

Messungen

des

Potentialgefälles der Lufterlektrizität

in Bamberg

von

Dr. W. Braun,

k. Gymnasialprofessor.



Einleitung.

Wenn man von jeder naturwissenschaftlichen Entdeckung sagen kann, dass sie dem Forscher neue Rätsel vorlege, so gilt dies in hervorragendem Masse auf dem Gebiete der Luftelektrizität. Man kann wohl behaupten, dass seit Franklin die Forschung auf diesem Gebiete keinen so energischen Ruck vorwärts gemacht hat wie durch F. Exner¹⁾, wenn auch, wie es gegenwärtig wohl den Anschein hat, seine Theorie nicht aufrecht erhalten werden kann. Aber es ist eben vorläufig nur die Forschung, der dieser Anstoss zu gute kommt, insofern ihr durch Exner ein fester Boden bereitet und neue Ziele gesteckt wurden. An einer auch nur kleinere Gruppen von Erscheinungen umfassenden Erklärung fehlt es heute noch ebenso wie vor Exner. Der Grund davon dürfte wohl der sein, dass eben verschiedene Ursachen zusammenwirken, um die Erscheinungen so verwickelt zu machen. Es ist daher vorläufig noch nötig, möglichst viel Beobachtungsmaterial, und zwar an verschiedenen Orten, zusammenzutragen, wie schon Exner und J. Elster und H. Geitel²⁾ betonten. Exner stellt dabei die Forderung, nur bei ganz normalem Wetter Beobachtungen vorzunehmen, aber die Zahl derselben würde dadurch, wie auch Elster und Geitel und E. Kircher³⁾ (früher in Meiningen, jetzt in Saalfeld) bemerkten, allzusehr herabgedrückt. Ich meinestheils

wäre übrigens in Verlegenheit, wenn ich ein Kriterium für normale Tage im Sinne Exners angeben sollte. Denn es hat sich wiederholt herausgestellt, dass Beobachtungen an meteorologisch normalen Tagen ohne irgend eine erkennbare Ursache die merkwürdigsten Unterschiede zeigten, während umgekehrt manche Beobachtungen an windigen oder bewölkten Tagen ganz gut solchen an meteorologisch normalen Tagen an die Seite gestellt werden konnten. Mein Beruf und die Wahl des Beobachtungsortes, wovon unten zu sprechen sein wird, und auch andere Umstände brachten es mit sich, dass ich viele normale Wetterperioden versäumen musste, bez. an vielen normalen Tagen nur einzelne Beobachtungen anstellen konnte. Ich war daher darauf angewiesen, auch an anderen Tagen zu beobachten, um ein ausreichendes Zahlenmaterial zu erhalten.

An dieser Stelle möge es mir gestattet sein, Herrn Dr. E. Hartwig, Direktor der hiesigen Sternwarte, für die gütige Ueberlassung eines Beobachtungsplatzes und weitgehende Rücksichtnahme auf meine Beobachtungen, sowie Herrn Dr. Lorentzen für seine Unterstützung bei Ermittlung des Reduktionsfaktors den verbindlichsten Dank auszusprechen.



§ 1.

Beobachtungsort, Apparate und Beobachtungsmethoden.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, wurden die Beobachtungen auf der Bamberger Sternwarte vorgenommen, und zwar auf dem Verbindungsgang der beiden Türme gerade über dem Meridiansale. Die Richtung des Ganges fällt mit der Ostwestlinie zusammen.

Die Sternwarte liegt ausserhalb der Stadt etwas südlich auf der das linke Ufer der Regnitz begrenzenden Anhöhe. Der Grund, auf dem sie steht, gehört der Keuperformation an. Der Boden des Meridiansales ist 287 m über dem Meere, ungefähr 47 m über der Thalsole, der oben genannte Verbindungsgang 8 m über dem ersteren gelegen. Die Länge des Ganges oder die Entfernung der beiden Türme von einander beträgt 11 m.

Bei der Wahl dieser Örtlichkeit leitete mich der Gedanke, dass hier 1) die Störungen durch den Staub und den Rauch der Stadt möglichst gering wären, 2) die Form und Lage der Niveaulächen durch die Vegetation nicht alteriert würden, 3) die Daten der mit der Sternwarte verbundenen meteorologischen Station unmittelbar für die Messungen nutzbar gemacht und ausserdem noch in den Zwischenzeiten Ablesungen an geachteten Instrumenten vorgenommen werden konnten, endlich 4) eine genau definierte Örtlichkeit vorliegt, an der auch späterhin von anderen Beobachtern Messungen ausgeführt werden könnten, die mit den meinigen unmittelbar zusammenzustellen wären.

Anfangs verwendete ich zu den Messungen die von der hiesigen K. Realschule mit dankenswerter Bereitwilligkeit überlassenen transportablen Apparate nach Exner (II.)¹⁾. Später stellte ich mir eine der Örtlichkeit angepasste besondere Vor-

richtung zusammen. Ich legte nämlich auf das Geländer der den Meridianspalt übersetzenden Brücke (81 cm über ihrem Boden) einen hölzernen, rechteckigen Rahmen, dessen nördliche und südliche Leiste mit kreisförmigen Bohrungen versehen sind, die 104 cm von einander abstehen und durch die cylindrische hölzerne Stangen gesteckt werden können. Die Stangen sind in beliebiger Höhe festzuschrauben und tragen je einen ca. 40 cm langen Ebonitstab, der als isolierende Stütze für ein Laternchen dient. Dieses Laternchen ist aber abweichend vom Exner'schen Muster konstruiert, erstens etwas grösser, damit das Licht (Stearinkerze) nicht so oft erneuert werden muss und dann nach dem Vorbild der Kutschenlaternen mit einer Feder versehen, die die Kerze an das umschliessende Gehäuse andrückt, damit die Flamme stets in gleicher Höhe erhalten wird. Der bei Exner zur Ableitung der Flammenelektrizität dienende Platindraht ist durch einen ebenso gut funktionierenden Messingdraht ersetzt.

Zur Messung des Luftpotentials wurde ausschliesslich das Exner'sche Elektrometer benützt. Dieses war ursprünglich mit einer von Herrn Exner selbst geschriebenen Aichungstabelle versehen. Als ich aber nach einigen Monaten neue Aluminiumblättchen einkleben musste, war ich gezwungen eine neue Aichung vorzunehmen. Dazu benützte ich die im Besitze der K. Realschule befindliche Wasserbatterie von 200 Zink-Kupfer-Elementen, mit der ich am 12. und 13. Mai 1893 die Aichung zum ersten Male vornahm. Da die darnach berechneten Potentiale aber verschieden ausfielen, je nachdem ich eine einzige Laterne in zwei verschiedenen Höhen nach einander oder zwei Laternen gleichzeitig in verschiedenen Höhen verwendete, so misstraute ich den Ergebnissen und wiederholte die Aichung im Juli 1894, indem ich mir vom 18. bis zum 21. 8 Vergleichsreihen verschaffte, so lange nämlich, bis die Kraft der Batterie nachzulassen schien. Hierbei stellte sich in der That heraus, dass die nach der ersten Aichung den Ausschlägen entsprechenden Potentiale (nach Elementen angegeben) falsch und zwar, höchst wahrscheinlich wegen mangelhafter Isolation, zu hoch waren. Der Umstand, dass mangelhafte Isolation der Wasserbatterie zu hohe Potentialwerte liefert, ist bei der Prüfung der Fehlerquellen wohl zu beachten. Da im Laufe der

Zeit das eine Aluminiumblättchen schadhaft geworden war, musste es durch ein neues ersetzt werden, wodurch eine neue Aichung notwendig wurde, die denn auch vom 22. bis zum 27. November 1894 wieder in mehreren Beobachtungsreihen durchgeführt wurde.

Vorher aber (vom 14. bis zum 19. November) wurde die Aichung des Juli kontrolliert und als richtig befunden bis auf kleinere Differenzen bei niedrigen Ausschlägen. Diese Differenzen veranlassten mich, der Sache nachzugehen und ich fand schliesslich, dass der Nullpunkt und mit ihm die niederen Ausschläge, wie ja zu erwarten war, sehr veränderlich sind und dass es das beste ist, das Elektrometer, wenn man es überhaupt in einem Etui verwahren muss, stets darinnen zu belassen, damit sich die Blättchen beim Beginn einer Beobachtung womöglich immer in der gleichen Verfassung befinden. Diese Uebelstände vermeidet man übrigens am besten dadurch, dass man nur Ausschläge von mehr als 5—6 mm (bei den gewöhnlichen Dimensionen des Exner'schen Elektrometers) misst. Zur Vorsicht habe ich zuletzt immer den Nullpunkt des Instrumentes vor und nach jeder Beobachtung notiert.

Auch die November-Aichung wurde im März und im Dezember 1895 kontrolliert und für höhere Ausschläge als richtig befunden. Zum Schlusse gestatte ich mir noch die Bemerkung, dass ich die Wasserbatterie vor jeder Aichung ganz neu zusammenstellte, die isolierenden Glasplatten mit Schwefelsäure reinigte, die Metallstäbe blank feilte und die Gläschen mit destilliertem Wasser füllte.

Ich gehe nun zu den Ebonitstäben über. Dieselben können zu Beobachtungsfehlern Veranlassung geben, indem sie entweder nicht genügend isolieren oder selbst elektrisch werden. Die erste Fehlerquelle ist bei meinen Beobachtungen ausgeschlossen, da ich die Stäbe am Elektrometer prüfte und, wenn sie nicht genügend isolierten, die Beobachtung überhaupt unterliess, ausser wenn die Isolierung für hinreichend lange Zeit durch Erwärmen über der Laterne erreicht werden konnte. Die gleiche Vorsicht wandte ich natürlich hinsichtlich der Isolierung der Aluminiumblättchen, bez. bei Anwendung von zwei Laternen hinsichtlich der Isolierung des Elektrometergehäuses an.

Um die Oberfläche der Stäbe möglichst zu schonen, verwahrte ich sie in den letzten zwei Jahren in einem Zimmer der Sternwarte, das im Winter geheizt wurde, und liess sie nicht länger im Freien, als unbedingt nothwendig war. Dabei war es natürlich nicht zu vermeiden, dass die zweite Fehlerquelle, die Elektrisierung des einen oder anderen Ebonitstabes, sich geltend machte, und zwar war dies vorzüglich bei dem einen der beiden Stäbe der Fall, der etwas knapper von der Hülse der Laterne umschlossen wurde, so dass beim Aufsetzen derselben auf den Stab Reibung unvermeidlich war. Ich fand daher diesen Stab nach der Beobachtung meistens negativ, bisweilen aber auch positiv elektrisch. Etwas schwächer zeigte diese Eigenschaft auch der andere Stab, schwächer deshalb, weil er erstens sich an der Laternenhülse nicht so stark rieb und zweitens weniger gut isolierte.

Die letztere Bemerkung bezieht sich natürlich nur auf Ladungen, die durch keine fortwährend wirkenden Ursachen erneuert werden. Das Potential litt unter der schlechteren Isolierung bei normalem Wetter nicht. Die Fehler, die diese elektrischen Ladungen mit sich bringen, eliminierte ich dadurch, dass ich ausschliesslich Differenzen von Potentialen mass:

1) Bei niederem Gefälle benutzte ich nur eine Laterne, und zwar abwechselnd in Intervallen von 1 oder $1\frac{1}{2}$ Min. n mal in der tieferen, $n \pm 1$ mal in der höheren Stellung; nur wenn das Potential entschieden konstant war, nahm ich bei beiden Stellungen gleich viel Ablesungen vor.

2) Bei sehr hohem Gefälle benützte ich die zwei Laternen in der Weise, dass ich die eine in konstanter Höhe beliess, die andere aber um gleiche Beträge abwechselnd tiefer und höher stellte nach demselben Modus wie bei 1). Die Differenz der beiden Ablesungen (jede mit ihrem Zeichen behaftet) gab dann unmittelbar die Potentialdifferenz für die beiden Höhen. Wenn alle Störungen ausgeschlossen sind, müssen die beiden Ablesungen ihrem absoluten Werte nach gleich sein. Dies traf aber in den seltensten Fällen zu, manchmal fiel die Differenz der (absoluten) Ablesungen so gross aus, dass ich die Höhen-differenzen zwischen dem veränderlichen Stabe in seinen beiden Stellungen und dem festen Stabe ungleich wählen musste. Natürlich nahm ich sie dann so an, dass die Ausschläge möglichst gleich und nicht zu hoch und nicht zu niedrig ausfielen (etwa 8 bis 11 mm).

Die Berechnung der Potentialdifferenz wurde dadurch natürlich nicht alteriert.

3) Bei mittlerem Gefälle, wo die Blättchen bei Benützung einer Laterne an das Gehäuse schlugen und andererseits für die unter Nr. 2 beschriebenen Manipulationen der nötige Spielraum fehlte, musste ich beide Stäbe in je zwei (gleichen) Stellungen benutzen, also z. B. die nördliche Laterne in 60 cm, die südliche gleichzeitig in 140 cm Höhe, darauf umgekehrt. Auch hier wurde im allgemeinen eine gerade Anzahl von Ablesungen bei der einen Kombination und eine ungerade bei der andern vorgenommen.

Es ist klar, dass in allen 3 Fällen die Fehler, die von Ladungen der Stäbe, und im 2. Falle selbst solche, welche von mangelhafter Isolation der in konstanter Höhe befindlichen Laterne herrühren, im arithmetischen Mittel aus allen Beobachtungen eliminiert sind.

Die beiden Laternen waren in horizontalem Sinne nur 104 cm von einander entfernt. Eine Prüfung ergab aber, dass sie sich gegenseitig nicht beeinflussten.

Die Feststellung des Vorzeichens geschah unter Anwendung eines geriebenen Ebonitstäbchens. Ich bekam dabei nie Angaben, die den Verdacht hätten aufkommen lassen, dass das Stäbchen, wie die Herren Elster und Geitel (I)²⁾ bemerken, auch positiv werden könne. Freilich war es nie der feuchten Atmosphäre vor dem Gebrauche ausgesetzt, was die genannten Herren als besonderes Beförderungsmittel für diese Anomalie anführten. Verdächtige Angaben erhielt ich nur am Anfang (Winter 92–93), als ich das Stäbchen unmittelbar über das Elektrometer hielt, weil dadurch nicht bloß die Blättchen, sondern auch das Gehäuse influenziert wurden. Seitdem ich mich daran gewöhnte, das Stäbchen nur dem Draht in einiger Entfernung vom Elektrometer zu nähern, kamen derlei verdächtige Ergebnisse nicht mehr zutage.

Zur Reduktion der auf der Sternwarte gewonnenen Zahlen für das Gefälle auf freies, ebenes Feld liegen zur Zeit nur 3 Werte für den Reduktionsfaktor vor. Ich fand nämlich

am 14. November 1894	0,69
am 1. Dezember 1894	0,65
am 22. November 1895	0,64
Mittel	0,66

Mit dieser Zahl hat man alle in der vorliegenden Arbeit für das Gefälle angegebenen Zahlen zu multiplizieren, um die Werte für freies, ebenes Feld zu bekommen, ausserdem aber noch mit $\frac{3}{4}$, um sie in Volt umzurechnen, da 1 Zink-Kupfer-Wasserelement ungefähr = 0,74 Volt ist. Setzt man obigen Wert für den Reduktionsfaktor 0,66 rund = $\frac{2}{3}$, so ergibt sich als Gesamtfaktor, mit dem man meine Zahlen zu multiplizieren hat, um sie auf absolutes Mass zu reduzieren, gerade $\frac{1}{2}$. Dadurch werden aber meine Zahlen, mit den Resultaten der Herren Exner, Elster und Geitel und Kircher³⁾ verglichen, auffallend klein, so dass ich dem Reduktionsfaktor trotz der bestechenden Übereinstimmung der 3 Einzelwerte noch misstrauen muss. Dieses Misstrauen erscheint um so mehr gerechtfertigt, wenn man bedenkt, wie die einzelnen Zahlen gewonnen wurden. Man ersieht dies aus folgender Zusammenstellung:

T a g	Stunde	Stern- warte beobachtetes Gefälle	Freies Feld beobachtetes Gefälle	Stern- warte interpoliert. Gefälle	Re- duktions- faktor
14. Nov. 1894	1 ^h 53 ^{mp}	282	—	—	$\frac{190}{276} = 0,69$
	3 ^h 0 ^{mp}	—	190	276	
	3 ^h 51 ^{mp}	270	—	—	
1. Dez. 1894	1 ^h 56 ^{mp}	348	—	—	$\frac{180}{279} = 0,65$
	3 ^h 6 ^{mp}	—	180	279	
	4 ^h 3 ^{mp}	222	—	—	
22. Nov. 1895	1 ^h 58 ^{mp}	190,5	—	—	$\frac{103,5}{158} = 0,64$
	3 ^h 0 ^{mp}	—	103,5	158	
	3 ^h 49 ^{mp}	132	—	—	

Man sieht, dass an den beiden letzten Tagen sich das Gefälle während der Expedition auf das Feld sehr bedeutend änderte. Es ist dabei offenbar sehr fraglich, ob das Gefälle, wie man bei der Interpolation annimmt, wirklich linear sich ändert, ja ob überhaupt der wirkliche Wert zwischen den beobachteten liegt. An solchen Tagen ist meines Erachtens nicht einmal durch gleichzeitige Beobachtung an beiden Orten etwas zu erreichen, weil die den Schwankungen des Gefalles

zugrunde liegenden Ursachen wahrscheinlich ihren Sitz in den unteren Schichten der Atmosphäre haben, wie schon W. Thomson⁴⁾ 1859 auf Grund gleichzeitiger Beobachtungen an zwei ca. 2 $\frac{1}{2}$ (engl.) Meilen von einander entfernten Orten vermutete. Eine Bestimmung des Reduktionsfaktors am 25. März dieses Jahres durch gleichzeitige Beobachtungen auf der Sternwarte und auf freiem Feld, wozu Herr Dr. Lorentzen seine gütige Mitwirkung zugesagt hatte, wurde durch plötzliches Auftreten eines Gewitters vereitelt. Ich behalte mir daher vor, den Reduktionsfaktor durch weitere genauere Messungen erst noch festzustellen, obgleich die Ausführungen des § 10 mein Misstrauen gegen den Reduktionsfaktor etwas zu mildern geeignet sind.

