein Beispiel der umgekehrten Wirkung, nämlich des Feuchtigkeitsanstieges, bietet der 15. Mai 1902. Die Feuchtigkeitskurve auf „Turm“ zeigt hier plötzlich um 11 1/2^h einen Anstieg um 20 0/0 (Temperaturabstieg 1 1/2^o). Da nach Erreichung des maximalen Wertes sofort schneller Abstieg eintritt, kommt eine stark ausgeprägte Zacke in der Registrierung heraus, die vollkommen den „Regenzacken“ gleicht. Auf „Wiese“ ist die Feuchtigkeit hoch und zeigt nur einen geringen, nicht so plötzlichen Anstieg von etwa 10 0/0. Hervorgerufen werden diese Änderungen durch eine Winddrehung aus dem S nach NW.

Erwähnung verdienen schließlich noch die Fälle, bei denen eine Richtungsänderung des Windes bei starker Inversion auftritt. Dabei zeigt sich, daß nur relativ warme und kalte Luftströme zur Geltung kommen können. So sind in den Aufzeichnungen des 28. Juli 1900 lebhaftige Zacken in der Feuchtigkeit vorhanden, die durch eine Winddrehung von NW und N nach SE hervorgerufen wurden. Durch die verschiedenartig erwärmten Luftschichten werden nun Schwankungen in der Thermographenkurve hervorgerufen, z. B. beim Einsetzen der Drehung ein besonders starkes Fallen auf „Turm“. Da vorher starke Inversion herrschte, unten also kalte Luft lagerte, macht sich dies auf „Wiese“ nicht bemerkbar, vielmehr markieren sich hier nur die Temperaturerhöhungen; beim Hygrographen umgekehrt nur das Sinken der Feuchtigkeit, das den regelmäßigen Gang unterbricht. Auf dem „Turm“ haben wir dagegen

die entgegengesetzten Verhältnisse. Hier machen sich die kälteren Luftströme in den vorher noch wärmeren bemerkbar und bewirken mithin ein Steigen der Feuchtigkeit.

Die in diesem Beispiel erwähnte Inversion führt zu einer allgemeinen Betrachtung dieser Erscheinungen über, in deren Gefolge starke Unterschiede in der Feuchtigkeit auftreten. Wie im ersten Teil der Arbeit bereits dargetan ist, kommen im Mittel leichte Inversionen in jedem Monat vor; während der Nachtstunden sind sie eine normale Erscheinung. In den Winter- und Herbstmonaten ist dies sogar im Monatsmittel der Fall. Da dies jedoch nur kleine Beträge sind, können sie, wie die mittleren Kurven der Feuchtigkeit auf „Turm“ und „Wiese“ zeigen, nennenswerte Unterschiede nicht hervorrufen. Daneben können aber im Einzelfalle Inversionsbeträge vorkommen, die für den verhältnismäßig geringen Höhenunterschied von 32 m als recht beträchtlich zu bezeichnen sind.

Um das Auftreten der stärkeren Inversionen ziffernmäßig festzustellen, habe ich mir aus dem gedruckt vorliegenden Material die nötigen Auszüge gemacht. Zur Verfügung standen mir für den Jahrgang 1893 die Differenzen für jede dritte, für die übrigen elf Jahrgänge die Differenzen für jede zweite Stunde. Als untere Grenze für die zu berücksichtigenden Inversionen wurde 2° festgesetzt. Erstreckte sich diese über mehrere Stunden, dann wurde stets der maximale Wert genommen.

Die Verteilung der Inversionen auf die einzelnen Monate läßt folgende Tabelle erkennen:

Mittlere Anzahl der Tage mit Inversionen $\bar{\geq} 2^{\circ}\text{C}$.

Januar	2.2	Juli	11.8
Februar	2.4	August	12.5
März	5.1	September	11.9
April	4.8	Oktober	7.0
Mai	9.2	November	2.4
Juni	11.5	Dezember	1.6
Jahr 82.4.			

Also ausgesprochenes Maximum in den Sommermonaten und Minimum in den Wintermonaten. Dies ist einigermaßen überraschend. Sowohl für Gebirgsländer als auch für das Mittelgebirge ist die Temperaturumkehr bereits wiederholt nachgewiesen und das Maximum ihrer Häufigkeit in der kalten Jahreszeit, besonders im Herbst, festgestellt worden. Allgemein genommen trifft dies auch für die beiden betrachteten Stationen zu, wie die Monatsmittel der Temperatur zeigen. Auch hier ist die Differenz zwischen „Turm“ und „Wiese“ im Winter positiv, im Sommer dagegen negativ. Das Maximum fällt ebenfalls auf den Herbst, September mit $+0.23^{\circ}$. Auffallend ist nur, daß bei den maximalen Inversionen die Häufigkeit gerade die umgekehrte Periode aufweist. Ich möchte dies als eine Eigentümlichkeit der besonderen Lage der beiden Stationen ansehen, indem im Winter die stärkeren Winde auch auf der „Wiese“ eine kräftigere Luftbewegung hervorbringen, die größere Inversionen nicht so häufig aufkommen läßt.

Um die mittlere Verteilung der Inversionen auf die einzelnen Tagesstunden festzustellen, wurden den Jahren 1894—1904, für welche gleichmäßig die Differenzen für zweistündige Intervalle bereits gebildet waren die Eintrittszeiten der maximalen Werte entnommen.