§ 2.

Beobachtungsergebnisse.

Tab. 1.

Jahr	Mt.	Tg.	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700+	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
92	XI	23.	3 ⁴⁰ p	311	8	—	44,1	—2,0	3,0	75	N ₁	8° Altoctu ≡ i. Hor.
	XII	3.	3 ⁰ p	411	6	—	37,0	—1,1	2,8	68	SE ₄	8° Cieu Ci Altoctu
	XII	19.	2 ⁵⁵ p	535	10	—	39,8	3,3	4,3	73	W ₁	2° Ci
	XII	28.	10 ³⁶ a	501	3	—	43,3	—10,0	1,8	83	NNW ₃	2° ≡
93	I	16.	2 ¹⁶ p	696	2	—	34,3	—17,7	0,8	52	NW ₁	1° ∞
	I	17.	11 ⁵⁴ a	700	4	—	32,5	—23,5	0,4	58	—	7 Streu
	I	18.	2 ¹¹ p	868	4	—	42,3	—15,5	1,1	63	NW ₂	2° ∞
	I	19.	11 ⁷ a	715	6	—	48,0	—24,4	0,5	69	—	4° ∞
	I	20.	2 ¹⁸ p	756	8	—	43,3	—8,0	1,6	67	SE ₃	10 Str Hoch ≡
	I	27.	2 ⁴⁸ p	388	8	—	38,3	—0,9	3,7	88	SE ₂	10 Str
	I	31.	12 ⁹ p	273	8	—	42,9	4,3	4,9	77	S ₃	8° Altostr
III	22.	2 ¹⁶ p	220	4	7	43,9	8,6	4,1	4,5	N ₂	2 Cu	
		6 ²⁶ p	135	6	7	43,8	6,1	4,4	60	—	0	
		Mittel	178		7	43,9	7,4	4,3	53	N ₁	1	
III	23.	11 ⁴⁰ a	244	4	3	43,5	6,9	4,9	59	N ₂	0	
IV	19.	6 ⁴³ p*	118	6	9	37,2	15,0	3,8	29	—	0 ∞	
IX	4.	10 ²⁴ a	121	24	—	41,3	12,6	8,6	83	SSW ₂	10	Altoctu Frac-
		11 ²¹ a	160	5	—	41,1	14,4	8,8	83	SSW ₁	10	toni Streu
		Mittel	141			41,2	13,5	8,7	83	SSW ₂	10	
IX	5.	2 ³² p	92	8	5	38,3	17,4	8,5	48	S ₂	0 Fr	
		7 ¹ p*	122	12	7	37,4	14,9	9,4	65	—	0 —	
		Mittel	107		6	37,9	16,2	9,0	57	S ₁	0	
IX	6.	2 ⁷ p	65	3	—	34,1	23,2	10,7	50	W ₃	10	Altostr
IX	8.	2 ⁴⁰ p	118	8	—	32,8	20,0	11,8	66	W ₅	10	Ni Fractoni
												Str Cuni
X	7.	2 ³⁸ p	123	8	9	32,4	19,8	10,1	56	SW ₂	7°	Altoctu Cieu
												Altostr Cist
X	8.	5 ³³ p	88	16	6	33,2	18,1	12,5	81	NE ₁	9	Str Fr
X	14.	2 ⁴⁰ p	178	9	4	36,7	11,6	6,8	68	SW ₅	10	Str Ni
XI	8.	2 ¹³ p	285	5	5	38,5	0,2	3,2	69	NE ₄	3	Streu Cu
XI	11.	2 ¹⁶ p	128	9	0	42,1	—1,9	2,7	70	NE ₃	9	Streu Rauch
XI	12.	2 ²³ p	303	12	—	45,5	3,4	3,1	48	E ₃	0	Rauch
XI	13.	2 ²⁰ p	159	6	3	41,5	3,9	3,3	50	SE ₅	0	—

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700+	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
94	I	12.	2 ³² p	420	12	2	44,0	—5,4	2,2	69	S ₃	0 ∞ i. Hor
	I	22.	4 ⁴³ p	118	24	8	33,6	5,4	4,4	64	SW ₃	10 Ni
	I	24.	11 ³⁷ a	231	14	6	40,7	0,7	3,2	61	NW ₂	5 Cu Rauch
			2 ²² p	186	8	—	40,7	1,8	3,0	55	NW ₃	7
			3 ² p	237	4	—	40,9	1,3	3,1	60	WNW ₃	6
			Mittel	218		6	40,8	1,3	3,1	59	NW ₃	6
	I	25.	11 ⁴⁰ a	315	7	3	42,3	—1,6	3,6	79	S ₃	4 Cieu Cist Str
III	19.	10 ³⁴ a	283	13	7	40,1	2,2	3,3	52	NNE ₄	1	Ci & St i. N Rauch
		2 ³⁶ p	169	7	9	40,8	6,2	2,8	37	NNE ₂	5	Ci Cist Streu
		Mittel	226		8	40,5	4,2	3,1	45	NNE ₃	3	
III	20.	2 ³⁸ p	293	8	4	39,4	5,6	3,6	53	N ₂	10	Streu Str Rauch
III	21.	8 ³⁶ a	247	20	4	39,9	4,4	3,7	59	E ₃	1°	Cist ≡ Rauch
		2 ²³ p	232	14	—	39,4	3,4	3,4	35	NE ₄	1°	Cist Rauch
		5 ⁵³ p	201	18	8	39,5	8,0	4,3	47	NE ₂	1°	Cist Rauch
		Mittel	230		7	39,6	5,3	3,8	47	NE ₃	1°	
III	22.	8 ³⁵ a	261	9	2	41,8	2,9	4,9	82	NW ₂	0 ∞ ≡	Rauch
		1 ⁵⁴ p	232	4	—	42,3	8,9	4,2	50	NE ₄	7	Streu
		{ 6 ²³ p	190	12	—	43,1	8,0	4,4	66	NE ₃	10	Streu Rauch
		{ 6 ⁴⁷ p*	208	9	—							
		Mittel	231		—	42,4	6,6	4,5	66	N ₃	6	
III	24.	8 ²⁵ a	273	6	—	45,5	1,7	3,4	63	NE ₁	2°	Ci ∞ Rauch
		2 ²³ p	202	13	9	43,8	10,0	2,3	24	E ₃	0	
		6 ⁰ p	187	7	—	43,9	7,3	3,2	44	E ₃	0 ∞ i. Hor.	Rauch
		Mittel	221		9	44,4	6,3	3,0	44	E ₂	1°	
III	27.	8 ³⁶ a	240	13	—	39,3	1,4	4,2	78	N ₂	0	—
III	29.	8 ¹⁶ a	264	7	—	42,9	4,8	5,1	75	N ₂	0 ∞ ≡	
III	31.	7 ³⁸ a	123	5	—	33,6	7,8	2,9	36	SE ₅	0	Nachts Nordlicht
IV	2.	7 ⁵² a	205	7	—	33,8	1,7	3,7	65	N ₁	0 ∞	
IV	4.	2 ²⁰ p	120	5	6	37,0	16,8	4,5	29	SW ₂	3	Cu
IV	6.	2 ²⁷ p	176	5	7	37,0	18,0	3,9	24	E ₄	0	Cu
IV	7.	2 ³⁰ p	166	6	5	37,0	18,1	5,0	30	E ₃	1	Cu
IV	10.	6 ¹¹ p	128	12	—	38,4	15,5	5,2	40	NW ₂	2°	Cist
IV	11.	2 ²⁵ p	183	12	—	36,1	18,1	4,1	28	SE ₄	9°	Cist ☒
VII	2.	2 ⁵⁹ p	109	6	—	41,3	28,0	11,4	38	N ₃	5	Streu Cuni Cu
VII	3.	2 ⁴⁶ p	122	9	—	37,3	24,4	13,0	57	W ₄	10	Altoctu Streu Cuni
VII	13.	5 ⁴² p	94	2	—	33,6	20,6	9,3	52	SSW ₃	7	Cu Ni

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700+	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. rel. mm %	Wind	Bewölkung
94	VII	16.	4 ⁵⁷ p	150	3	—	37,5	19,4	7,6	45 WNW ₃	5 } Cu Cuni Ci
			5 ⁴⁷ p	152	7	—	37,6	18,7	8,0	50 WNW ₃	6 }
			7 ⁵ p	152	24	—	37,6	17,4	8,6	55 W ₃	7 Cuni Cist
			Mittel	151	—	—	37,6	18,5	8,1	50 WNW ₃	6
	VII	23.	9 ⁵⁵ a	302	6	—	36,2	23,9	12,9	56 N ₁	1 Cu
			10 ⁵⁹ a	279	6	—	35,8	25,7	12,9	46 NE ₁	0 —
			2 ⁴ p	104	8	—	35,1	29,4	8,7	26 SE ₃	3 ⁰ } Cist Ci Cu
			3 ⁰ p	133	12	—	35,0	30,0	8,8	26 SE ₃	3 ⁰ }
			6 ⁴ p	103	6	—	34,6	30,4	9,6	32 S ₂	1 Str Cu
			Mittel	184	—	—	35,3	27,9	10,6	37 E ₂	2 ⁰
	VII	24.	8 ¹⁰ a	295	12	—	37,4	22,6	13,0	61 SE ₁	0 ∞
			11 ²³ a	165	6	—	37,4	29,3	12,5	39 SE ₁	0 ∞
			12 ²⁰ p	153	6	—	37,2	30,4	10,8	30	— 1
			2 ²² p	142	12	—	37,1	31,4	7,8	20 SE ₁	1
			3 ²⁰ p	111	6	—	37,0	31,6	9,1	23 SE ₁	1 } Streu i. NE
			4 ¹⁹ p	121	6	—	36,9	31,6	9,9	26	— 1
			5 ¹⁹ p	79	6	—	36,8	30,9	10,2	27	— 1
			6 ¹⁰ p	118	6	—	36,8	30,2	10,4	31 NE ₃	0 —
			7 ¹⁹ p	177	6	—	36,9	29,5	12,0	38 NNW ₂	0 —
			8 ¹⁵ p*	154	3	—	36,9	28,8	12,9	47 W ₁	0 —
			Mittel	152	—	—	37,0	29,6	10,9	34 ENE ₁	1
	VII	25.	6 ⁴¹ a	179	6	—	36,1	22,6	13,0	66 NE ₃	1 ⁰ } Cist ≡ ∞
			7 ⁴¹ a	276	6	—	36,5	24,6	13,9	61 NW ₁	1 ⁰ }
			10 ³⁵ a	201	6	—	36,4	30,1	12,7	37 NE ₂	0 ∞
			1 ³¹ p	145	6	—	35,4	32,6	11,2	28 SE ₄	0 }
			2 ⁴⁰ p	157	9	—	35,0	32,7	11,5	28 SE ₄	0 }
			7 ⁴⁵ p	283	12	—	34,1	27,4	15,3	56 N ₁	2 ⁰ Altost
			Mittel	207	—	—	35,6	28,3	12,9	49 NE ₃	1 ⁰
	VII	28.	8 ¹⁶ a	109	3	—	36,9	16,1	10,7	82 NE ₂	8 Cuni
	VIII	1.	5 ⁴⁴ p	128	3	—	35,9	18,4	11,2	70 W ₂	8 Streu
	VIII	10.	7 ⁴ p	78	27	—	36,4	15,5	10,3	80 SW ₂	9 Ni
	IX	17.	2 ¹⁷ p	206	6	—	40,6	17,9	8,1	49 E ₅	7 ⁰ Cist Ci
	IX	18.	8 ³⁰ a	115	6	—	41,5	12,2	6,4	58 E ₃	2 ⁰ } Cist
			9 ²² a	140	9	—	41,6	13,1	6,2	53 SE ₅	3 ⁰ }
			10 ¹⁸ a	169	2	—	41,5	14,1	6,1	47 SE ₅	2 ⁰ } Cist
			11 ²¹ a	203	12	10	41,2	15,0	6,0	43 E ₃	1 ⁰ }
			4 ⁵⁵ p	148	6	9	40,0	16,0	7,0	44 NE ₃	0 —
			Mittel	155	9	—	41,2	14,1	6,3	49 E ₄	2 ⁰

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700+	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
94	IX	19.	4 ³² p	132	12	—	38,8	16,1	8,5	46	—	0 —
			5 ²⁶ p	118	6	—	38,9	14,4	8,6	50	—	0 —
			6 ²¹ p	115	6	—	39,2	15,9	8,6	59	—	0 —
			Mittel	122		—	39,0	15,4	8,6	52	—	0 —
	IX	20.	11 ³³ a	176	12	—	39,6	14,1	9,8	67	—	0 } ≡
			12 ¹⁶ p	163	6	—	39,5	15,6	9,8	51	—	0 }
			6 ²⁹ p*	300	6	—	38,8	15,7	9,9	68	—	1° } Ci ≡ Rauch
			7 ¹⁴ p*	193	6	—	39,0	15,1	10,1	74	—	1° }
			Mittel	208		—	39,2	15,1	9,9	65	—	1°
	IX	21.	2 ⁸ p	166	6	—	37,0	19,6	9,4	51	—	7 Cist Ci Cu
			3 ³¹ p	196	12	—	36,9	18,5	9,3	51	NW ₁	8° Cist Cu
			5 ²⁰ p	223	4	—	36,6	16,9	9,4	57	NW ₁	8° } Cist
			6 ⁴⁰ p*	182	6	—	36,4	15,5	9,6	67	—	7° }
			Mittel	192		—	36,7	17,6	9,4	57	NW ₁	8°
	IX	22.	12 ⁵ p	103	14	—	32,2	15,1	10,0	68	SSW ₃	10 Cu Streu
	X	12.	2 ²⁸ p	236	6	—	43,5	14,0	6,3	51	NE ₃	4 Cu Cuni
			4 ⁵⁰ p	300	6	—	43,6	11,8	7,1	68	NE ₃	1 } Freicu
			5 ⁴⁰ p*	355	16	—	43,6	10,8	7,4	76	N ₃	1 }
			Mittel	290		—	43,6	12,2	6,9	65	NE ₃	2
	XI	1.	11 ³⁶ a	149	10	—	46,3	5,0	4,7	63	S ₃	2° Cist
			2 ²⁰ p	188	6	9	44,9	8,2	5,3	62	SE ₄	6° Cist Ci
			5 ²⁰ p*	143	4	—	44,3	6,5	5,0	71	SSE ₂	4° } Cist
			6 ²⁴ p*	200	4	—	44,3	5,9	5,0	73	SSE ₂	3° }
			Mittel	170		9	45,0	6,4	5,0	67	SSE ₃	4°
	XI	2.	2 ³⁹ p	187	10	—	40,7	9,6	5,5	61	SE ₃	7° Cist Ci ⊕
			7 ³ p*	187	8	—	40,4	7,2	5,6	67	S ₃	2° Ci
			Mittel	187		—	40,6	8,4	5,6	64	SSE ₃	5°
	XI	3.	11 ⁵⁴ a	227	8	—	39,3	6,5	6,2	75	—	9° Altocu Altost Cicu Cist ≡
			2° p	340	4	—	38,5	9,2	6,7	72	NW ₁	8° } Streu Ci Str ⊕
			3 ⁸ p	300	4	—	38,5	8,7	6,7	76	NNW ₁	8° }
			5 ⁵⁰ p*	364	6	—	38,4	7,5	6,5	83	NE ₁	6° } Cist
			6 ⁴¹ p*	295	9	—	38,4	7,0	6,4	83	NE ₁	5° }
			Mittel	305		—	38,6	7,8	6,5	78	N ₁	7°
	XI	14.	1 ⁵³ p	282	6	—	33,0	5,6	5,8	82	S ₃	8° } Cist Str
			3 ⁵¹ p	270	3	—	32,0	5,9	5,8	81	S ₃	8° }
			Mittel	276		—	32,5	5,8	5,8	82	S ₃	8°