Verteilung der Inversionen $\geq 2^{\circ}$ C auf die einzelnen Tagesstunden.

	6 ^p	8 ^p	10 ^p	12 ^p	2 ^a	4 ^a	6 ^a	8 ^a	Summe
Anzahl	50	250	227	151	109	99	51	18	955
In % der Gesamtzahl	5.2	26.2	23.8	15.8	11.4	10.4	5.3	1.9	

Das Maximum der Häufigkeit liegt auf 8^p und 10^p. Die größeren Inversionen treten demnach vorwiegend in den Abendstunden gleich nach Beginn der nächtlichen Abkühlung des Erdbodens ein.

Zur Veranschaulichung der größten Werte der Inversionen im Zeitraume 1893—1904 mag folgende Zusammenstellung dienen. Sie enthält nach 2-, beziehungsweise 3stündigen Werten die vorgekommenen Inversionen, die den Betrag von 5^o C erreichten oder überschritten:

7.9 ^o	13. Januar	1893	3 ^a	5.5 ^o	30. Juni	1894	8 ^p
6.5 ^o	14. Juli	1901	10 ^p	5.4 ^o	17. Oktober	1899	8 ^a
6.4 ^o	31. Januar	1897	10 ^p	5.4 ^o	14. Dezember	1902	6 ^a
6.1 ^o	3. Juli	1896	12 ^p	5.2 ^o	23. Januar	1893	12 ^p
5.9 ^o	25. August	1899	6 ^a	5.1 ^o	22. Juli	1896	4 ^a
5.9 ^o	5. September	1899	12 ^p	5.0 ^o	23. Januar	1893	9 ^a
5.8 ^o	24. März	1896	6 ^a	5.0 ^o	16. Oktober	1899	8 ^a
5.6 ^o	10. Dezember	1894	8 ^p				

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß diese Inversionen über 5^o bei einem Höhenunterschied von nur 32 m stattfanden. Würde man sie auf die übliche Höhendifferenz von 100 m beziehen, dann würde dies einer Temperaturzunahme nach oben von 15.6^o entsprechen. Allerdings wird es nicht erlaubt sein, die für die untersten Schichten beobachtete Temperaturzunahme bis zur Höhe von 100 m auszudehnen. Ganz neuerdings hat Köppen nachgewiesen, daß auch für größere Höhen die Größe der Inversion nach oben hin sehr schnell abnimmt¹⁾. Immerhin sind die mitgeteilten Zahlen ein Beweis, daß recht beträchtliche Inversionen in den bodennahen Schichten auftreten können.

Die größte Inversion von 7.9^o = 24.7^o auf 100 m, die bald nach Inbetriebnahme des Observatoriums beobachtet und in der Meteorologischen Zeitschrift 1893, S. 235 von A. Sprung bereits eingehender besprochen wurde, ist in den folgenden Jahren nicht wieder erreicht worden.

Die Umkehrungen der Temperatur haben nunmehr Unterschiede der relativen Feuchtigkeit zwischen „Turm“ und „Wiese“ zur Folge. Wie groß diese sind, ist sehr verschieden. Be-

¹⁾ Köppen, Drei Jahre gleichzeitiger meteorologischer Drachenaufstiege bei Hamburg, Berlin und St. Petersburg. Aus dem Archiv d. Deutschen Seewarte XXXI, Nr. 1, S. 6.

stimmte Beziehungen zur Größe der Inversion scheinen nicht zu bestehen. Die beiden Kurven

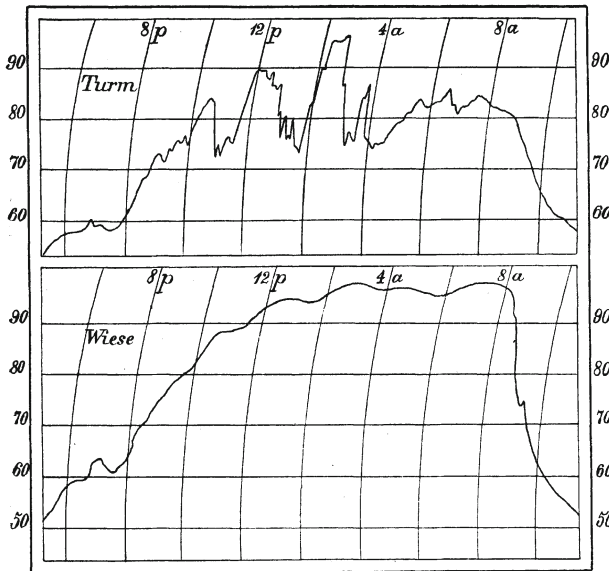


Fig. 7. Hygrographenkurven vom 10.—11. März 1900.

können jedoch einen so verschiedenartigen Verlauf haben, daß es schwer ist, sie als gleichzeitig an benachbarten Stationen gewonnenen Registrierungen zu erkennen. Wir haben meistens nachts zur Zeit der Inversion auf „Wiese“ ein stark ausgeprägtes Maximum mit einem ruhigen, glatten Verlauf der Kurve bei hohen Werten oder sogar Sättigung, während auf „Turm“ die Werte an und für sich geringer sind, das Maximum zeitweise sogar unterdrückt wird, und auch die Kurve selbst durch ihren unruhigen, gezackten Verlauf sich von der „Wiesen“-Kurve beträchtlich unterscheidet. Einen typischen Fall zeigt Fig. 7.

Bei den nun noch schließlich zu besprechenden Fällen muß ich leider selbst eingestehen, daß ein vollständig befriedigender Erklärungsversuch mir nicht geglückt ist. Zu erklären wären dabei zunächst lebhaftere Temperaturschwankungen, die sich besonders in den Nachtstunden an der Turmstation zeigen und entsprechende Veränderungen der Feuchtigkeit mit sich bringen.

Die Temperaturschwankungen können nach den Registrierungen auf „Turm“ etwa 30 C betragen. Auf „Wiese“ sind sie fast gar nicht nachzuweisen oder nur schwach angedeutet, und ähnlich verhält es sich mit den Feuchtigkeitsschwankungen. Unterschiede in der Feuchtigkeit auf „Turm“ und „Wiese“ können natürlich nicht auftreten, wenn beide Stationen im Nebel stecken. Dies war z. B. in der Nacht vom 28. zum 29. September 1901 der Fall, in welcher die eben erwähnten starken Temperaturschwankungen auftraten.

Ihr Einfluß ist auch hier wieder verschieden, je nachdem die bestehende Inversion mehr oder weniger beträchtlich ist. Ist die Feuchtigkeit auf „Turm“ ebenfalls hoch, dann machen sich die Temperaturerhöhungen in der Feuchtigkeitskurve als „negative“ Zacken bemerkbar, ist dagegen stärkere Inversion vorhanden und der „Turm“ trocken, dann treten die Temperaturerniedrigungen als „positive“ Zacken hervor. Das erste war beispielsweise der Fall in der Nacht vom 23. zum 24. Oktober 1902, das zweite in der folgenden Nacht vom 24. zum 25. Die Kurven bekommen durch diese doppelartige Einwirkung ein ganz verschiedenes Aussehen. Über die Natur dieser schnellen Temperaturänderungen, die gar nicht so selten vorkommen, wissen wir bis jetzt so gut wie nichts. Sind sie lokale Erscheinungen, oder stehen sie mit der allgemeinen Wetterlage in Verbindung? Dies sind Fragen, die noch vollkommen

der Beantwortung harren. Da ein Versuch ihrer Lösung im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch zu weit führen dürfte, wurde er für eine selbständige Bearbeitung aufgespart.

Einige Beobachtungen aus dem letzten Jahre, also zur Zeit, während welcher auch die „Wolkendachstation“ in Betrieb war, können vielleicht zur Erklärung der Temperatur- und Feuchtigkeitschwankungen einen Fingerzeig bieten.

Am 23. Mai 1909 zeigen die Registrierungen der drei Stationen starke Unterschiede, die vor allem zwischen „Wolkendach“ und „Turm“ besonders groß sind. In der Temperaturregistrierung auf „Turm“ findet sich von etwa $2\frac{1}{4}^a$ bis $3\frac{1}{2}^a$ ein Anstieg von 3° C. Hierauf beginnt ein langsamer Abstieg bis $5\frac{3}{4}^a$. Auf „Wiese“ wurde dagegen nur eine ganz geringe Schwankung registriert. Wir haben es hier also mit einer wärmeren Luftströmung zu tun, die auf die Feuchtigkeitskurve auf „Turm“ nur wenig einwirkt, da hier infolge von Temperaturumkehr die Feuchtigkeit noch gering war. Anders lagen jedoch die Verhältnisse auf „Wolkendach“. Hier hatte wegen der größeren Bodennähe ein Anstieg der Feuchtigkeit bereits begonnen, daher tritt auch durch die wärmere Luftströmung hervorgerufen, ein kräftigeres Sinken der Feuchtigkeit ein. Auf „Wiese“ macht sich diese Strömung nicht bemerkbar. Von

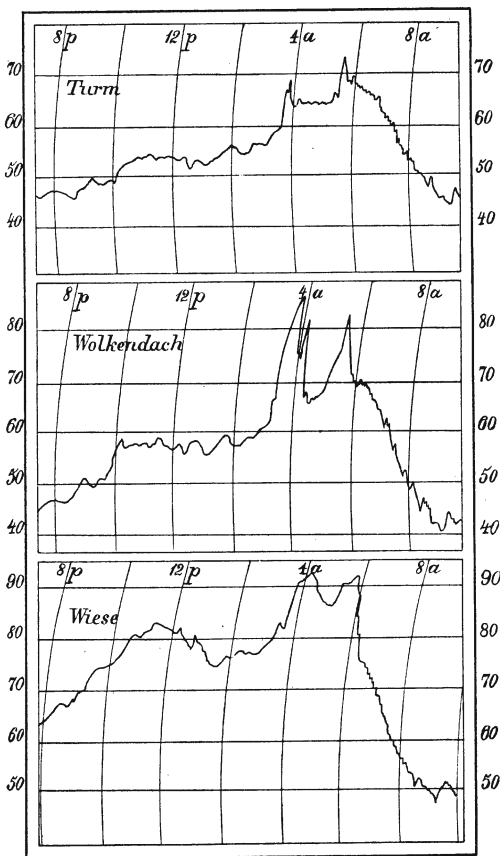


Fig. 8. Hygrographenkurven vom 30.—31. Mai 1909.