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700+	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
94	XI	15.	11 ³⁰ a	266	12	—	29,5	7,9	6,7	68	S ₁	4° Cist Altocu St ≡
	XI	16.	2 ³⁰ p	291	8	—	38,4	7,7	7,0	89	SE ₁	9° Cicu Ci Cist
			6 ³ p*	182	6	—	39,1	7,3	6,7	93	S ₁	8° Str
			Mittel	237	—	—	38,8	7,5	6,9	91	SSE ₁	9°
	XI	22.	6 ¹² p*	256	9	—	46,7	3,0	4,8	84	NE ₁	3° Cist Cicu ≡
	XI	23.	11 ⁴⁶ a	398	6	—	44,4	1,0	4,1	82	N ₁	0 ≡
			12 ²⁷ p	376	6	—	44,2	1,5	4,2	81	N ₁	3° Cicu Cist Ci ≡
			2 ⁶ p	327	6	—	43,6	3,2	4,5	76	NE ₂	8°
			2 ⁵⁶ p	365	12	—	43,6	3,1	4,5	75	NE ₂	7° Altocu
			Mittel	366	—	—	44,5	2,2	4,3	82	NE ₂	5°
	XII	1.	11 ⁴⁶ a	340	6	—	44,1	1,3	4,2	71	NW ₂	2 Cu ∞
			1 ⁵⁶ p	348	4	—	44,3	2,8	3,5	60	NW ₂	3
			4 ¹ p	222	6	—	44,8	1,7	3,7	67	NW ₂	2 Cicu Cu
			Mittel	303	—	—	44,4	1,9	3,9	66	NW ₂	2
	XII	2.	9 ³⁰ a	544	6	—	47,3	—4,8	3,0	93	—	1 ∞ ≡
			10 ⁵⁵ a	450	6	—	47,2	—3,1	3,3	85	—	1 ∞ ≡
			12 ²⁸ a	427	6	—	46,7	—0,7	3,7	78	N ₁	0 —
			2 ¹⁰ p	315	6	—	46,1	2,1	4,2	68	N ₂	0 —
			4 ³⁸ p*	278	7	—	45,1	1,1	3,8	74	—	1 ∞ ≡
			Mittel	403	—	—	46,5	—1,1	3,6	80	N ₁	1
	XII	3.	2 ⁹ p	125	3	—	36,8	4,5	2,8	42	E ₃	0 Streu i. E
	XII	11.	5 ⁴⁰ p*	420	6	—	45,0	—0,5	3,4	75	—	0 ≡ ∞ Rauch
	XII	12.	2 ²⁵ p	340	6	—	43,0	—2,2	3,2	62	—	0 ∞
			3 ⁵⁰ p	458	7	—	43,3	—2,6	3,1	79	NNW ₁	1° Cist ∞
			4 ³⁰ p*	474	4	—	43,4	—2,8	3,1	80	NNW ₁	0 Cist ∞
			Mittel	424	—	—	43,2	—2,5	3,1	74	NNW ₁	0°
95	I	14.	2 ¹⁶ p	303	6	—	24,7	—0,4	3,8	80	SSE ₃	6 Str Altocu
	I	19.	3 ⁵⁰ p	353	4	—	37,5	1,2	3,9	74	S ₃	6° Cist ∞
	I	22.	4 ⁵² p	352	6	—	31,3	—4,8	2,5	74	—	3° Cist Cicu Str Rauch
	I	28.	1 ⁵⁸ p	244	6	—	34,8	—9,6	1,8	70	NW ₂	1° Cist
	II	3.	1 ⁵⁸ p	408	5	—	35,7	—8,9	2,0	70	NW ₃	0 —
	II	6.	2 ³⁸ p	475	3	—	27,6	—10,1	1,3	57	E ₁	0 —
	II	7.	5 ²² p*	666	4	—	30,5	—14,7	1,3	81	N ₃	1 ∞
	II	8.	3 ⁵⁷ p	675	3	—	32,2	—11,5	1,6	67	NNE ₄	2° Cist ∞
	II	9.	3 ⁴⁸ p	336	3	—	36,4	—8,3	1,9	70	W ₁	8 Streu Cuni
	II	10.	3 ³⁰ p	785	6	—	33,7	—11,2	1,6	70	N ₁	0 ∞
	III	6.	2 ⁴⁹ p	271	2	—	34,5	—3,4	2,3	53	NW ₃	2° Cist
	III	7.	5 ⁴² p	230	6	—	36,5	—1,7	2,0	51	NW ₂	0 Rauch
	III	8.	2 ²² p	492	6	—	35,5	0,7	3,0	51	NW ₁	0 —

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700+	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
95	III	9.	11 ³⁰ a	703	6	0	33,9	—3,5	2,3	61	NNW ₁	0 ≡
			12 ³⁸ p	387	6	3	32,1	—0,5	2,7	56	NE ₂	1°
			2 ¹⁶ p	313	12	6	32,6	+2,5	3,0	50	SE ₃	4° Cist
			Mittel	468	—	3	32,9	—0,5	2,7	59	ENE ₂	2°
	III	18.	2 ²⁶ p	190	7	5	40,0	7,7	4,7	52	S ₁	0 —
			3 ⁴⁹ p	330	3	5	39,4	8,4	4,8	51	S ₁	0 —
			Mittel	260	—	5	39,7	8,0	4,8	52	S ₁	0
	IV	9.	11 ⁵ a	170	5	7	39,6	10,1	4,9	46	SW ₄	1 Cu Cist
			12 ⁴ p	178	5	7	39,4	11,4	4,8	42	SW ₄	2
			6 ⁵ p	145	5	—	38,6	13,8	4,7	39	SW ₂	4° Ci Cist
			Mittel	160	—	7	39,2	11,8	4,8	42	SW ₃	2°
	IV	10.	10 ³¹ a	268	6	4	39,9	12,7	6,7	56	S ₁	0 ∞
			11 ⁵⁹ a	276	6	5	40,4	14,9	6,4	47	SW ₂	1° Cicu
			2 ¹⁷ p	196	4	7	39,7	18,3	6,0	34	SW ₂	2° Cist Cicu ⊕ ⊗
			5 ⁵⁷ p	261	4	9	38,8	20,5	6,4	36	SW ₁	1° Cist
			Mittel	250	—	6	39,7	16,6	6,4	43	SSW ₂	1°
	IV	13.	8 ⁵⁰ a	140	8	6	40,2	2,5	3,3	54	N ₂	1 Cu
			2 ³⁸ p	108	7	10	38,6	7,3	2,7	32	N ₃	5 Streu Altost
			Mittel	124	—	8	39,4	4,9	3,0	43	N ₃	3
	IV	15.	8 ⁵⁵ a	227	10	8	37,0	5,6	3,4	45	SE ₂	0 —
			2 ²⁵ p	161	4	10	35,0	12,4	3,2	28	E ₃	0 —
			7 ¹ p	247	8	7	34,2	10,3	5,2	50	NE ₃	0 —
			Mittel	212	—	8	35,4	9,4	3,9	41	E ₃	0
	IV	16.	8 ³² a	205	4	4	36,1	7,5	5,3	64	NW ₂	0 —
			2 ⁴⁰ p	128	4	8	34,5	15,4	4,0	29	E ₃	0 —
			Mittel	167	—	6	35,3	11,5	4,7	47	NNE ₃	0
	V	10.	3 ³⁶ p	89	7	7	40,4	20,0	5,8	32	W ₂	10 Cist St Cu Cuni
	V	12.	11 ³⁵ a	117	5	—	42,1	18,3	7,7	50	NW ₃	3 Cu
	V	28.	7 ¹⁷ p	178	8	5	41,3	15,7	7,1	49	NE ₂	0 Rauch
	V	29.	2 ³⁸ p	203	8	—	41,4	19,5	7,5	43	SE ₃	0 Cu
			7 ⁰ p	143	5	7	40,9	17,1	6,9	43	SSE ₂	0 —
			8 ¹⁷ p*	145	4	—	41,1	16,5	7,2	51	—	0 —
			Mittel	164	—	7	41,1	17,7	7,2	46	SE ₂	0
	V	30.	2 ²⁵ p	178	5	10	38,8	21,5	6,0	30	SE ₃	0 —
			8 ¹ p*	96	8	10	37,6	20,0	5,5	33	—	0
			Mittel	137	—	10	38,2	20,8	5,8	32	SE ₂	0
	VI	17.	7 ³⁷ p	124	5	9	34,5	17,9	6,2	39	—	2 Streu Rauch
	VI	18.	11 ⁵⁰ a	190	8	—	33,5	20,6	9,2	51	SSW ₃	4° Cist Ci Cu

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700 +	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
95	VI	19.	2 ⁴ p	104	7	9	31,5	26,3	10,3	38	SE ₄	5 Cist Cu
			7 ² p	64	5	9	30,4	23,5	13,0	50	SE ₂	2 Cist Ci Ca
			Mittel	84		9	31,0	24,9	11,7	44	SE ₃	4
	VI	22.	7 ¹⁰ p	79	5	5	45,9	18,7	9,7	58	SE ₁	1° ∞ Cist
	VI	29.	8 ¹⁸ a	99	10	—	35,3	20,3	10,5	58	SW ₁	1° Cist Cieu St i N
			9 ¹⁶ a	101	4	5	34,8	21,7	10,0	47	S ₂	2° { Cist ∞
			10 ²⁷ a	125	5	—	34,4	23,4	10,0	43	W ₃	3° { Cist ∞
			Mittel	108			34,8	21,8	10,2	49	SW ₂	2°
	X	10.	5 ³³ p	112	12	9	29,8	12,4	7,3	68	SSW ₂	4 { Altocu Str
			6 ²⁰ p*	107	6	9	30,3	11,4	7,6	75	SW ₂	6 { Altocu Str
			Mittel	110		9	30,1	11,9	7,5	72	SW ₂	5
	X	11.	6 ³⁷ p*	158	3	2	37,1	8,2	5,0	62	W ₃	5 Altocu Altost Streu Str Ci
	X	14.	11 ³⁰ a	111	18	2	39,0	11,5	7,8	79	SW ₁	8 St ∞
			2 ³⁵ p	189	13	4	37,9	12,7	7,7	61	—	1 Cu
			5 ⁴³ p*	208	6	3	37,5	11,3	8,1	80	—	3° Ci Cist ∞
			Mittel	169		3	38,1	11,8	7,9	73	SW ₀	4
	X	15.	8 ⁴⁷ a	177	7	0	38,5	5,4	6,7	99	—	10 ≡
			5 ³⁰ p*	238	6	2	36,8	12,8	9,2	83	SW ₁	2° Ci Cist Rauch
			Mittel	208		2	37,7	9,1	8,0	91	SW ₁	6°
	X	18.	2 ²⁸ p	214	6	9	46,6	5,9	3,2	46	NE ₄	9 Streu Cui
	X	19.	12 ⁹ p	216	10	7	44,8	5,4	2,9	37	SW ₁	1 Cu
	X	20.	11 ³⁶ a	311	6	3	40,4	3,1	4,3	62	NNE ₁	1 Cu ≡
			2 ²⁵ p	261	7	4	39,2	6,5	4,0	49	N ₂	0 —
			5 ¹² p*	230	6	—	39,3	7,2	4,6	64	NNE ₂	8 Altocu Altost Streu
			Mittel	267		4	39,6	5,6	4,3	58	NNE ₂	3
	X	21.	2 ⁵² p	141	8	—	36,6	7,6	5,7	72	NE ₃	8 Ci Cu Streu
	X	22.	9 ¹⁹ a	208	18	1	31,9	2,8	5,1	91	—	7° Ci Cist ∞
			5 ⁴³ p*	132	6	6	27,1	7,2	4,3	50	SE ₃	3° Ci Cist
			Mittel	170		4	29,5	5,0	4,7	71	SE ₂	5°
	X	28.	2 ¹⁸ p	239	6	3	34,2	1,4	3,9	79	SSW ₂	10 Str Hoch ≡
	X	29.	5 ⁵⁰ p*	109	6	4	34,7	2,9	4,7	79	SSW ₄	1 ≡ Str
	XI	1.	9 ³¹ a	219	5	1	49,5	-3,1	3,4	85	—	1 ∞
			10 ⁵¹ a	322	5	2	49,6	-0,3	3,1	58	NNW ₁	1 ∞
			12 ¹⁰ p	456	5	3	49,8	2,7	4,2	59	—	0 ∞
			2 ¹⁵ p	270	5	4	49,7	4,0	3,9	51	NW ₂	0 ∞
			4 ¹¹ p	343	6							
			4 ⁴⁴ p	259	5	5	49,5	4,7	4,3	69	N ₁	0 ∞ Cist Rauch
			Mittel	314		3	49,6	1,6	3,6	64	NNW ₁	0

Jahr	Mt.	Tg.	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700 +	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. mm	rel. %	Wind	Bewölkung
95	XI	2.	2 ³² p	135	12	7	43,9	7,1	3,4	43	SE ₂	9° Str Ci Cist ⊕
	XI	4.	5 ²⁰ p*	104	7	5	36,8	7,7	7,1	85	S ₁	2 Str Cust
	XI	5.	10 ⁴⁴ a	91	6	7	36,2	8,2	6,7	80	SSW ₄	7 Str Altocu Cieu
	XI	11.	4 ²⁶ p	118	3	9	30,1	13,1	8,7	74	S ₃	2 Cist Str
	XI	21.	12 ⁷ p	233	8	6	44,8	2,2	3,0	53	ENE ₂	0 —
			4 ¹⁴ p	192	3	7	45,1	1,4	3,2	64	E ₄	0 ∞ Rauch
			Mittel	213		7	45,0	1,8	3,1	59	E ₃	0
	XI	22.	1 ⁵³ p	194	8	10	45,0	0,8	2,9	54	SE ₃	0 —
			4 ⁹ p	126	12	10	44,0	-0,2	2,9	61	SE ₃	0 —
			Mittel	160		10	44,5	0,3	2,9	58	SE ₃	0
	XI	26.	10 ³⁵ a	399	11	1	43,5	-2,9	3,5	86	NE ₁	1 ≡
			11 ²⁵ a	401	5	2	43,3	-2,1	3,6	80	NE ₁	1 ≡
			1 ¹⁹ p	251	9	4	42,5	-0,1	3,7	67	—	0 Cist
			4 ⁵³ p*	401	3	4	42,7	-1,1	3,6	77	—	0 Cist
			Mittel	363		3	43,0	-1,5	3,6	78	NE ₁	1°
	XII	27.	2 ³⁵ p	456	4	4	43,1	-8,1	2,0	79	NE ₃	0
	XII	28.	3 ⁸ p	251	4	5	48,8	-4,8	2,6	74	SE ₁	3 Str ≡

Zur Erklärung der vorstehenden Tabelle mögen folgende Bemerkungen dienen.

In der 4. Col. sind die Angaben, die sich auf die Zeit nach Sonnenuntergang beziehen, durch ein Sternchen ausgezeichnet. Die 5. Col. enthält das Gefälle, d. h. die Potentialdifferenz zwischen zwei um 1 m im vertikalen Sinne von einander entfernten Punkten der Luft am Beobachtungsort, und zwar ausgedrückt in Zink-Wasser-Kupfer-Elementen. Diese Zahlen hätte man nach § 1 vorbehaltlich der eventuellen Korrektur durch 2 zu dividieren, um das Gefälle für das freie, ebene Feld in Volt zu erhalten. Die 6. Col. mit der Überschrift Gewicht gibt die Anzahl der Ablesungen an, aus denen das Gefälle gewonnen wurde. Die 7. Col. mit der Überschrift f enthält den Durchsichtigkeitsgrad der Luft oder die Dunstmarke, wie Elster und Geitel sagen, auf die in § 5 angegebene Weise bestimmt, indem der höchste Durchsichtigkeitsgrad mit 10, der niedrigste mit 0 bezeichnet wurde. Die 8. Col. enthält den auf 0° reduzierten Barometerstand, die vorletzte Windrichtung und Windstärke, die letzte endlich die

Bewölkung. Hier wurde die Zahl, die den Bewölkungsgrad angibt, mit dem Zeiger 0 versehen, wenn die Wolken grösstenteils hoch lagen, also bei Cirrus und Altocumulus oder Altostratus. Die Abkürzungen, die auch in der Zusammensetzung angewandt sind, bedürfen wohl kaum der Erklärung. Es bedeutet stets cu cumulus, ci cirrus, ni nimbus, st stratus, fr fracto, $\equiv$ Nebel, ∞ Dunst. Die Beobachtungen, die um weniger als 1^h auseinander lagen, wurden zu einer Einzelbeobachtung vereinigt, ausgenommen solche, welche durch den Sonnenuntergang von einander getrennt waren. Es betrifft dies nur zwei Fälle am 22. III. 94 und 1. XI. 95. Die Zusammenklammerung bedeutet dort, dass bei der Verarbeitung des Materials im allgemeinen das arithmetische Mittel verwendet wurde. Nur bei der Untersuchung über den möglichen Einfluss des Sonnenunterganges wurden die Zahlen getrennt verwendet.

§ 3.

Zusammenhang mit der Temperatur und dem Dampfdruck.

Exner hat bekanntlich die Hypothese aufgestellt, dass der aufsteigende Wasserdampf einen Teil der (nach Erman, Peltier und Anderen) negativen Erdladung in die Luft entführe und dadurch das an und für sich vorhandene positive Gefälle der Erdladung vermindere. Indem er von der Voraussetzung ausging, dass die entführte Elektrizität dem aufgestiegenen Dampfquantum proportional sei, kam er (V)¹⁾ durch Rechnung zu der Formel

$$\frac{dV}{dn} = \frac{A}{1 + k q_0},$$

worin A das Gefälle an der Erdoberfläche bei Abwesenheit alles Wasserdampfes, q_0 den absoluten Wassergehalt der Luft in gr pro 1 cbm und k den Proportionalitätsfaktor bedeutet, mit dem man den Wassergehalt zu multiplizieren hat, um die elektrische Ladung der Volumeneinheit Luft zu erhalten. Auf grund seiner Beobachtungen fand Exner $A = 1410$ und $k = 1,15$. In der That stimmen die Beobachtungen Exners zur Not mit den aus der obigen Formel gewonnenen Werten überein. Aber

auffallend erschien schon ihm, dass die Einzelwerte einer Dampfdruckgruppe (eine solche enthielt in maximo 99, in minimo 12 Tagesmittel) zwischen sehr weiten Grenzen sich bewegten und zwar eine entschiedene Abhängigkeit von der Temperatur zeigten. Diese Abhängigkeit von der Temperatur innerhalb einer Dampfdruckgruppe hoben Elster und Geitel (I)²⁾ noch schärfer hervor und auch Kircher³⁾ wies darauf hin und erklärte diesen Umstand für einen Mangel der Exnerschen Theorie. Ich glaube daher, dass es nicht überflüssig sein dürfte, diesen Thatsachen etwas näher zu treten, und gruppire meine 124 Tagesmittel (wo nur eine Beobachtung an einem Tage vorliegt, setze ich diese dem Mittel gleich) zunächst nach dem Dampfdruck und die einzelnen Zahlen innerhalb einer Dampfdruckgruppe wieder nach der Temperatur (Tab. 2).

Tab. 2.

I. Gruppe.

Dampfdruck: 0 bis 2,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
— 24,4	0,5	715
— 23,5	0,4	700
— 17,7	0,8	696
— 15,5	1,1	868
— 14,7	1,3	666
Mittel: — 19,2	0,8	729
— 11,5	1,6	675
— 11,2	1,6	785
— 10,1	1,3	475
— 10,0	1,8	501
— 9,6	1,8	244
Mittel: — 10,4	1,6	536
— 8,9	2,0	408
— 8,3	1,9	336
— 8,1	2,0	456
— 8,0	1,6	756
— 1,7	2,0	230
Mittel: — 7,0	1,9	437
Ges.-Mitt. — 12,2	1,5	567

II. Gruppe.

Dampfdruck: 2,1 bis 3,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
— 5,4	2,2	420
— 4,8	2,5	352
— 4,8	2,6	251
— 3,4	2,3	271
— 2,0	3,0	311
Mittel: — 4,1	2,5	321
— 1,9	2,7	128
— 1,1	2,8	411
— 0,5	2,7	468
0,3	2,9	160
0,7	3,0	492
Mittel: — 0,5	2,8	332
4,5	2,8	125
4,9	3,0	124
5,4	2,9	216
6,3	3,0	221
7,8	2,9	123
Mittel: 5,8	2,9	162
Ges.-Mitt.: 0,4	2,8	272

III. Gruppe.

Dampfdruck: 3,1 bis 4,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
— 2,5	3,1	424
— 1,6	3,6	315
— 1,5	3,6	363
— 1,1	3,6	403
— 0,9	3,7	388
Mittel: — 1,5	3,5	379
— 0,5	3,4	420
— 0,4	3,8	303
0,2	3,2	285
1,2	3,9	353
1,3	3,1	218
Mittel: 0,4	3,5	316
1,4	3,9	239
1,6	3,6	314
1,7	3,7	205
1,8	3,1	213
1,9	3,9	303
Mittel: 1,7	3,6	255
3,4	3,1	303
3,9	3,3	159
4,2	3,1	226
5,3	3,8	230
5,6	3,6	293
Mittel: 4,5	3,4	242
5,9	3,2	214
7,1	3,4	135
9,4	3,9	212
15,0	3,8	118
18,0	3,9	176
Mittel: 11,1	3,6	171
Ges.-Mitt.: 3,2	3,5	272

IV. Gruppe.

Dampfdruck: 4,1 bis 5,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
1,4	4,2	240
2,2	4,3	366
2,9	4,7	109
3,0	4,8	256
3,3	4,3	535
Mittel: 2,6	4,5	301
4,3	4,9	273
5,0	4,7	170
5,4	4,4	118
5,6	4,3	267
6,4	4,7	170
Mittel: 5,3	4,6	200
6,6	4,5	231
6,9	4,9	244
7,4	4,3	178
8,0	4,8	260
8,2	5,0	158
Mittel: 7,4	4,7	214
11,5	4,7	167
11,8	4,8	160
16,8	4,5	120
18,1	4,1	183
18,1	5,0	166
Mittel: 15,3	4,6	159
Ges.-Mitt.: 7,7	4,6	219

V. Gruppe.

Dampfdruck: 5,1 bis 7,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
4,8	5,1	264
5,8	5,8	276
7,5	6,9	237
7,6	5,7	141
7,8	6,5	305
Mittel: 6,7	6,0	245
7,9	6,7	266
8,2	6,7	91
8,4	5,6	187
11,6	6,8	178
12,2	6,9	290
Mittel: 9,7	6,5	202
14,1	6,3	155
15,5	5,2	128
16,6	6,4	250
17,9	6,2	124
20,0	5,8	89
20,8	5,8	137
Mittel: 17,5	6,0	147
Ges.-Mitt.: 11,7	6,2	195

VI. Gruppe.

Dampfdruck: 7,1 bis 9,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
7,7	7,1	104
9,1	8,0	208
11,8	7,9	169
11,9	7,5	110
13,1	8,7	118
13,5	8,7	141
Mittel: 11,1	8,0	142
15,4	8,6	122
15,7	7,1	178
16,2	9,0	107
17,7	7,2	164
17,9	8,1	206
18,3	7,7	117
18,5	8,1	151
Mittel: 17,1	8,0	149
Ges.-Mitt.: 14,4	8,0	146

VII. Gruppe.

Dampfdruck: 9,1 bis 13,0 mm.

Temp. ° C.	Druck mm	Gefälle El. : m
15,1	9,9	208
15,1	10,0	103
15,5	10,3	78
16,1	10,7	109
17,6	9,4	192
Mittel: 15,9	10,1	138
18,1	12,5	88
18,4	11,2	128
18,7	9,7	79
19,8	10,1	123
20,0	11,8	118
Mittel: 19,0	11,1	107
20,6	9,2	190
20,6	9,3	94
21,8	10,2	108
23,2	10,7	65
24,4	13,0	122
Mittel: 22,1	10,1	116
24,9	11,7	84
27,9	10,6	184
28,0	11,4	109
28,3	12,9	207
29,6	10,9	152
Mittel: 27,7	11,5	147
Ges.-Mitt.: 21,2	10,8	127

Vergleicht man die Mittel aus je 5 aufeinander folgenden Einzelwerten, so zeigen die II., III., IV. und V. Gruppe (am prägnantesten unter ihnen die III.), wie das Gefälle mit wachsender Temperatur abnimmt, während der Mittelwert des zugehörigen Dampfdruckes in einer Gruppe ziemlich konstant bleibt. Die VI. Gruppe verhält sich in dieser Richtung ziemlich neutral, insofern das Gefälle statt einer Abnahme eine kleine, aber kaum zu beachtende Steigerung zeigt; auch die VII. Gruppe zeigt in ihrer zweiten Hälfte kein gesetzmässiges Verhalten; dagegen nimmt in der I. Gruppe das Gefälle bei wachsender Temperatur ab, während der Dampfdruck zunimmt, so dass man im Zweifel sein könnte, ob man das Abnehmen des Gefälles der wachsenden Temperatur oder dem wachsenden Dampfdruck zuzuschreiben habe. Im grossen und ganzen wird indess jeder unbefangene Leser zugeben, dass die vorstehende Tabelle viel eher für eine direkte Abhängigkeit des Gefälles von der Temperatur als für eine solche vom Dampfdruck spricht.

Ich will nun die Gegenprobe anstellen. Ich gruppriere nämlich alle Tagesmittel nach der Temperatur und die einzelnen Zahlen innerhalb einer Temperaturgruppe wieder nach dem Dampfdruck (Tab. 3), bilde aber erst von der IV. Temperaturgruppe an die Mittel aus je 5 oder, wo es nötig wird, 6 aufeinander folgenden Zahlen, da die 3 ersten Gruppen zu wenig Einzelwerte enthalten.

Dampfdruck mm	Temp. ° C	Gefälle El. : m
104	7,7	7,7
808	8,1	8,1
160	8,11	8,11
110	7,9	7,9
118	7,8	7,8
141	7,8	7,8
143	8,0	8,0
123	8,0	8,0
178	7,7	7,7
107	8,0	8,0
161	7,7	7,7
306	8,1	8,1
117	7,7	7,7
181	7,8	7,8
91	8,0	8,0
141	8,0	8,0

Tab. 3.

I. Gruppe. 4 Tage.

Temperatur: —25 bis —15 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C	Gefälle El. : m
0,4	—23,5	700
0,5	—24,4	715
0,8	—17,7	696
1,1	—15,5	868
Ges.-Mittel:	0,7	—20,3 745

II. Gruppe. 5 Tage.

Temperatur: —14,9 bis —10° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C	Gefälle El. : m
1,3	—11,5	675
1,3	—10,1	475
1,6	—11,2	785
1,6	—11,5	675
1,8	—10,0	501
Ges.-Mittel:	1,5	—11,5 620

III. Gruppe. 6 Tage.

Temperatur: —9,9 bis —5,0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C	Gefälle El. : m
1,6	—8,0	756
1,8	—9,6	244
1,9	—8,3	336
2,0	—8,1	456
2,0	—8,9	408
2,2	—5,4	420
Ges.-Mittel:	1,9	—8,1 437

IV. Gruppe. 15 Tage.

Temperatur: —4,9 bis 0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C	Gefälle El. : m
2,0	—1,7	230
2,3	—3,4	271
2,5	—4,8	352
2,6	—4,8	251
2,7	—0,5	468
Mittel:	2,4	—3,0 314
2,7	—1,9	128
2,8	—1,1	411
3,0	—2,0	311
3,1	—2,5	424
3,4	—0,5	420
Mittel:	3,0	—1,6 339
3,6	—1,1	403
3,6	—1,5	363
3,6	—1,6	315
3,7	—0,9	388
3,8	—0,4	303
Mittel:	3,7	—1,1 354
Ges.-Mittel:	3,0	—1,9 336

V. Gruppe. 23 Tage.

Temperatur: 0,1 bis 5,0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C.	Gefälle El. : m
2,8	4,5	125
2,9	0,3	160
3,0	0,7	492
3,0	4,9	124
3,1	3,4	303
Mittel:	3,0	241
3,1	4,2	226
3,1	1,3	218
3,1	1,8	213
3,2	0,2	285
3,3	3,9	159
3,6	1,6	314
Mittel:	3,2	236
3,7	1,7	205
3,9	1,2	353
3,9	1,9	303
3,9	1,4	239
4,2	1,4	240
4,3	3,3	535
Mittel:	4,0	313
4,3	2,2	366
4,7	5,0	170
4,7	2,9	109
4,8	3,0	256
4,9	4,3	273
5,1	4,8	264
Mittel:	4,8	240
Ges.-Mittel:	3,8	258

VI. Gruppe. 25 Tage.

Temperatur: 5,1 bis 10,0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C.	Gefälle El. : m
2,9	5,4	216
2,9	7,8	123
3,0	6,3	221
3,2	5,9	214
3,4	7,1	135
Mittel:	3,1	182
3,6	5,6	293
3,8	5,3	230
3,9	9,4	212
4,3	7,4	178
4,3	5,6	267
Mittel:	4,0	236
4,4	5,4	118
4,5	6,6	231
4,8	8,0	260
4,9	6,9	244
5,0	6,4	170
Mittel:	4,7	205
5,0	8,2	158
5,6	8,4	187
5,7	7,6	141
5,8	5,8	276
6,5	7,8	305
Mittel:	5,7	213
6,7	7,9	266
6,7	8,2	91
6,9	7,5	237
8,0	9,1	208
7,1	7,7	104
Mittel:	7,1	181
Ges.-Mittel:	4,9	203

VII. Gruppe. 10 Tage.

Temperatur: 10,1 bis 15,0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C.	Gefälle El. : m
3,8	15,0	118
4,7	11,5	167
4,8	11,8	160
6,3	14,1	155
6,8	11,6	178
Mittel:	5,3	156
6,9	12,2	290
7,5	11,9	110
7,9	11,8	169
8,7	13,5	141
8,7	13,1	118
Mittel:	7,9	166
Ges.-Mittel:	6,6	127
		161

IX. Gruppe. 11 Tage.

Temperatur: 20,1 bis 30,0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C.	Gefälle El. : m
5,8	20,8	137
9,2	20,6	190
9,3	20,6	94
10,2	21,8	108
10,6	27,9	184
Mittel:	9,0	143
10,7	23,3	65
10,9	29,6	152
11,4	28,0	109
11,7	24,9	84
12,9	28,3	207
13,0	24,4	122
Mittel:	11,8	125
Ges.-Mitt.:	10,5	246
		132

VIII. Gruppe. 25 Tage.

Temperatur: 15,1 bis 20,0 ° C.

Dampfdruck mm	Temp. ° C.	Gefälle El. : m
3,9	18,0	176
4,1	18,1	183
4,5	16,8	120
5,0	18,1	166
5,2	15,5	128
Mittel:	4,5	155
5,8	20,0	89
6,2	17,9	124
6,4	16,6	250
7,1	15,7	178
7,2	17,7	164
Mittel:	6,5	161
7,7	18,3	117
8,1	17,9	206
8,1	18,5	151
8,6	15,4	122
9,0	16,2	107
Mittel:	8,3	141
9,4	17,6	192
9,7	18,7	79
9,9	15,1	208
10,0	15,1	103
10,1	19,8	123
Mittel:	9,8	141
10,3	15,5	78
10,7	16,1	109
11,2	18,4	128
11,8	20,0	118
12,5	18,1	88
Mittel:	11,3	104
Ges.-Mittel:	8,1	174
		140

Betrachten wir die vorstehenden Temperaturgruppen (mit Ausschluss der ersten 3) näher, so bemerken wir, dass nur die VIII. Gruppe in ihrem unteren Teile und die IX. Gruppe

ein Abnehmen des Gefälles bei steigendem Dampfdruck zeigen. Bedenkt man aber, dass in letzterer auch die Temperatur merklich steigt, so fällt ihre Beweiskraft fort. Es stehen somit der einen VIII. Gruppe, die IV. bis VII. Gruppe gegenüber, in denen sich das Gefälle entweder dem Dampfdruck gegenüber neutral verhält oder sogar zunimmt. Das letztere ist ausgesprochen in der ganzen IV. Gruppe der Fall, wo es offenbar vom Abnehmen der Temperatur herrührt. In der V. Gruppe ist das Anwachsen von 236 auf 313 auffallend, das mit einem Rückgang der Temperatur verknüpft ist. In der VI. Gruppe schwankt das Gefälle innerhalb ziemlich enger Grenzen. Heraus hebt sich nur die Zunahme von 182 auf 236, die aber mit keiner Temperaturabnahme verknüpft ist. In der VII. Gruppe endlich ist wieder eine schwache Zunahme des Gefälles bemerklich, die mit einer ebenso schwachen Temperaturabnahme zusammenfällt. Wegen der Geringfügigkeit der Differenz wäre diese Gruppe daher vielleicht zu den neutralen zu rechnen.