5^a an flaut der Wind ab, und nun greift die nächtliche Abkühlung vom Boden her auf die Höhe des Wolkendaches über. Die Feuchtigkeit steigt hier in kurzer Zeit um etwa 30%. Der „Turm“ bleibt im ganzen noch ziemlich ruhig. Das nächtliche Maximum ist nur wenig angedeutet, jedoch deuten einige kleine Zacken, die gleichzeitig mit dem starken Anstieg auf „Wolkendach“ auftreten, darauf hin, daß zeitweilig feuchtere, kältere Luftmassen auch bis zur Turmhöhe hinaufdringen.

Große Ähnlichkeit mit dem soeben beschriebenen Fall hat der vom 30. zum 31. Mai 1909 (s. Fig. 8). Zunächst herrscht auch hier Inversion, wodurch „Wiese“ und „Turm“ von vornherein sehr verschiedene Feuchtigkeitsgrade aufweisen. Auffallend ist nur, daß zwischen 3^a und 6^a auf „Wolkendach“ zwei stark ausgeprägte Feuchtigkeitsanstiege von 25% und 15% auftreten. Sie lassen sich jedoch leicht erklären, wenn man die Annahme macht, daß feuchtere Luftmassen von unten her aus irgend einem Grunde in die Höhe gedrungen sind. Auch auf „Turm“ kann man diese Zacken, wenn sie auch nur

klein sind, deutlich nachweisen. Die Turmhöhe wurde in diesem Falle also auch gerade noch erreicht. Temperaturänderungen werden dabei auf „Turm“ nicht mehr registriert, offenbar, weil sie zu geringfügig gewesen sind.

In den beiden angeführten Fällen sind, wie die Beschreibung zeigt, große Schwankungen auf „Turm“ nicht aufgetreten, wohl aber auf „Wolkendach“. Diese werden damit erklärt, daß von Zeit zu Zeit die bodennahen, feuchteren Schichten bis hierher vordrangen. Nun fällt es offenbar nicht schwer, sich wohl Fälle zu denken, bei denen die feuchteren Schichten in stärkerem Maße auch bis zum „Turm“ vordringen können. Ferner können wir auch die Verhältnisse in der weiteren Umgebung des Observatoriums zur Erklärung heranziehen. Wie ich selbst bei mehreren Fällen beobachtet habe, und wie sich auch aus den Beobachtungsbüchern ergab, war gleichzeitig mit diesen Feuchtigkeitsschwankungen auf „Turm“ Nebelbildung im Tale und besonders auf den ausgedehnten Havelseen zu beobachten. Man könnte sich den Vorgang dann so erklären, daß zeitweise Nebelschwaden, also feuchtere, kühlere Luftströmungen, über den Berg hinweggetrieben werden und hier bei vorhandener Inversion die Feuchtigkeitsanstiege bewirken.

Die Beobachtungen wurden dann noch auf Talnebel hin durchgesehen, doch konnte ich zu einem positiven Ergebnis nicht kommen, da ein Fehlen des Nebels auch nur eine Lücke in der Beobachtung bedeuten kann.

Würde die eben ausgesprochene Vermutung zutreffen, dann hätten wir es bei den schnellen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen auf „Turm“ nur mit einer örtlichen Erscheinung zu tun. Diese würde nur insofern mit der Wetterlage in Verbindung stehen, als diese derartig sein müßte, daß sich bei ihr Inversion herausbilden könnte.

I. Täglicher Gang der relativen Feuchtigkeit Potsdam-Turm 1893-1904.

	I ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	IO ^a	II ^a	12 ^a	IP	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	IO ^p	IP ^p	12 ^p	Mittel
Januar	89.3	89.6	89.9	89.9	90.3	90.2	90.5	90.4	89.9	88.6	86.8	84.8	83.0	82.1	82.2	83.1	84.8	85.9	86.8	87.5	88.0	88.2	88.5	88.9	87.5
Februar	86.5	87.1	87.3	87.7	87.8	88.3	88.4	88.3	86.9	84.3	81.0	78.4	76.5	75.3	74.4	75.3	77.5	80.0	81.4	83.0	84.6	85.1	85.7	86.4	83.2
März	83.2	84.5	85.3	86.1	86.7	87.1	86.8	84.9	81.1	76.0	71.0	67.8	65.5	63.6	62.8	63.8	66.5	70.2	73.7	76.6	78.4	80.1	81.5	82.2	76.9
April	80.9	82.6	84.1	85.4	86.5	86.3	84.2	79.1	72.6	66.8	62.0	59.1	57.2	56.0	55.4	56.8	59.1	63.8	67.5	70.9	73.9	76.6	79.0	70.9	
Mai	81.3	83.0	84.7	86.3	86.5	84.8	80.5	74.2	68.0	62.7	59.0	55.8	54.3	53.1	52.8	52.5	53.5	55.2	59.4	63.7	67.9	71.9	75.6	78.5	68.5
Juni	77.9	80.5	82.8	84.5	84.7	82.8	78.2	72.2	66.4	61.2	57.6	55.3	52.4	52.0	52.2	53.2	55.1	58.5	62.3	67.1	70.2	73.1	75.7	67.1	
Juli	79.3	81.3	82.9	84.2	84.8	83.7	80.2	74.4	68.6	63.7	60.1	58.2	56.6	55.6	55.3	55.8	57.0	60.7	64.1	65.0	68.7	71.6	74.3	76.9	69.1
August	80.6	82.6	84.3	85.9	87.0	86.8	84.0	78.8	72.5	67.1	62.9	60.0	57.8	56.3	55.4	55.8	56.6	59.0	62.2	65.9	69.3	72.7	75.5	78.3	70.7
September	84.2	85.8	87.0	88.3	89.2	89.6	88.4	84.4	78.9	72.3	67.8	63.8	61.8	60.2	60.2	60.8	62.6	65.9	69.8	72.5	75.3	77.5	80.1	82.2	75.3
Oktober	88.2	89.5	90.3	90.7	91.0	91.1	91.1	89.8	86.8	82.5	78.0	74.3	72.0	71.7	71.7	73.5	76.4	79.1	81.7	83.2	84.4	85.6	86.9	88.4	83.2
November	90.4	90.7	90.9	91.1	91.1	91.4	91.5	91.4	90.2	88.2	85.1	82.6	80.6	80.2	80.5	82.5	84.6	85.8	86.8	87.8	88.5	89.3	89.5	90.2	87.5
Dezember	90.6	91.0	91.1	91.3	91.4	91.1	91.0	90.9	90.3	89.2	87.1	85.1	83.9	83.7	84.5	86.4	87.6	88.7	89.2	89.3	89.4	89.7	90.0	90.0	88.9
Jahr	84.4	85.7	86.7	87.6	88.1	87.8	86.2	83.2	79.3	75.2	71.5	68.7	66.8	65.9	65.5	66.4	68.1	70.2	72.8	75.3	77.7	79.7	81.5	83.0	77.4

I. Täglicher Gang der relativen Feuchtigkeit Potsdam-Wiese 1893-1904.

	I ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	IO ^a	II ^a	12 ^a	IP	2P	3P	4P	5P	6P	7P	8P	9P	IO ^p	IP ^p	12 ^p	Mittel
Januar	90.4	90.7	91.0	91.0	91.3	91.4	91.2	91.4	91.0	89.3	86.8	84.1	82.1	81.1	82.4	84.1	86.1	87.3	88.3	88.9	89.0	89.5	89.8	90.2	88.3
Februar	88.7	89.1	89.5	89.7	89.7	89.9	89.8	89.6	87.8	84.0	79.7	76.8	74.7	73.2	73.2	74.8	78.4	81.8	83.7	85.2	86.5	87.5	88.1	88.4	84.2
März	87.0	87.8	88.6	89.3	89.8	90.3	89.6	87.1	81.4	74.9	69.5	66.1	64.0	62.0	61.4	62.8	66.4	71.7	76.6	79.6	81.7	83.9	85.4	86.1	78.4
April	85.6	87.3	88.4	89.4	90.6	90.5	86.3	78.8	70.3	61.9	59.2	56.7	55.0	53.9	53.7	54.5	56.2	60.2	66.4	71.5	75.3	78.9	81.5	83.9	72.4
Mai	86.6	88.3	89.8	90.7	90.8	88.2	80.4	72.9	66.2	60.8	57.2	54.4	53.0	51.8	51.6	51.9	53.3	56.4	62.4	68.9	74.2	78.6	81.8	84.4	70.6
Juni	85.9	87.6	89.6	90.9	90.9	86.1	78.0	71.5	65.5	60.4	56.7	54.5	52.9	52.0	52.3	53.0	54.2	58.1	63.3	69.3	74.8	78.9	81.7	84.1	70.5
Juli	87.0	88.1	89.5	90.6	91.0	88.3	81.1	74.3	67.8	62.4	59.0	56.6	55.5	55.4	56.0	56.6	58.2	62.2	66.5	72.2	77.0	80.3	82.7	84.9	72.7
August	86.9	88.2	89.7	90.5	91.5	91.1	87.0	79.0	71.6	65.8	61.9	59.5	57.5	56.4	56.0	56.6	58.9	63.9	69.7	74.5	78.5	80.7	82.9	85.1	74.3
September	90.5	91.4	92.1	92.5	93.3	93.4	91.0	87.1	78.7	71.5	66.0	61.2	61.3	60.4	60.8	62.6	67.1	73.5	79.0	82.0	83.5	85.6	87.2	88.9	79.3
Oktober	94.7	93.2	93.5	93.7	93.8	94.0	94.0	92.6	88.4	82.3	77.2	73.5	71.5	71.6	71.7	76.2	82.0	85.6	87.6	88.6	89.0	90.4	91.5	92.2	86.2
November	92.7	92.8	92.9	93.0	93.1	93.4	93.5	91.2	89.0	84.7	82.0	79.8	79.4	79.4	79.4	84.7	88.9	89.9	89.7	90.5	90.7	91.8	91.9	92.4	89.2
Dezember	92.2	92.4	92.7	92.8	92.7	92.7	92.2	92.4	92.1	90.8	87.9	85.0	83.8	83.3	83.5	87.9	89.5	90.7	91.1	91.2	91.0	91.4	91.7	91.9	90.2
Jahr	88.8	89.8	90.6	91.2	91.6	90.8	87.9	81.2	79.4	74.6	70.5	67.7	65.9	65.0	65.5	67.1	69.8	73.3	77.0	80.2	82.6	84.8	86.4	87.7	79.7