Auf Tafel I und II stellen die ausgezogenen Kurven die Abhängigkeit des Gefälles vom Dampfdruck bez. von der Temperatur dar, wie sie aus den Dampfdruck- bez. Temperaturgruppen (siehe Tab. 4a und 4b) gewonnen wird. Es ist wohl kein Zweifel, dass die Temperaturkurve ungezwungener verläuft als die Dampfdruckkurve, wenn man vom Gefälle der I. Temperaturgruppe absieht, das aus nur 4 Einzelbeobachtungen gewonnen wurde, wobei noch dazu an den zwei kältesten Tagen ($-23,5$ bez. $-24,4$ °C) die Bewölkung 7 bez. 4 herrschte.

Ich komme daher, alles obige zusammenfassend, zu dem Resultat, dass Grund genug vorhanden ist, noch weiter (an der Hand umfangreicherer Beobachtungsmaterialien) zu untersuchen, ob nicht der Zusammenhang zwischen Gefälle und Dampfdruck, der unleugbar besteht, nur sekundärer Natur ist, und zwar vermittelt durch die Temperatur.

Man wird dazu um so mehr veranlasst sein, als ja, wie Exner selbst hervorgehoben hat, der Beweis noch nicht erbracht ist, dass der von einer elektrisierten Wasseroberfläche aufsteigende Dampf Elektrizität entführt, sondern im Gegenteil

verschiedene Untersuchungen vorliegen, die sehr dagegen sprechen, z. B. die von L. J. Blake⁵⁾ und R. Nahrwold⁶⁾. Letzterer machte es in hohem Grad wahrscheinlich, dass überhaupt kein Gas elektrisiert werden könne. Gegen die neueren Versuche von Lord Kelvin und Magnus Maclean⁷⁾, welche mit Luft operierten, die durch Wasser abgesperrt war, und welche zu dem Resultate gelangten, dass die Luft eben so rasch und eben so stark sich elektrisieren liess, wenn sie staubfrei war, als wenn dies nicht zutraf, liesse sich vielleicht einwenden, dass diese Luft möglicherweise mit feinen Wassertropfchen durchsetzt war, die dann die Rolle des fehlenden Staubes spielten.

Noch gewichtiger als die erstgenannten Laboratoriumsversuche sprechen aber gegen die Exner'sche Theorie die Luftballonbeobachtungen. Nach ihr muss nämlich das Gefälle mit der Höhe zunehmen, da man sich über die störende Wasserdampf-atmosphäre, die bekanntermassen die untersten Schichten vorzugsweise erfüllt, mehr und mehr erhebt. Exner führt zwar die Ergebnisse zweier Luftfahrten, der von Lechner am 6. Juni 1885 und von Tuma am 10. September 1892 bei heiterem Wetter unternommenen, zu seinen gunsten an. Allein diese Versuche erstreckten sich weder über einen genügenden Zeitraum noch über genügende Höhen. Lechner erreichte bloß 660 m und Tuma 1900 m. Anders stellen sich die Ergebnisse von 5 neueren Ballonfahrten, mitgeteilt von R. Börnstein⁸⁾, die weit grössere Höhen erreichten. Börnstein stieg bei seiner ersten Fahrt am 18. August 1893 bis zu 3790 m, erlangte aber schon in 3000 m Höhe am Elektrometer keine messbaren Ausschläge mehr. Am 29. September 1893 erreichte er sogar 3943 m und erhielt von 3300 m an keine Ausschläge. Kleinere Höhen erreichten Le Cadet (1300 und 2520 m) am 1. und 9. August 1893, eine noch grössere als Börnstein dagegen Baschin (4200 m) am 17. Februar 1894. Auch diese Beobachter fanden, dass das Potentialgefälle mit der Höhe abnahm.

Wenn somit die Exner'sche Formel ihre theoretische Bedeutung in den Augen der meisten Forscher verloren hat, so will ich doch der Vollständigkeit halber zeigen, wie weit sie mit meinen Beobachtungen in Übereinstimmung gebracht werden

kann. Eine gute Übereinstimmung ist von vornherein nicht zu erwarten, da meine Beobachtungen zum Teil an nicht normalen Tagen gewonnen wurden. Ich zerlege dabei der besseren Vergleichung halber mit Exner, Elster und Geitel und Kircher die V. Gruppe in zwei: Va für den Dampfdruck 5,1 bis 6,0 und Vb für den Dampfdruck 6,1 bis 7,0, ebenso die VI. Gruppe in 2 und die VII. Gruppe in 4.

Da infolge dessen die letzten Gruppen sehr wenig Beobachtungen umfassen, wurden die einzelnen Gruppenmittel nach ihrem Gewicht (dieses bemessen nach der Anzahl der Tagesmittel) bei der Rechnung verwendet. Es ergab sich so durch ein Näherungsverfahren die Formel

$$P = \frac{949}{1 + 0,66 p'}$$

worin P das Gefälle (in El.:m), p die absolute Feuchtigkeit (in mm) bedeutet. Die Tabelle 4a enthält die nach der Formel berechneten Werte des Gefälles und die Differenzen (Δ) zwischen Beobachtung und Rechnung. Ferner wurde die Kurve der berechneten Werte auf Tafel I gestrichelt eingetragen.

Tab. 4a. (Mittel der Dampfdruckgruppen.)

Gruppe	Anzahl der Tagesmittel	p mm	Temp. °C	Gefälle $\frac{dV}{dn}$ in El.:m		Δ
				beobachtet	berechnet	
I	15	1,45	-12,21	567	482	+85
II	15	2,75	+ 0,40	272	335	-63
III	25	3,53	3,22	272	283	-11
IV	20	4,61	7,65	219	233	-14
Va	7	5,57	11,84	175	201	-26
Vb	9	6,60	11,53	211	176	+35
VIa	7	7,50	13,17	150	158	- 8
VIb	6	8,53	15,77	141	142	- 1
VIIa	6	9,58	17,95	144	128	+16
VIIb	7	10,50	21,99	117	119	- 2
VIIc	4	11,53	22,83	110	109	+ 1
VIIId	3	12,80	23,60	139	100	+39

Ebenso sind in Tab. 4b die Gruppenmittel der 9 Temperaturgruppen zusammengestellt und mit den Werten verglichen, die der empirischen Formel

$$P = \frac{5435}{19,6 + t}$$

genügen, worin P das Gefälle, t die Temperatur bedeutet. Hierbei wurde das Gefälle der I. Gruppe aus den oben angegebenen Gründen ausser Ansatz gelassen. Dass diese Formel nicht die mindeste theoretische Bedeutung beanspruchen kann, erhellt schon daraus, dass sie für $t = -19,6$ °C ein unendlich grosses Gefälle liefert.

Tab. 4b. (Mittel der Temperaturgruppen.)

Gruppe	Anzahl der Tagesmittel	Temp. °C	p mm	Gefälle $\frac{dV}{dn}$ in El.:m		Δ
				beobachtet	berechnet	
I	4	-20,3	0,7	(745)	—	—
II	5	-11,5	1,5	620	671	-51
III	6	- 8,1	1,9	437	472	-35
IV	15	- 1,9	3,0	336	307	+29
V	23	+ 2,6	3,8	258	245	+13
VI	25	7,1	4,9	203	203	± 0
VII	10	12,7	6,6	161	168	- 7
VIII	25	18,4	8,1	140	143	- 3
IX	11	24,6	10,5	132	123	+ 9

Die beobachteten und die berechneten Werte dieser Tabelle sind durch die zwei Kurven der Tafel II dargestellt.

§ 4.

Zusammenhang mit der Bewölkung.

Unter den übrigen meteorologischen Elementen nimmt die Bewölkung insofern eine hervorragende Stellung ein, als man von vornherein geneigt ist, anzunehmen, dass sie nicht bloß wegen ihres Zusammenhanges mit der Temperatur sondern auch an sich für die Grösse des Gefälles von Bedeutung ist. Elster und Geitel (VI)²⁾ erklären zwar, dass sie „einen deutlichen Einfluss derartiger Gebilde (Cirri und anderer ver einzelner, keine Niederschläge entsendender Wolken) auf ihre Messinstrumente nicht erkennen konnten“. Dem gegenüber stehen aber mehrere unzweifelhafte Beobachtungen Exner's (I)¹⁾ über die Erniedrigung des Gefälles durch Cumuluswolken, welche über den Beobachtungsort zogen, und ich selbst

habe gleichfalls wiederholt dieselbe Wahrnehmung gemacht. Die Beobachtung Kirchers³⁾, die ich übrigens auch bestätigen kann, dass das Gefälle sinkt, wenn die Sonne durch Wolken verdeckt wird, und dann auf seinen früheren Wert zurückgeht, ist schwer zu erklären. Denn sonst pflegen Einflüsse, die dazu in Beziehung gesetzt werden könnten, wie Temperaturerniedrigung oder Abnahme der ultravioletten Sonnenstrahlung, an die man nach Elster und Geitel (VI)²⁾ denken könnte, den gegenteiligen Effekt zu haben.

Ich habe nun in der Tabelle 5 die sämtlichen 225 Einzelbeobachtungen nach dem Bewölkungsgrad, und zwar aus-
geschieden nach den zwei Haupttypen Cumulus und Cirrus, gruppiert. Unter Cumulus sind Stratus, Nimbus und deren Abarten, unter Cirrus (in der Tabelle 1 durch eine dem Bewölkungsgrad angehängte Null kenntlich gemacht) sind Alto-cumulus und Altostratus mit inbegriffen. Um prüfen zu können, inwieweit der Einfluss der Bewölkung auf das Gefälle ein reiner ist, ist die mittlere Temperatur beigesetzt. Unter Gewicht ist die Anzahl der Einzelbeobachtungen zu verstehen, aus denen das Mittel genommen wurde.

Tab. 5.

Bewölkung 0: Gefälle 248, Gewicht 69, Temperatur 9,3 °C.

Grad	Cumulus			Cirrus		
	Gefälle	Gew.	Temp. °C	Gefälle	Gew.	Temp. °C
1	261	25	10,40	271	16	9,55
2	171	8	10,65	313	15	6,59
3	224	5	6,66	203	10	12,00
4	221	3	8,27	295	6	4,48
5	147	7	13,73	295	1	7,00
6	200	4	7,75	302	3	5,63
7	232	7	7,57	212	6	11,45
8	176	6	8,75	283	11	6,95
9	130	4	9,40	209	4	9,85
10	208	15	10,61	—	—	—
Mittel	212	84	9,91	267	72	8,43
1 bis 3	237	38	9,96	269	41	9,06
4 bis 6	178	14	10,90	297	10	5,08
7 bis 9	188	17	8,42	249	21	8,79

Die in Tab. 5 vorkommenden Mittel wurden mit Berücksichtigung der Gewichte gezogen. Man sieht aus ihnen, dass das Gefälle bei Cirrus etwas höher, bei Cumulus bedeutend niedriger als bei wolkenlosem Himmel ist. Allerdings gehört im allgemeinen zu den Cirrusbeobachtungen auch eine tiefere Temperatur. Wenn man aber die 41 Beobachtungen bei Cirrusbewölkung 1 bis 3 allein betrachtet, so kann man nicht verkennen, dass die Cirri einen erhöhenden Einfluss ausüben, da hier die Temperatur sich vom Durchschnitt bei wolkenlosem Himmel sehr wenig unterscheidet.

Dieser Einfluss spräche, wenn er sicher konstatiert wäre, sehr für die Theorie von L. Sohnke⁹⁾, wonach positive Elektrizität in den höheren Luftschichten existiert, die bei der Reibung von Wassertröpfchen und Eisnadeln an einander auf die letzteren übergeht. Es möge daher gestattet sein, diese Verhältnisse noch in anderer Weise zu beleuchten. Ich habe nämlich die Mittel der Dampfdruckgruppen auch aus den Cirrusbeobachtungen allein berechnet und in Tab. 6 neben die aus allen Beobachtungen gezogenen Mittel gesetzt.

Tab. 6.

Dampfdruck- gruppe	A) Mittel aus allen Beobachtungen		B) Mittel aus den Cirrus- Beobachtungen		Dampfdruck		Temperatur	
	Gefälle	Gew.	Gefälle	Gew.	A	B	A	B
I	567	15	618	6	1,45	1,27	-22,21	-14,78
II	272	15	339	6	2,75	2,72	+ 0,40	- 0,92
III	272	25	301	5	3,53	3,56	3,22	+ 1,92
IV	219	20	264	8	4,61	4,61	7,65	6,76
Va	175	7	197	3	5,57	5,53	11,84	9,90
Vb	211	9	243	5	6,60	6,56	11,53	10,78
VIa	150	7	208	1	7,50	8,90	13,17	9,10
VIb	141	6	206	1	8,53	8,10	15,77	17,90
VIIa	144	6	167	4	9,58	9,60	17,95	18,00
VIIb	117	7	138	3	10,50	10,30	21,99	23,17
VIIc	110	4	—	—	11,53	—	22,83	—
VIIId	139	3	207	1	12,80	12,90	23,60	28,30

Die Tab. 6 beweist gleichfalls, dass die Mittel aus den Cirrusbeobachtungen durchweg höher sind als die aus allen

Beobachtungen. Würde man nun nach Exner nur die zugehörigen Dampfdruckzahlen beachten, so wäre sofort klar, dass die Cirruswolken an sich diese Erhöhung zu Wege bringen müssen, da ein nennenswerter Unterschied zwischen den Dampfdruckkolonnen A und B offenbar nicht vorhanden ist. Wenn in den Gruppen I, VIb, VIIb der Dampfdruck B um einige Zehntel niedriger ist, so ist er dafür in Gruppe VIa um 1,4 höher als der Dampfdruck A, vermag also durchaus nicht die auffallende Erhöhung des Gefälles erklären. Nicht so einfach verhält es sich, wenn wir, wie wir nach den Ergebnissen des vorigen Paragraphen verpflichtet sind, die Temperaturen ins Auge fassen. Da zeigt sich, dass die Gruppen I und VIb bis VIId sich anders verhalten als die Gruppen II bis VIa. Die ersteren zeigen unter B, also für die Cirrusbeobachtungen, trotz der höheren Temperatur höhere Werte als unter A. Hier hat man also ein Recht von Cirruseinfluss zu sprechen. Die andern Gruppen dagegen verhalten sich unserer Anfrage gegenüber neutral, da die Temperaturen unter B um so viel niedriger sind, dass sie möglicher Weise die Erhöhung des Gefälles erklären. Das Resultat dieser Betrachtungen wäre daher das, dass ein erhöhender Einfluss der Cirrusbewölkung vielleicht für höhere Temperaturen, also für die Sommermonate, anzunehmen ist. Der Bewölkungsgrad darf aber, wie oben gezeigt, nicht zu hoch sein. Etwas befremdend ist dieses Resultat deshalb, weil gerade im Sommer die Eisnadeln führenden Schichten weiter entfernt sein müssen, als in den anderen Jahreszeiten.

§ 5.

Zusammenhang mit der relativen Feuchtigkeit.

Da die relative Feuchtigkeit in innigem Zusammenhang mit der Temperatur steht, sozusagen sich reziprok zu ihr verhält, so ist von vorneherein mit Bestimmtheit anzunehmen, dass auch das Gefälle mit ihr zusammenhängt, und zwar mit ihr wächst. In der That zeigen die Tab. 7 und die darnach konstruirten Kurven der Taf. III für die Abhängigkeit des Gefälles von der relativen Feuchtigkeit sogar einen noch regel-

mässigeren Verlauf als für die Abhängigkeit von der Temperatur. In dieser Tabelle wurden die Zahlen für das Gefälle, und zwar die Einzelbeobachtungen, nach der relativen Feuchtigkeit gruppiert, und zwar nach den Zehnern der Prozente. Die Gruppierung wurde aber doppelt vorgenommen, einmal für die Beobachtungen mit Bewölkung bis zu 3 und dann für alle Beobachtungen. Dabei wurde, wenn in verhältnismässig kleinen Zeiträumen (etwa 1 bis 2^h) mehrere Beobachtungen mit gleichen Zehnern der relativen Feuchtigkeit vorkamen, das arithmetische Mittel eingesetzt. Beobachtungen bei 90% und darüber wurden in der Gruppe für 80% untergebracht.

Tab. 7.

A. Gefälle bei Bewölkung bis 3 133 Zahlen			B. Mittel aus allen Beobachtungen 204 Zahlen		
Rel. F. %	Gefälle	Anz.	Rel. F. %	Gefälle	Anz.
26,6	140	10	26,7	144	11
34,5	169	14	35,0	154	20
45,4	187	20	45,4	185	24
53,8	245	29	53,5	236	44
64,8	299	26	65,0	283	43
74,7	342	20	74,5	295	35
83,4	364	14	84,4	287	27

Die Kurve für A zeigt beinahe linearen Charakter, die für B erscheint dagegen für höhere Prozente mehr und mehr herabgedrückt entsprechend dem stärkeren Vorkommen von Beobachtungen bei bewölktem Himmel. Ein so grosser Einfluss der Bewölkung zeigte sich bei den Dampfdruckgruppen (Tab. 4a), die ich daraufhin für mich prüfte, nicht.