II. Mittlere Differenzen der relativen Feuchtigkeit Turm minus Wiese 1893-1904.

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a	1 ^p	2 ^p	3 ^p	4 ^p	5 ^p	6 ^p	7 ^p	8 ^p	9 ^p	10 ^p	11 ^p	12 ^p	Mittel	
Januar	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.2	-0.7	-1.0	-1.1	-0.7	0.0	0.7	0.9	1.0	-0.2	-1.0	-1.3	-1.4	-1.5	-1.4	-1.0	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-0.8
Februar	-2.2	-2.0	-2.2	-2.0	-1.9	-1.6	-1.4	-1.3	-0.9	0.3	1.3	1.6	1.8	2.1	1.2	0.5	-0.9	-1.8	-2.3	-2.2	-1.9	-2.4	-2.4	-2.4	-2.0	-1.0
März	-3.8	-3.3	-3.3	-3.2	-3.1	-3.2	-2.8	-2.2	-0.3	1.1	1.5	1.7	1.5	1.6	1.4	1.0	0.1	-1.5	-2.9	-3.0	-3.3	-3.8	-3.9	-3.9	-1.5	
April	-4.7	-4.7	-4.3	-4.0	-4.1	-4.2	-4.1	-4.2	0.1	0.3	2.9	2.8	2.2	2.1	1.5	0.9	0.6	-1.1	-2.6	-4.0	-4.4	-5.0	-4.9	-4.9	-1.5	
Mai	-5.3	-5.3	-5.1	-4.4	-4.3	-3.4	0.1	1.3	1.8	1.9	1.8	1.4	1.3	1.3	0.7	0.6	0.2	1.2	-3.0	-5.2	-6.3	-6.2	-6.2	-5.9	-2.1	
Juni	-8.0	-7.1	-6.8	-6.5	-6.2	-3.3	0.2	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	0.6	0.4	-0.3	-0.8	-1.0	-3.0	-4.8	-7.0	-7.7	-8.7	-8.6	-8.4	-3.4	
Juli	-7.7	-6.8	-6.6	-6.4	-6.2	-4.6	-0.9	0.1	0.8	1.3	1.1	1.6	1.1	0.2	-0.7	-0.8	-1.2	-3.8	-5.4	-7.2	-8.3	-8.7	-8.4	-8.0	-3.6	
August	-6.3	-5.6	-5.4	-4.4	-4.5	-4.3	-3.0	-0.2	0.9	1.3	1.0	0.5	0.3	-0.1	-0.6	-0.8	-2.3	-4.9	-7.5	-8.6	-9.2	-8.0	-7.4	-6.8	-3.6	
September	-6.3	-5.6	-5.1	-4.2	-4.1	-3.8	-2.7	0.2	0.8	1.0	0.6	0.5	0.1	-0.6	-1.8	-4.5	-7.6	-9.2	-9.5	-8.2	-8.1	-7.1	-6.7	-4.0		
Oktober	-4.5	-3.7	-3.2	-3.0	-2.8	-2.9	-2.9	-2.8	-1.6	0.2	0.8	0.8	0.5	0.1	-1.0	-2.7	-5.6	-6.5	-5.9	-5.4	-4.6	-4.8	-4.6	-3.8	-2.9	
November	-2.3	-2.1	-2.0	-1.9	-2.0	-2.0	-2.0	-2.1	-2.0	-0.8	0.4	0.6	0.6	0.8	1.0	-2.2	-3.1	-2.9	-2.8	-2.8	-2.5	-2.4	-2.2	-1.7		
Dezember	-1.6	-1.4	-1.6	-1.5	-1.3	-1.6	-1.2	-1.5	-1.8	-1.6	-0.8	0.1	0.6	0.4	-0.8	-1.5	-1.9	-2.1	-2.9	-1.9	-1.6	-1.7	-1.7	-1.9	-1.3	
Jahr	-4.4	-4.1	-3.9	-3.6	-3.5	-3.0	-1.7	-1.0	-0.1	0.6	1.0	1.0	0.9	0.9	-0.1	-0.7	-1.7	-3.1	-4.2	-4.9	-4.9	-5.1	-4.9	-4.7	-2.3	