Die Temperaturmittel für die einzelnen Gruppen berechnete ich diesmal nicht, weil ein Sinken der Temperatur bei steigender relativer Feuchtigkeit vorauszusehen ist. Deshalb beweist auch die Tab. 7 das gar nicht, was sie auf den ersten Blick zu beweisen scheint, nämlich eine Abhängigkeit des Gefälles von der relativen Feuchtigkeit. Will man diese studieren, so hat man die Beobachtungen einer bestimmten Temperaturgruppe nach der relativen Feuchtigkeit zu ordnen.

Exner schlug in der That in der V. Abhandlung¹⁾ diesen Weg ein, nur wählte er natürlich nicht Temperaturgruppen, sondern Dampfdruckgruppen, zuerst eine Gruppe mit der Mitteltemperatur 26 °C aus seinen Beobachtungen in den Tropen, dann eine solche mit der Mitteltemperatur 18 °C aus den Beobachtungen in St. Gilgen und endlich eine Wiener Gruppe mit der Mitteltemperatur 0 °C. Da ich später darauf zurückkommen werde, so stelle ich sie in der Tab. 8 zusammen.

Tab. 8.

Tropen (26°)			St. Gilgen (18°)			Wien (0°)	
Rel. F. %	Gefälle Volt : m	Anz.	Rel. F. %	Gefälle Volt : m	Anz.	Rel. F. %	Gefälle Volt : m
38	63	2	38	95	2	45	128
45	65	4	56	82	20	55	251
56	69	5	65	87	43	65	349
66	69	14	74	90	58	75	316
76	61	55	85	82	55	83	315
85	54	158	92	84	28	92	254
93	59	47					

Die Zahlenreihen dieser Tabelle scheinen allerdings nicht für eine Abhängigkeit des Gefälles von der relativen Feuchtigkeit zu sprechen. Da aber frühere Forscher, mit grösster Entschiedenheit vor allen Palmieri¹⁰⁾, eine solche konstatiert hatten, so hielt ich es doch für geboten, die Frage noch einmal aufzuwerfen und an der Hand meines Beobachtungsmaterials wo möglich zu beantworten. Zu dem Zweck bildete ich aus sämtlichen 225 Einzelbeobachtungen (nicht aus den 124 Tagesmitteln wie in Tab. 3) Temperaturgruppen und ordnete die Zahlen jeder Gruppe nach der relativen Feuchtigkeit. Für Temperaturen unter -10° war die Anzahl der vorliegenden Beobachtungen (im ganzen nur 9) zu gering, für Temperaturen von $-9,9$ bis 0° und von mehr als $20,1^{\circ}$ wurde wegen geringer Anzahl von Beobachtungen je eine Gruppe gebildet, sonst steigt die Temperatur immer um 5° . Zur Kontrolle, wie weit sich innerhalb einer Gruppe der schon bekannte Temperatureinfluss geltend macht, wurde für jedes mittlere Gefälle auch das zugehörige Temperaturmittel berechnet. Tab. 9 enthält eine vollständige Übersicht des Materiales für Temperaturen von 0,1

bis $5,0^{\circ}\text{C}$ und Tab. 10 die Zusammenstellung aller Temperaturgruppen.

Tab. 9. (Temperatur 0,1 bis $5,0^{\circ}$.)

Rel. Feucht. bis 59			Rel. F. von 60 bis 69			Rel. F. über 69		
Rel. F. %	Temp. °C	Gefälle El. : m	Rel. F.	Temp.	Gef.	Rel. F.	Temp.	Gef.
48	3,4	303	69	0,2	285	73	3,3	535
35	3,4	242	61	0,7	231	77	4,3	273
42	4,5	125	60	1,3	237	78	1,4	240
50	3,9	159	63	1,7	273	75	4,8	264
55	1,8	186	65	1,7	205	76	3,2	327
52	2,2	283	63	5,0	149	75	3,1	365
59	4,4	247	60	2,8	348	71	1,3	340
50	2,5	313	67	1,7	222	74	1,1	278
54	2,5	140	68	2,1	315	74	1,2	353
59	2,7	456	62	3,1	311	79	1,4	239
51	0,7	492	69	4,7	301	79	2,9	109
51	4,0	270	64	1,4	192	82	2,9	261
53	2,2	233				84	3,0	256
54	0,8	194				82	1,0	398
						81	1,5	376
						91	2,8	208
Mitt. 51	2,8	260	64	2,2	256	78	2,5	301

Tab. 10.

I. Gruppe. Temperatur $-9,9$ bis 0°C . 32 Einzelbeobachtungen.

II.	"	"	0,1 " 5,0 "	42	"
III.	"	"	5,1 " 10,0 "	43	"
IV.	"	"	10,1 " 15,0 "	28	"
V.	"	"	15,1 " 20,0 "	38	"
VI.	"	"	20,1 " 32,7 "	33	"

I.				II.				III.			
Rel. F.	Temp.	Gef.	Anz.	Rel. F.	Temp.	Gef.	Anz.	Rel. F.	Temp.	Gef.	Anz.
61	$-2,4$	374	11	51	2,8	260	14	40	7,1	189	12
75	$-4,2$	347	13	64	2,2	256	12	60	7,5	206	16
85	$-2,5$	397	8	78	2,5	301	16	81	7,1	227	15
IV.				V.				VI.			
40	13,3	178	8	31	18,1	142	9	25	31,3	124	8
60	12,9	183	12	45	17,2	153	9	38	26,8	159	14
79	12,2	177	8	54	17,8	148	11	56	23,1	179	11
				73	16,6	144	9				

Von den 6 Temperaturgruppen der Tab. 10 zeigen am entschiedensten einen gesetzmässigen Verlauf des Gefälles die III. und die VI. In beiden nimmt das Gefälle mit der relativen Feuchtigkeit zu. Dabei ist in III. die Temperatur nahezu konstant, während sie in VI. allerdings abnimmt. Allein diese Abnahme kann erfahrungsgemäss eine so bedeutende Erhöhung des Gefälles durchaus nicht erklären, da ja die Kurve des Gefälles (siehe Taf. II) bei hohen Temperaturen asymptotischen Charakter hat. Es scheint mir daher auch die VI. Gruppe zwingend für die obige Behauptung zu sprechen. Die I. und II. Gruppe bestätigen dies wenigstens für hohe Feuchtigkeitsgehalte, während die Abnahme in der Mitte der beiden Gruppen auch durch die Temperatur nicht zu erklären ist. Die IV. und V. Gruppe endlich verhalten sich neutral.

Es drängt sich nun vor allem die Frage auf, warum diese Abhängigkeit in Exners Zahlen nicht auch hervortritt. Betrachten wir daher die Tab. 8 etwas näher. In der Tropengruppe ist jede weitere Kombination aussichtslos, da das niederste Gefälle 54 bei der hohen relativen Feuchtigkeit 85 mit dem hohen Gewicht 158 figuriert. Es ist also hier sicher eine Abnahme des Gefälles mit steigender relativer Feuchtigkeit zu konstatieren. Kombiniert man in der Gruppe von St. Gilgen die ersten drei und die letzten drei Zahlen, natürlich ihrem Gewicht entsprechend, so ergibt sich für beide Mittel die Zahl 86, also völlige Unabhängigkeit des Gefälles. Thue ich das Nämliche — aber ohne Rücksicht auf das Gewicht, da ich es nicht notiert habe — bei der Wiener Gruppe, so bekomme ich für die relative Feuchtigkeit von 55% das Gefälle 243 und für 83% das Gefälle 295, also eine bedeutende Zunahme. Ich halte dies für keinen Zufall. Das ganz eigentümliche Verhalten in den Tropen bei der hohen Durchschnittstemperatur von 26° und dem dadurch bedingten hohen absoluten Feuchtigkeitsgehalt der Luft lässt die Befürchtung aufkommen, dass die Isolierung etwas gelitten habe. Dass die Gruppe von St. Gilgen sich ebenso verhält wie die Gruppe gleicher Temperatur aus meinen Beobachtungen (Gruppe V), möchte ich eher für einen Zufall halten. Vielleicht erklärt sich die Differenz zwischen Exner und mir dadurch, dass er Dampfdruckgruppen, ich aber Temperaturgruppen bildete.

Ich möchte aber die Sache noch von einer anderen Seite beleuchten. Schon Elster und Geitel (I)²⁾ haben auf die abnorm hohen Werte des Gefälles bei Nebel aufmerksam gemacht. Hier haben wir wieder hohe relative Feuchtigkeit. Um auch meinerseits dafür Material beizubringen habe ich in jeder Temperaturgruppe aus den Beobachtungen an den Tagen, wo ich Nebel oder Dunst notiert hatte, und aus den anderen je das Mittel genommen. Die Tab. 11 enthält die Resultate dieser Berechnung.

Tab. 11.

Gruppe	Beobachtungen mit $\equiv$ und ∞			Beobachtungen ohne $\equiv$ und ∞		
	Temp.	Gef.	Anz.	Temp.	Gef.	Anz.
I	—2,5	430	11	—3,5	342	21
II	2,5	281	19	2,7	270	23
III	6,6	223	3	7,3	207	40
IV	12,9	187	6	12,8	177	22
V	16,3	184	4	17,9	143	34
VI	24,8	229	4	26,9	147	29

Die Beobachtungen mit Nebel und Dunst zeigen durchweg höhere Zahlen für das Gefälle als die andern, dafür allerdings (mit einer einzigen Ausnahme) tiefere Temperaturen, aber doch nicht so tiefe, dass sie allein die Höhe des Gefälles erklären könnten.

Hierher gehört offenbar auch die Abhängigkeit des Gefälles von der Durchsichtigkeit der Luft. Elster und Geitel (VI)²⁾ führten 3 Dunstmarken für die Sichtbarkeit von Objekten in 14,7, 2,53 und 0,62 km Entfernung ein und setzten den diesen 3 Dunstmarken entsprechenden Dunstgehalt der Entfernung umgekehrt proportional. Ich war schon, bevor ich von der betreffenden Abhandlung Kenntnis erhielt auf denselben Gedanken geraten und beabsichtigte, für jede Beobachtung den in der Tab. 1 mit f bezeichneten Fernsichtsgrad zu bestimmen. Dabei entsprachen den Ziffern 5, 7, 9 Entfernungen von 15, 28, 45 km, d. h. die ersteren Ziffern wurden niedergeschrieben, wenn Objekte in den genannten Entfernungen gerade noch sichtbar

waren. Als markante Objekte dienten Schloss Giech, der Staffelberg bei Lichtenfels und die Berge bei Coburg. Da ich indess nach länger fortgesetzten Beobachtungen auf diese Bestimmungen keinen Wert mehr legen zu müssen glaubte, liess ich sie fallen und nahm sie erst wieder auf, nachdem ich durch die Lektüre der Abhandlung der genannten Herren vom Jahre 1892 von der Wichtigkeit dieser Bestimmungen überzeugt wurde. So erklärt sich die grosse Lücke der betreffenden Colonne im Beobachtungstagebuch.

Den Zusammenhang des Gefälles mit f zeigt die Tab. 12. Ich habe darin die Zahlen jeder Temperaturgruppe nach dem Fernsichtsgrad gruppiert, aber nur in zwei dem Umfang nach möglichst gleiche Gruppen.

Tab. 12.

Temperaturgruppe	Anz.	Fernsichtsgruppe	Temp.	Gef.	Anz.	Fernsichtsgruppe	Temp.	Gef.
I	7	0 bis 2	—2,7	370	7	3 bis 10	—2,3	312
II	11	0 bis 5	3,0	259	7	6 bis 10	1,6	227
III	9	3 bis 5	7,1	218	14	6 bis 10	7,1	168
IV	7	0 bis 6	12,5	270	9	7 bis 9	12,6	153
V	6	0 bis 6	17,5	121	9	7 bis 10	18,1	136
VI	—	—	—	—	—	—	—	—

In allen Temperaturgruppen, die V. ausgenommen, sinkt das Gefälle mit zunehmender Fernsicht, in der II. sogar trotz merklicher Abnahme der Temperatur.

Das Anwachsen des Gefälles mit der relativen Feuchtigkeit lässt sich wohl nicht anders erklären, als dass, wie schon mit ähnlichen Worten Dr. W. Linss¹¹⁾ in Darmstadt aussprach, der Staub die Rolle spielt, die Exner dem aufsteigenden Wasserdampf zuschreibt, nämlich die negative Elektrizität der Erdoberfläche in die Luft zu entführen und dadurch das natürliche Gefälle herabzudrücken, während bei hoher relativer Feuchtigkeit der Staub sich mit Wasser vollsaugt und dadurch zum Sinken kommt. Die schlechte Fernsicht bei hohem Gefälle dürfte also nicht dem Staube, sondern den in der Luft schwebenden Wasserkügelchen zuzuschreiben sein. Ich halte es daher nicht für ausgeschlossen, dass bei der Erklärung der täglichen Periode im Sommer dem Staub vielleicht eine grössere Rolle zuzuteilen ist, als es bisher geschah. In der That verläuft die

relative Feuchtigkeitsit, wie in § 8 gezeigt wird, an Sommertagen und in den Übergangsmonaten ziemlich parallel mit dem Gefälle, nur geht sie ihr etwas voraus, wie es ja auch sein muss, wenn sie den oben geschilderten Einfluss haben soll. Für die Wintermonate ist es dagegen schwer zu glauben, dass die relative Feuchtigkeit ähnlich wirkt, es müssen also andere Faktoren vorhanden sein, die den auch hier unleugbaren Zusammenhang zwischen Gefälle und relativer Feuchtigkeit konstruieren, wie denn auch die jährliche Periode durch die Schwankungen des Staubgehaltes der Atmosphäre nicht erklärt werden kann. Hier bleibt die Temperatur ausschlaggebend, und die Theorie Sohnkes ist wohl vorläufig noch nicht zu entbehren.

§ 6.

Zusammenhang mit dem Luftdruck.

Sowohl Exner als Elster und Geitel fanden trotz des umfangreichen Materials, das ihnen zu Gebote stand, keine Abhängigkeit des Gefälles vom Luftdruck. Bedenkt man aber die Übereinstimmung der täglichen Periode des Gefälles mit der des Luftdrucks, die nach Hann¹³⁾ vorhanden ist und über die unten zu sprechen sein wird, so muss wohl ein solcher Zusammenhang vorhanden sein. In der That lässt die Zusammenstellung nach Temperaturgruppen, wie in § 5, dieselbe ohne jeden Zweifel erkennen. In der Tab. 13 findet man jede Temperaturgruppe in zwei Reihen nach dem Luftdruck verteilt, so zwar, dass jede Reihe annähernd gleich viele Einzelbeobachtungen enthält. Auch hier wurden nicht die Tagesmittel verwendet.

Tab. 13.

Temperaturgruppe	Luftdruckgruppe	Gefälle	Temp.	Anz.
I	bis 742,9	342	—3,2	15
	von 743,0 an	398	—3,2	17
II	bis 741,9	257	2,3	21
	von 742,0 an	292	2,8	21
III	bis 739,2	211	7,2	21
	von 739,3 an	206	7,2	22
IV	bis 738,9	159	12,8	13
	von 739,0 an	199	13,1	15
V	bis 737,9	141	17,8	21
	von 738,0 an	155	17,0	17
VI	bis 735,9	136	25,9	15
	von 736,0 an	175	27,3	18

Wenn man die III. Gruppe ausnimmt, wo übrigens der Unterschied verschwindend klein ist, findet man durchweg, dass das Gefälle mit dem Luftdruck wächst. Dabei ist in 3 Gruppen die Temperatur beim höheren Luftdruck höher, was der Vergrößerung des Gefälles entgegenwirkt.

Gruppiert man alle Tagesmittel nach dem Luftdruck, so ergibt sich für den Luftdruck bis zu 738,0 mm das Gefälle **234** aus 61 Zahlen und für höheren Luftdruck von 738,1 mm an **271** aus 63 Zahlen. Also ist auch hier ein bedeutendes Ansteigen des Gefälles mit dem Luftdruck zu erkennen. Ob sich darin noch eine andere Thatsache ausspricht als die, dass das Gefälle bei schönem Wetter höher ist, wage ich nicht zu entscheiden.

§ 7.

Zusammenhang mit Windrichtung und Windstärke.

Die Abhängigkeit des Gefälles von der Windrichtung zeigt Tab. 14. Es wurden hier alle 225 Einzelbeobachtungen verwendet und die Mittel der Temperaturen und der Gefälle für die 8 Hauptrichtungen berechnet, während die für Zwischenrichtungen geltenden Zahlen je zur Hälfte den zwei benachbarten Hauptrichtungen zugeteilt wurden.

Tab. 14.