II. Mittlere Differenzen der Temperatur Turm minus Wiese 1893-1904.

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a	1 ^p	2 ^p	3 ^p	4 ^p	5 ^p	6 ^p	7 ^p	8 ^p	9 ^p	10 ^p	11 ^p	12 ^p	Mittel	
Januar	0.20	0.20	0.23	0.22	0.19	0.22	0.14	0.16	0.08	-0.11	-0.38	-0.39	-0.38	-0.34	-0.01	0.12	0.26	0.25	0.25	0.24	0.20	0.23	0.23	0.22	0.22	0.09
Februar	0.29	0.28	0.28	0.29	0.27	0.21	0.23	0.14	-0.11	-0.45	-0.65	-0.66	-0.63	-0.38	-0.19	0.13	0.37	0.35	0.35	0.32	0.31	0.26	0.32	0.28	0.23	0.03
März	0.47	0.44	0.47	0.46	0.45	0.44	0.25	-0.01	-0.45	-0.78	-0.88	-0.89	-0.92	-0.85	-0.72	-0.50	-0.21	0.21	0.21	0.46	0.49	0.46	0.50	0.50	0.00	
April	0.61	0.61	0.55	0.55	0.52	0.35	-0.08	-0.49	-0.87	-1.15	-1.18	-1.19	-1.17	-1.21	-1.02	-0.82	-0.56	-0.15	0.30	0.57	0.59	0.63	0.66	0.61	0.14	
Mai	0.71	0.70	0.61	0.55	0.43	0.01	-0.47	-0.78	-1.10	-1.31	-1.33	-1.31	-1.27	-1.27	-1.01	-0.86	-0.66	-0.31	0.18	0.66	0.81	0.86	0.81	0.76	-0.19	
Juni	0.96	0.92	0.85	0.73	0.54	-0.08	-0.54	-0.82	-1.08	-1.32	-1.35	-1.37	-1.37	-1.30	-1.13	-0.93	-0.56	-0.15	0.37	0.80	1.12	1.19	1.08	1.05	-0.10	
Juli	0.98	0.92	0.85	0.80	0.60	0.16	-0.57	-0.74	-1.00	-1.21	-1.27	-1.30	-1.27	-1.03	-0.84	-0.51	-0.06	0.26	0.67	1.18	1.17	1.10	1.03	0.95	0.05	
August	0.93	0.83	0.81	0.73	0.65	0.40	-0.06	-0.65	-0.99	-1.23	-1.31	-1.31	-1.25	-1.13	-0.95	-0.73	-0.34	0.34	1.05	1.41	1.31	1.18	1.12	1.02	0.09	
September	0.90	0.80	0.72	0.62	0.60	0.48	0.25	-0.19	-0.63	-1.01	-1.07	-1.07	-0.95	-0.73	-0.41	-0.29	0.34	1.33	1.33	1.33	1.10	1.08	0.99	0.23		
Oktober	0.55	0.51	0.45	0.42	0.40	0.41	0.31	0.11	-0.33	-0.68	-0.81	-0.82	-0.77	-0.65	-0.37	0.00	0.55	0.73	0.68	0.62	0.60	0.58	0.58	0.53	0.16	
November	0.28	0.29	0.31	0.26	0.27	0.30	0.26	0.20	0.00	-0.34	-0.49	-0.53	-0.41	-0.05	0.21	0.28	0.37	0.36	0.33	0.33	0.29	0.30	0.30	0.30	0.11	
Dezember	0.16	0.23	0.19	0.17	0.18	0.21	0.15	0.18	0.11	-0.08	-0.27	-0.38	-0.37	-0.24	-0.03	0.19	0.25	0.25	0.23	0.19	0.18	0.20	0.19	0.18	0.09	
Jahr	0.59	0.55	0.53	0.48	0.42	0.27	-0.01	-0.24	-0.54	-0.80	-0.90	-0.93	-0.91	-0.86	-0.62	-0.39	-0.07	0.24	0.49	0.67	0.68	0.69	0.66	0.62	0.03	

4*

III. Täglicher Gang der Temperatur

Monat	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a
Januar	-1.78	-1.87	-1.92	-1.98	-2.06	-2.08	-2.12	-2.13	-2.00	-1.64	-1.05	-0.53
Februar	-0.58	-0.70	-0.77	-0.84	-0.92	-1.06	-1.07	-1.06	-0.74	-0.14	0.59	1.14
März	2.52	2.24	2.01	1.79	1.63	1.47	1.47	1.86	2.64	3.54	4.45	5.12
April	5.71	5.37	5.04	4.80	4.54	4.51	4.98	6.00	7.13	8.08	8.96	9.59
Mai	9.58	9.15	8.72	8.39	8.26	8.58	9.56	10.70	11.70	12.73	13.53	14.25
Juni	13.54	13.04	12.58	12.21	12.19	12.68	13.77	14.88	15.87	16.75	17.52	18.16
Juli	15.47	15.00	14.58	14.22	14.06	14.35	15.23	16.33	17.42	18.34	19.12	19.82
August	14.79	14.35	13.98	13.65	13.37	13.45	14.09	15.22	16.44	17.44	18.30	18.96
September	11.65	11.27	10.99	10.69	10.45	10.27	10.53	11.41	12.75	13.95	14.99	15.68
Oktober	7.68	7.49	7.26	7.10	6.94	6.84	6.78	7.07	7.83	8.86	9.77	10.53
November	2.98	2.89	2.84	2.72	2.62	2.57	2.49	2.48	2.79	3.39	4.07	4.69
Dezember	-0.08	-0.19	-0.24	-0.32	-0.38	-0.40	-0.46	-0.48	-0.39	-0.06	0.46	0.95
Jahr	6.79	6.50	6.26	6.03	5.89	5.94	6.27	6.86	7.62	8.44	9.23	9.87