Richtungen	Beobachtetes Gefälle	Temperatur	Anz.	Berechnetes Gefälle	Δ
Stille	251	8,6	35	193	58
N	306	4,8	27	223	83
NE	225	8,4	32	194	31
E	206	9,0	14 $\frac{1}{2}$	190	16
SE	201	13,8	33	163	38
S	204	9,2	24 $\frac{1}{2}$	189	15
SW	157*	13,3	20 $\frac{1}{2}$	165	—8
W	180	15,9	12 $\frac{1}{2}$	153	27
NW	290	3,8	26	232	58

Nach dieser Tabelle findet ein Maximum bei Nord- und ein Minimum bei Südwestwinden statt. Es ist dies einigermaßen zu verwundern. Denn da dem Beobachtungsort

im Norden die Stadt vorgelagert ist, so sollte man annehmen, dass durch den Staub und Rauch derselben eine merkliche Erniedrigung des Gefälles bei Nordwind eintreten müsste. Was das elektrische Vorzeichen des Rauches anlangt, bin ich nämlich nicht der Meinung Exners, dass er immer positiv ist. Denn er muss so gut wie der Staub die negative Elektrizität der Erdoberfläche bei positivem Gefälle entführen. Auf dieser Fortschaffung von negativer Elektrizität beruht ja doch auch die Wirksamkeit des Flammenkollektors bei normalem (+) Gefälle. Bei negativem Gefälle ist es natürlich umgekehrt, da wird der Rauch positiv elektrisch sein. In der That hat Kircher³⁾ den Rauch einer vorbeifahrenden Lokomotive stets negativ elektrisch gefunden und die gleiche Beobachtung machte ich bezüglich des Rauches eines Ziegeleischornsteins auf dem Felde.

Um den Einwand zu beseitigen, dass die Zahlen der Tab. 14 durch die Temperatur getrübt sind, gebe ich in der vorletzten Rubrik dieser Tabelle die Zahlen, die nach der in § 3 aufgestellten empirischen Formel der betreffenden Temperatur entspräche, und in der letzten Rubrik die Differenz (Δ) zwischen den beobachteten und den berechneten Werten. Man sieht daraus, dass die oben konstatierte Abhängigkeit keine scheinbare ist, denn der N-Wind liefert die grösste Differenz (83) und der SW-Wind die kleinste (—8). Ebenso deutlich tritt der Einfluss der Windrichtung hervor, wenn man die Temperaturgruppen des § 5 nach der Windrichtung gruppiert. In Tab. 15 ist dies für die I., IV. und V. Temperaturgruppe durchgeführt.

Tab. 15.

Richtung	I.			IV.			V.		
	Gef.	Temp.	Anz.	Gef.	Temp.	Anz.	Gef.	Temp.	Anz.
Stille	372	—2,5	8	155	13,7	6	162	16,8	10
N	396	—3,0	10,5	299	11,5	2,5	148	16,9	4
E	370	—3,1	5	186	13,0	5,5	156	17,4	7,5
S	364	—2,7	5,5	164*	12,8	10	128*	17,4	6,5
W	304*	—6,7	3	175	12,2	4	138	18,4	10

Indem ich nun zur Besprechung der Windstärke übergehe, sehe ich mich veranlasst, auf eine Bemerkung der Herren Elster und Geitel (VI)²⁾, die auch von Kircher³⁾ adoptiert

wurde, näher einzugehen. Sie sagen nämlich: „Wenn die „Flammengase nach unten gedrückt werden, wird das Potential „niedriger. Wir haben daher nicht das Mittel von 3 auf ein „ander folgenden Ablesungen in das Protokoll eingetragen, „sondern nur den grössten Wert.“ Diese Beobachtung machte ich niemals; ich wunderte mich im Gegenteil oft darüber, dass die heftigsten Windstösse am Ausschlage nichts oder wenig änderten. Theoretisch genommen, meine ich übrigens, müsste das Niederdrücken der Flammengase durch den Wind eher die Konstanz des Ausschlages befördern, da ja die Ausgleicheung der Flamme mit der Luft dadurch hintangehalten wird und somit eine allenfalls in diesem Augenblick eintretende Schwankung des Luftpotentials gar nicht registriert wird.

Dagegen machte ich eine andere Beobachtung bei Wind, die Kircher mit obigem in Zusammenhang zu bringen scheint, indem er unmittelbar vor der Berufung auf Elster und Geitel sagt: „Allerdings schwanken bei lebhaftem Winde die Ausschläge des Elektroskops, doch ist die Amplitude dieser „Zuckungen nicht sehr gross.“ Diese Schwankungen scheinen mir nicht von einer Wirkung des Windes auf den Kollektor, sondern von dem Aufundabpendeln des Verbindungsdrahtes her zu rühren, der dabei mit wechselnder Stärke durch die Erde influenziert wird. Bei Annäherung des Drahtes an den Erdboden muss der (positive) Ausschlag abnehmen und bei Entfernung des Drahtes muss er zunehmen. Dagegen hat selbstverständlich bei ruhiger Lage des Drahtes seine Entfernung von der Erdoberfläche keinen Einfluss auf den Ausschlag. Es wäre nach dem eben Auseinandergesetzten offenbar falsch, den höchsten Wert zu bevorzugen. Ich habe daher bei diesen Schwankungen oder, besser gesagt, Zuckungen des Elektrometers stets das Mittel aus allen Beobachtungen, wie immer, genommen. Ob Elster und Geitel von Schwankungen derselben Art sprechen, weiss ich natürlich nicht, da mir unbekannt ist, ob der Verbindungsdraht bei ihren Versuchen auch frei pendeln konnte.

Die Tab. 16 gibt nun die Abhängigkeit des Gefälles von der Windstärke wieder. Es wurden dabei gleichfalls alle 225 Einzelbeobachtungen verarbeitet. Die Windstärke selbst ist nach der Beaufort'schen Skala zu verstehen.

Tab. 16.

Windstärke	Gefälle	Temp.	Anz.
0	251	8,6	35
1	305	8,6	52
2	197	9,2	52
3	224	9,5	59
4 und 5	200	11,0	27

Nach den Zahlen dieser Tabelle ist ein Sinken des Gefälles bei steigender Windstärke um so weniger zu verkennen, als die Temperatur nur unbedeutend zunimmt. Auffallend ist der starke Sprung im Gefälle zwischen Windstärke 1 und 2. Erklären lässt sich das allgemeine Verhalten des Gefälles bei Wind genügend daraus, dass die bewegte Luft negativ elektrischen Staub mit sich führt, wie auch andere Beobachter wiederholt mit grosser Bestimmtheit annehmen.

§ 7.

Jährliche und tägliche Variation.

Die jährliche Variation, die doppelt bestimmt wurde, nämlich aus 70 Tagesmitteln (A) bei Bewölkung 0 bis 3 (incl.) und aus allen 124 Tagesmitteln (B), ist in Tab. 17 niedergelegt.

Tab. 17.

Monat	Gefälle (A)	Anz.	Gefälle (B)	Anz.
Januar	516	5	448	15
Februar	602	5	558	6
März	265	13	265	15
April	166	11	167	12
Mai	157	4	143	5
Juni	97*	3	113*	5
Juli	181	3	141	8
August	—	—	(103)	(2)
September	148	4	142	10
Oktober	221	4	179	15
November	253	9	226	21
Dezember	380	9	383	10

Man sieht, dass die Zahlen unter B im allgemeinen etwas niedriger sind, wie vorausszusehen war. Der Monat August ist nur durch 2 Beobachtungen vertreten, die noch dazu bei entschieden anormalem Wetter gemacht wurden. Er ist daher von vorne herein auszuschliessen. Somit ergibt sich ein Maximum im Februar, ein Minimum im Juni.

Bei grösserer Beobachtungszahl dürften sich diese Resultate leicht verschieben. In der That fand Kircher³⁾ in Meiningen das Maximum im Januar, das Minimum im Mai; Magrini in Florenz¹²⁾ in den Jahren 1884 und 85 das Maximum im Januar, das Minimum 84 im Juni, 85 im April und 86 im Mai; Dr. Fines in Perpignan¹³⁾ 1886 bis 88 das Maximum im Januar und Dezember, das Minimum im September; Elster und Geitel (VI)²⁾ in Wolfenbüttel 1888—91 das Maximum im Dezember, das Minimum im Juni; dagegen die schwedische Expedition nach Spitzbergen 1882/83 (Cap Thorsen) nach Hanns¹⁴⁾ Berechnungen das Maximum im April, das Minimum im Dezember. Ein bestimmtes Urteil darüber, ob diese Differenzen lokale Ursachen haben oder durch die zu geringe Anzahl der Beobachtungen verschuldet sind, lässt sich vorläufig noch nicht abgeben.

Noch schlimmer sieht es mit der täglichen Variation aus. Hier haben wir nicht nur starke örtliche Differenzen, sondern am selben Ort wechselt bisweilen die Variation noch mit der Jahreszeit, wie Elster und Geitel (VI)²⁾ aus den Wolfenbütteler Beobachtungen nachgewiesen haben. Die Beobachtungen in Perpignan¹³⁾ dagegen zeigen diese letztere Verschiedenheit nicht. Meine Beobachtungen leiden allerdings gerade in dieser Hinsicht so stark unter der geringen Anzahl, dass sie nichts weniger als massgebend sind.

Aber einige Punkte, auf die ich schon aufmerksam gemacht habe, treten auch hier hervor und darum will ich die Betrachtung der täglichen Variation, wie sie sich aus meinen Beobachtungen ergibt, nicht unterlassen. Ich habe die sämtlichen 225 Einzelbeobachtungen in den Tab. 18, 19 und 20 zu zweistündigen Mitteln vereinigt, und zwar nicht nur die Zahlen für das Gefälle sondern auch die für die zugehörige Temperatur, Dampfdruck, relative Feuchtigkeit und Luftdruck. Tab. 18 enthält die Beobachtungen für die reinen Sommermonate Mai,

Juni, Juli und August, Tab. 19 die für die reinen Wintermonate November, Dezember, Januar und Februar, Tab. 20 die für die Übergangsmonate März, April, September und Oktober.

Tab. 18. Sommermonate.

Tageszeit	Anz.	Gefälle El : m	Temp °C	Dampfdr. mm	Rel. F. %	Luftdruck mm
Bis 7 ⁵⁹ a	2	228	23,6	13,5	64	736,3
8 ⁰ bis 9 ⁵⁹ a	5	181	20,9	11,4	61	36,1
10 ⁰ „ 11 ⁵⁹ a	6	180	24,6	10,8	44	36,6
12 ⁰ „ 1 ⁵⁹ p	2	149	31,5	11,0	29*	36,3
2 ⁰ „ 3 ⁵⁹ p	11	132	26,8	9,1*	32	37,3
4 ⁰ „ 5 ⁵⁹ p	6	121*	23,3	9,4	45	36,4
6 ⁰ „ 7 ⁵⁹ p	11	136	22,1	9,9	48	37,2
nach 8 ^h p	3	132	21,8	8,5	44	38,5

Tab. 19. Wintermonate.

Tageszeit	Anz.	Gefälle El : m	Temp °C	Dampfdr. mm	Rel. F. %	Luftdruck mm
Bis 9 ⁵⁹ a	2	362	—4,0	3,2	89	748,4
10 ⁰ bis 11 ⁵⁹ a	15	367	—2,5	3,7	73	42,0
12 ⁰ „ 1 ⁵⁹ p	11	317	+0,1	3,4	68	42,2
2 ⁰ „ 3 ⁵⁹ p	36	(367)†)	—0,6	3,4	67*	40,0*
4 ⁰ „ 5 ⁵⁹ p	15	285	+1,7	4,2	73	40,3
nach 6 ^h p	5	224*	+6,1	5,7	80	41,8

Tab. 20. Übergangsmonate.

Tageszeit	Anz.	Gefälle El : m	Temp. °C	Dampfdr. mm	Rel. F. %	Luftdruck mm
Bis 7 ⁵⁹ a	2	164	4,8	3,3	51	733,7
8 ⁰ bis 9 ⁵⁹ a	12	208	5,4	4,8	68	39,7
10 ⁰ „ 11 ⁵⁹ a	13	246	9,8	6,1	60	40,1
12 ⁰ „ 1 ⁵⁹ p	6	213	9,3	5,7	51	38,4
2 ⁰ „ 3 ⁵⁹ p	32	199	11,6	5,4*	46*	37,8
4 ⁰ „ 5 ⁵⁹ p	16	193	11,5	7,0	61	37,2*
6 ⁰ „ 7 ⁵⁹ p	14	167*	12,3	6,5	57	38,4

†) Benützt man nur Werte an solchen Tagen, wo auch zu andern Stunden beobachtet wurde (13 an der Zahl statt 36), so ergibt sich für die Zeit von 2⁰ bis 3⁵⁹p als Mittel 314, das sich der obigen Reihe viel besser einfügt.

Aus den drei Tabellen leuchtet als das Zuverlässigste wieder der schon oben (§ 5) erwähnte Zusammenhang mit der relativen Feuchtigkeit hervor. Im Winter und in den Übergangsmonaten geht das Maximum der relativen Feuchtigkeit dem Maximum des Gefälles voraus. Im Sommer ist es vielleicht auch der Fall, kann sich aber in meiner Tabelle nicht offenbaren, da in den früheren Morgenstunden keine Beobachtungen gemacht wurden. Ebenso geht das Minimum der relativen Feuchtigkeit dem Minimum des Gefälles voraus. Doch ist dies klar nur in Tab. 18 erkennbar. In den andern zwei Tabellen ist der Gang des Gefälles am Nachmittage zu sehr von der Temperatur beeinflusst, namentlich in Tab. 19, wo das nachmittägige (scheinbare) Maximum des Gefälles daher rührt, dass in der kältesten Jahreszeit fast nur Beobachtungen zwischen 2 und 3 Uhr gemacht wurden.

Der Zusammenhang mit der Temperatur tritt zwar bei der täglichen Variation nicht so hervor wie der mit der relativen Feuchtigkeit, aber er widerspricht doch nicht geradezu der jährlichen Variation und den Ergebnissen des § 3, wie es bei der absoluten Feuchtigkeit der Fall ist. Statt des reziproken Verhaltens zwischen Gefälle und Dampfdruck haben wir hier einen fast ganz parallelen Verlauf. Es ist dies, wie schon von Elster und Geitel hervorgehoben wurde, ein schwer wiegendes Argument gegen Exners Theorie. Ein Zusammenhang mit dem Luftdruck ist aus den Tab. 18 bis 20 im Widerspruch zu den Ergebnissen des § 6 nicht zu ersehen. Indess hat Hann¹³⁾ einen solchen aus den Beobachtungen in Perpignan und Batavia konstatiert.

Das von andern Beobachtern bemerkte Ansteigen des Gefälles gegen Abend tritt nur in den Sommermonaten hervor, der Rückgang nach 8^h p ist wohl nur der geringen Anzahl von Beobachtungen (3) zuzuschreiben. Auch die letzte Angabe der Winterbeobachtungen für die Zeit nach 6^h p (224) leidet offenbar unter der geringen Zahl von Beobachtungen (5), die noch dazu alle dem November angehören, während bei den anderen Tageszeiten auch die kalten Monate vertreten sind.

Eine Bemerkung Kirchers über den Einfluss des Sonnenunterganges veranlasste mich zu prüfen, ob viel-

leicht dieser bei der täglichen Variation eine Rolle spielt. In der Tab. 1 sind 30 Beobachtungen, die nach Sonnenuntergang gemacht wurden, verzeichnet. Indess konnte ich nur die Beobachtungen verwerten, denen am selben Tage in nicht zu grossem Abstand, etwa von 2^h, andere vorausgegangen waren. Dies war an 11 Tagen der Fall. Das Mittel aus allen Beobachtungen vor Sonnenuntergang betrug für die Temperatur 11,5, fürs Gefälle 241, nach Sonnenuntergang für die Temperatur 10,6, fürs Gefälle 241. Die Gleichheit des Gefälles für diese im Mittel immerhin um ungefähr 1½ Stunden von einander abstehenden Gefälle dürfte vielleicht darauf hindeuten, dass zur Zeit des Sonnenunterganges ein Maximum oder Minimum stattfindet. Nach dem Verlauf der täglichen Variation, wie er sich in den Tab. 18 bis 20 ausspricht, könnte nur von einem Minimum die Rede sein, während Kircher von einem jähen Sprung in die Höhe spricht, den das Gefälle nach seinen und Exners (Tropen-) Beobachtungen bei plötzlichen Temperaturänderungen, also sowohl bei Erhöhungen als bei Erniedrigungen, macht. Ich habe nichts derartiges beobachtet, obwohl ich absichtlich einigemal gerade während des Sonnenunterganges Messungen vornahm.

§ 9.

Kosmische Einwirkungen.

Nils Ekholm und Svante Arrhenius¹⁵⁾ untersuchten den Einfluss einer etwa vorhandenen negativen Ladung des Mondes auf das Potentialgefälle der Erdelektrizität und kamen zu einer Formel, die sie an der Hand der André'schen Messungen auf Cap Thorsen (November 1892 bis August 93), der Beobachtungen der französischen Expedition am Cap Horn (November 1882 bis Mai 83) und der Messungen in Helsingfors (1890 bis April 91) prüften. Das berechnete Gefälle stimmte in der That genügend mit dem beobachteten. Es zeigte sich nämlich eine annähernd lineare Abhängigkeit des Gefälles von der Zenitdistanz des Mondes. Z. B.