III. Täglicher Gang der Temperatur

Monat	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a
Januar	-1.98	-2.07	-2.15	-2.20	-2.25	-2.30	-2.26	-2.29	-2.08	-1.53	-0.77	-0.14
Februar	-0.87	-0.98	-1.05	-1.13	-1.19	-1.27	-1.30	-1.20	-0.63	0.31	1.18	1.79
März	2.05	1.80	1.54	1.33	1.18	1.03	1.22	1.87	3.09	4.32	5.33	6.01
April	5.09	4.76	4.49	4.25	4.02	4.16	5.06	6.51	8.00	9.23	10.14	10.78
Mai	8.87	8.45	8.11	7.84	7.83	8.57	10.03	11.48	12.89	14.04	14.86	15.56
Juni	12.58	12.12	11.73	11.48	11.65	12.76	14.31	15.70	16.95	18.07	18.87	19.53
Juli	14.49	14.08	13.73	13.42	13.46	14.19	15.75	17.07	18.42	19.55	20.41	21.12
August	13.86	13.52	13.17	12.92	12.72	13.05	14.15	15.87	17.43	18.67	19.61	20.27
September	10.75	10.47	10.27	10.07	9.85	9.79	10.28	11.60	13.38	14.96	16.04	16.75
Oktober	7.13	6.98	6.81	6.68	6.54	6.43	6.47	6.96	8.16	9.54	10.58	11.35
November	2.70	2.60	2.53	2.46	2.35	2.27	2.23	2.28	2.79	3.73	4.56	5.22
Dezember	-0.24	-0.42	-0.43	-0.49	-0.56	-0.61	-0.61	-0.66	-0.50	0.02	0.73	1.33
Jahr	6.20	5.95	5.73	5.55	5.47	5.67	6.28	7.10	8.16	9.24	10.13	10.80

Potsdam-Turm 1893-1904.

1 ^p	2 ^p	3 ^p	4 ^p	5 ^p	6 ^p	7 ^p	8 ^p	9 ^p	10 ^p	11 ^p	12 ^p	Mittel
-0.12	0.09	0.15	-0.16	-0.45	-0.69	-0.89	-1.06	-1.19	-1.37	-1.51	-1.64	-1.25
1.59	1.88	2.00	1.85	1.47	1.11	0.78	0.48	0.23	-0.08	-0.21	-0.40	0.19
5.68	6.13	6.34	6.25	5.88	5.31	4.74	4.24	3.81	3.41	3.10	2.81	3.69
10.11	10.49	10.68	10.70	10.47	10.02	9.18	8.43	7.80	7.20	6.74	6.24	7.62
14.70	15.11	15.33	15.31	15.09	14.67	13.92	12.99	12.18	11.46	10.81	10.23	11.69
18.69	19.03	19.11	19.18	19.00	18.62	18.06	17.10	16.17	15.39	14.68	14.13	15.93
20.26	20.58	20.67	20.68	20.52	20.19	19.56	18.66	17.84	17.15	16.53	15.94	17.60
19.49	19.93	20.18	20.15	19.91	19.42	18.66	17.82	17.07	16.35	15.77	15.26	16.84
16.26	16.63	16.75	16.66	16.25	15.46	14.66	14.02	13.43	12.89	12.44	12.00	13.42
10.96	11.16	11.17	10.83	10.25	9.70	9.21	8.84	8.57	8.21	7.96	7.67	8.70
5.12	5.33	5.27	4.89	4.52	4.21	3.94	3.70	3.49	3.31	3.14	2.99	3.60
1.29	1.41	1.31	1.01	0.79	0.59	0.45	0.33	0.23	0.11	-0.01	-0.05	0.25
10.34	10.65	10.74	10.61	10.31	9.89	9.35	8.80	8.30	7.84	7.45	7.10	8.21

Potsdam-Wiese 1893-1904.

1 ^p	2 ^p	3 ^p	4 ^p	5 ^p	6 ^p	7 ^p	8 ^p	9 ^p	10 ^p	11 ^p	12 ^p	Mittel
0.26	0.43	0.16	-0.28	-0.71	-0.94	-1.14	-1.30	-1.39	-1.60	-1.74	-1.86	-1.34
2.25	2.51	2.38	2.04	1.34	0.74	0.43	0.16	-0.08	-0.34	-0.53	-0.68	0.16
6.60	6.96	7.06	6.75	6.09	5.10	4.28	3.75	3.35	2.91	2.60	2.31	3.69
11.28	11.70	11.70	11.52	11.03	10.17	8.88	7.86	7.21	6.57	6.08	5.63	7.76
15.97	16.38	16.34	16.20	15.75	14.98	13.74	12.30	11.37	10.60	10.00	9.47	12.15
20.06	20.33	20.23	20.01	19.56	18.77	17.69	16.30	15.05	14.20	13.60	13.08	16.03
21.56	21.85	21.70	21.52	21.03	20.25	19.30	17.69	16.66	15.96	15.43	14.91	17.65
20.74	21.06	21.13	20.88	20.16	19.08	17.61	16.41	15.76	15.17	14.65	14.24	16.75
17.29	17.58	17.45	17.07	15.96	14.48	13.34	12.69	12.26	11.79	11.36	11.01	13.19
11.73	11.81	11.54	10.83	9.70	8.97	8.53	8.22	7.97	7.63	7.38	7.14	8.54
5.63	5.74	5.32	4.68	4.14	3.84	3.58	3.37	3.20	3.01	2.84	2.69	3.49
1.66	1.65	1.28	0.82	0.54	0.34	0.22	0.14	0.05	-0.09	-0.20	-0.23	0.16
11.25	11.51	11.36	11.00	10.38	9.65	8.86	8.13	7.62	7.15	6.79	6.48	8.18