Zenitdistanzen:	72,5	92,5	112,5
Gefälle:	13,4	17,6	22,6.

Dass überhaupt unter der obigen Voraussetzung eine Zunahme des Gefälles mit der Zenitdistanz stattfinden muss, ist

leicht einzusehen: da sich Mond- und Erdladung gegenseitig abstossen, so wird eine Anhäufung von Elektrizität an den von einander abgewandten Hälften auftreten müssen. Die Ladung des Mondes musste nach den genannten Forschern 1200mal so gross, die elektrische Dichte auf ihm somit 16000mal so gross als die auf der Erdoberfläche sein.

Eine Abhängigkeit des Gefälles von den Mondstunden war indes kaum zu bemerken, wohl aber eine solche vom Mondstand. Das Maximum und das Minimum des Gefälles lag für die Stationen auf der nördlichen Halbkugel etwas vor dem südlichen, bzw. nördlichen Lunistitium.

Ich habe daher meine Zahlen auch auf ihre Abhängigkeit vom Mond geprüft. Die Tab. 21 enthält die Gruppierung der Beobachtungen nach den Stunden*), die seit dem Meridiandurchgang des Mondes verflossen sind, wobei die in den Monaten Dezember, Januar und Februar erhaltenen Zahlen unterdrückt wurden, da sie wegen ihrer unverhältnismässigen Höhe das Resultat stark fälschen könnten, wenn sie sich nicht gleichmässig verteilen. Ferner sind, wie in den vorhergehenden Paragraphen, auch die Mittel aus den zugehörigen Temperaturen gezogen worden, die nach der Natur der Temperaturkurve (Taf. II) notwendig alle zu hoch ausfallen mussten. Doch dürfte nach Weglassung der extremen Winterwerte diese Erhöhung bei allen annähernd gleich viel betragen. Endlich sind wie in Tab. 14 die nach der empirischen Temperaturformel berechneten Gefälle, sowie die Differenzen zwischen den beobachteten und den berechneten Werten beigelegt.

Tab. 21.

Stunden nach der oberen Kulmination des Mondes.

	0	2	4	6	8	10
Beob. Gefälle	181	195	192	177	177	180
Temperatur	5,9	12,5	12,8	15,8	16,1	16,2
Anzahl	17	17	19	15	14	17
Berechn. Gefälle	213	169	167	153	152	152
Δ	-32	+26	+25	+24	+25	+28

*) Aus Versehen wurden die Angaben des Berliner astronomischen Jahrbuches nicht in mitteleuropäische Zeit umgerechnet. Dies hat nur zur Folge, dass die Angaben der Tab. 21 für eine um 16 Min. frühere Zeit gelten.

Stunden nach der unteren Kulmination des Mondes.

	0	2	4	6	8	10
Beob. Gefälle	212	205	230	219	233	230
Temperatur	13,4	15,6	9,3	9,9	5,5	10,2
Anzahl	18	19	18	11	8	11
Berechn. Gefälle	164	154	188	184	216	182
Δ	+48	+51	+42	+35	+17	+48

Die Differenz Δ ist offenbar zur Zeit der unteren Kulmination und darnach grösser als zur Zeit der oberen. Um dies noch klarer darzulegen, kombiniere ich die Zahlen für 0, 2, 4 Stunden nach der oberen Kulmination mit denen für 6, 8, 10 Stunden nach der untern zu einer Gruppe und die übrigen zu einer zweiten Gruppe. So erhalte ich

Tab. 22.

	Beob. Gef.	Temp.	Anz.	Ber. Gef.	Δ
Obere Kulmination	197	10,9	87	178	25
Untere „	204	13,6	97	164	40

Δ ist also für die untere Kulmination viel grösser als für die obere. Es ist somit mit Evidenz erwiesen, dass das Gefälle zur Zeit der oberen Kulmination des Mondes niedriger ist als zur Zeit der unteren, was der genannten Hypothese entspricht. Vereinigt man alle Werte für die Stunden nach der oberen Kulmination zu einer Gruppe und die übrigen zu einer zweiten, so ergibt sich

Tab. 23.

	Beob. Gef.	Temp.	Anz.	Ber. Gef.	Δ
Mondaufgang	213	9,8	84	185	28
Monduntergang	190	14,4	100	160	30

Δ ist hier wenig verschieden. Der Unterschied im Gefälle entspricht also lediglich dem Temperaturunterschied, wie es die obige Hypothese verlangt.

Die Tab. 24 zeigt die Abhängigkeit des Gefälles vom Mondstand. Auch hier wurden die Beobachtungen der drei genannten Wintermonate unterdrückt und ausserdem die Vorsicht gebraucht, dass alle in einer Deklinationsgruppe unterzubringenden Tagesmittel desselben Monats zu einem Mittel für

sich vereinigt wurden und erst die so gewonnenen Mittel, deren Anzahl in der letzten Rubrik verzeichnet steht, zu einem Gesamtmittel. In der Mitte stehende Beobachtungen wurden bei jeder der beiden Nachbargruppen zur Hälfte verrechnet.

Tab. 24. (Abhängigkeit vom Mondstand.)

Deklination	Beob. Gef.	Temp.	Anz.	Ber. Gef.	Δ
Unter -20^0	264	5,2	16	219	45
zwischen -20 und -10^0	278	1,9	8,5	253	25
" -10 " 0^0	231	8,3	7,5	195	36
" 0 " $+10^0$	248	8,0	10	197	51
" $+10$ " $+20^0$	237	10,7	12	179	58
über $+20^0$	227	7,9	18	198	29
Negativ	260	5,1	32	220	40
Positiv	235	8,8	40	191	44

Die Gruppenmittel geben wegen der zu grossen Verschiedenheit der Temperatur keine Entscheidung. Ich habe daher die Gesamtmittel aus den bei negativen und aus den bei positiven Deklinationen gefundenen Gruppenmittel gebildet. Da nun die dabei auftretende Differenz sich so ziemlich aus der Temperaturdifferenz erklärt, so ist eine Abhängigkeit vom Mondstand aus meinen Beobachtungen nicht nachzuweisen. Ebenso wenig vermag ich eine Periodizität des Gefälles während eines anomalistischen Monats zu erkennen. Für die Berechnung der Zahlen in Tab. 25 waren dieselben Grundsätze massgebend, wie bei der vorigen Tabelle; alle zu einem Apogäum, bez. Perigäum gehörigen Werte wurden zu einem Mittel vereinigt, dagegen wurden Beobachtungen, die in der Mitte zwischen Apogäum und Perigäum standen, ganz weggelassen.

Tab. 25. (Abhängigkeit von der Entfernung.)

	Beob. Gef.	Temp.	Anz.	Ber. Gef.	Δ
Apogäum	195	10,0	14	184	11
Perigäum	178	13,6	15	164	14

Wollte man hier den nur wenig höheren Wert von Δ für das Perigäum urgieren, so käme man zu einem Widerspruch mit der obigen Hypothese.

Auffallend dagegen ist der Einfluss der Mondphasen, wie er uns in der Tab. 26 entgegentritt, die gleichfalls unter Beachtung der obigen Grundsätze zusammengestellt wurde.

Tab. 26. (Abhängigkeit von den Mondphasen.)

Phase	Beob. Gef.	Temp.	Anz.	Ber. Gef.	Δ
Neumond	144	15,2	10	156	-12
Erstes Viertel	185	9,4	13	187	-2
Vollmond	229	10,9	9	178	+51
Letztes Viertel	179	12,5	10	169	+10

Nach dieser Tabelle ist das Gefälle zur Zeit des Vollmondes ein Maximum und zur Zeit des Neumondes ein Minimum.

Zur Erklärung dieser Ergebnisse müsste man, wenn man mit Ekholm und Arrhenius den Mond als negativ geladen betrachtet, dasselbe von der Sonne voraussetzen, was für den, der eine einheitliche Entstehung des Planetensystems annimmt, selbstverständlich wäre. Dass aber diese Annahme nichts zur primären Erklärung der jährlichen und täglichen Variation beizutragen vermag, geht schon daraus hervor, dass der hohe Temperatureinfluss auf das Gefälle zu jeder Jahreszeit sich mit gleicher Vordringlichkeit geltend macht.

§ 10.

Vergleichung der Beobachtungen in Bamberg mit denen Kirchers in Meiningen.

Kircher hat vom Juli 1893 bis zum August 1894 beobachtet und seine Einzelmessungen, soweit solche für einen Tag vorhanden waren, zu drei Mitteln kombiniert, von denen das erste für 7 bis 11^ha, das zweite für 11^ha bis 4^hp und das dritte für 4^h bis 9^hp gilt. Ich habe daher diejenigen meiner Beobachtungen, die an den gleichen Tagen wie die Kirchers angestellt worden waren, ebenso kombiniert und die als nahezu gleichzeitig zu betrachtenden in der Tab. 27 neben einander gestellt.

Die obigen drei Tagesperioden sind durch a, m und p gekennzeichnet und die Gefälle sind ohne Reduktion gegeben. Die vorletzte Rubrik enthält den Quotienten, dessen Dividend meine Zahl und dessen Divisor die Kirchers ist. Die letzte Rubrik enthält eine Bemerkung über das meteorologische Verhalten des betreffenden Tages.

Tab. 27.

Jahr	Mt.	Tag	Tages-zeit	Gefälle in		q	Bemerkungen
				Meiningen	Bamberg		
1893	IX.	5.	m	85	92	1,1	normal, aber fallen- des Barometer nicht normal
		5.	p	100	122	1,2	
		6.	m	70	65	0,9	
	XI.	8.	p	100	118	1,2	do.
		8.	m	162	285	1,8	do.
		11.	m	132	128	1,0	do.
1894	I.	13.	m	175	159	0,9	ziemlich normal, aber SE ₅ in Bamberg
		12.	m	320	420	1,3	normal
	III.	25.	m	185	315	1,7	nicht normal
		19.	a	119	283	2,5	nicht sehr normal, wolkig
		"	m	112	169	1,5	
	"	21.	a	120	247	2,1	normal (Ci)
		"	m	108	242	2,2	
		"	p	94	201	2,1	
	"	24.	a	113	273	2,4	normal
		"	m	104	202	1,9	
		"	p	77	187	2,4	
	"	27.	a	87	240	2,8	normal
		29.	a	110	264	2,4	normal
	IV.	4.	m	64	120	1,9	nicht normal
		6.	m	68	176	2,6	wolkenlos, aber windig
		7.	m	51	166	3,3	ziemlich normal
	VII.	10.	p	44	128	2,9	normal (?) (Ci)
		13.	p	54	94	1,7	nicht normal
		24.	a	30	230	7,7	normal
	"	"	m	36	135	3,8	
		"	p	30	130	4,3	
	"	25.	a	20	239	12,0	a normal
		"	m	49	151	3,1	p stürmisch
		"	p	35	283	8,1	

Nimmt man aus den 9 Quotienten bei normalem Wetter (unter Ausschluss des 24. und 25. Juli 1894), also aus 1,3;

2,1; 2,2; 2,1; 2,4; 1,9; 2,4; 2,8; 2,4 das arithmetische Mittel, so erhält man $q=2,2$. Man sieht, dass auch an normalen Tagen der Quotient aus zwei gleichzeitigen Beobachtungen an so entfernten Orten ziemlich wechselt. Die zwei ausgeschlossenen Tage aber zeigen so abnorm hohe Werte für den Quotienten, dass sie dadurch allein verdächtig erscheinen. In der That sagt Kircher³⁾ selbst auf S. 21 der citierten Abhandlung, dass an diesen Tagen die Isolierung nur mangelhaft funktionierte.

Der mittlere Wert des Quotienten 2,2 veranlasst mich noch zu einer andern Bemerkung. Die obigen Zahlen Kirchers für das Gefälle beziehen sich auf ein 250 m breites, 500 m langes und um 9° gegen den Horizont geneigtes ebenes Stück Feld. Nach meiner Ansicht entspricht ein solches Terrain allen Anforderungen, die man bei Aufsuchung des normalen Gefälles zu stellen pflegt. Bedenkt man nun, dass meine Zahlen alle durch 2 dividiert werden müssen, um auf Volt und ebenes Feld reduziert zu werden, so ist klar, dass Kirchers Werte und die meinigen im Durchschnitt ziemlich gut übereinstimmen. Diese Übereinstimmung veranlasst mich nun, einerseits mein in § 1 geäußertes Misstrauen gegen den Reduktionsfaktor $\frac{1}{2}$ etwas einzuschränken und die Hoffnung auszusprechen, dass er durch spätere Kontrollmessungen bestätigt werde, andererseits die von Kircher vorgenommene Korrektur seiner Werte durch Multiplikation mit 1,94 für unrichtig zu halten. Kircher wurde nämlich gleichfalls durch die auffallende Kleinheit seiner Werte gegenüber denen von Exner und Elster und Geitel misstrauisch gemacht und reduzierte sie nachträglich auf einen frei gelegenen Punkt des um 100 m höheren Plateaus der Donopskuppe. Ich kenne nun zwar die Ausdehnung dieses Plateaus nicht, aber es ist zu vermuten, dass die Niveauflächen über ihm doch schon etwas zusammengedrängt sind und deshalb ein zu grosses Gefälle hervorrufen. Gibt man die vorstehenden Bemerkungen zu, so entspricht dem obigen Quotienten 2,2 Gleichheit der Gefälle. Für die untere Grenze $q=1,3$ wäre das Bamberger Gefälle $\frac{2,2}{1,3}=1,7$ mal so klein und für die obere Grenze $q=2,8$ wäre es $\frac{2,8}{2,2}=1,3$ mal so gross als das Meininger.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

- 1) Die Vergleichung der Dampfdruckgruppen mit den Temperaturgruppen zeigt, dass der Einfluss der Temperatur auf das Gefälle sich schärfer heraushebt als der des Dampfdrucks. Man könnte daher vermuten, dass der letztere nur sekundär wirkt.
- 2) Das Gefälle bei Cirrusbewölkung ist (besonders im Sommer) etwas höher, das bei Cumulusbewölkung etwas niedriger als bei wolkenlosem Himmel.
- 3) Das Gefälle ist von der relativen Feuchtigkeit nicht bloß wegen ihres innigen Zusammenhanges mit der Temperatur, sondern noch aus einem andern Grunde in der Weise abhängig, dass es mit der relativen Feuchtigkeit zunimmt. Als wahrscheinlichen Grund betrachte ich die Beeinflussung des Staubgehaltes der Atmosphäre durch die relative Feuchtigkeit. Damit scheint auch die Erhöhung des Gefälles bei Nebel und Dunst (schlechter Fernsicht) zusammenzuhängen.
- 4) Das Gefälle wächst mit dem Luftdruck.
- 5) Die Windrichtung macht sich in der Weise geltend, dass bei N ein Maximum und bei SW ein Minimum stattfindet, obwohl die Nordwinde den Staub und Rauch der Stadt mit sich führen müssen.
- 6) Bei steigender Windstärke sinkt das Gefälle, wahrscheinlich in Folge des begleitenden Staubes.
- 7) Das jährliche Maximum fällt in den Februar, das jährliche Minimum in den Juni.
- 8) Von den zwei täglichen Maximis wurde nur das vormittägige (wegen mangelnder Abend- bez. Nachtbeobachtungen), dieses aber auch im Winter nachgewiesen. Das Tagesminimum fällt im Sommer auf ungefähr 5^hp. Hervorzuheben ist der Parallelismus der täglichen Variation des Gefälles mit der relativen Feuchtigkeit wegen der Übereinstimmung mit der jährlichen Variation, während die absolute Feuchtigkeit bei der täglichen Variation die umgekehrte Rolle spielt wie bei der jährlichen. Dieser Umstand dient zur Bestätigung der unter 1) ausgesprochenen Vermutung.

9) Der Einfluss des Mondes wurde in zweifacher Hinsicht nachgewiesen. Es wurde gezeigt: a) eine Abhängigkeit von den Mondstunden, b) eine solche von den Phasen, dagegen keine vom Mondstand und keine (deutliche) von seiner Entfernung. Das Gefälle ist nämlich merklich niedriger zur Zeit der oberen Kulmination des Mondes als zur Zeit der unteren und ganz auffallend niedriger zur Zeit des Neumondes als zur Zeit des Vollmondes, was der von Ekholm und Arrhenius aufgestellten Hypothese einer negativen Mondladung nicht widerspricht. Das letztere Resultat würde aber zugleich, wenn es sich bestätigen sollte, die Annahme einer negativen Sonnenladung fordern.

10) Meine Beobachtungen stimmen im Mittel mit denen Kirchers in Meiningen überein, wenn man die Örtlichkeit, auf die er ursprünglich das Gefälle reduzierte, als normal betrachtet. Dagegen zeigt das Verhältnis der beiden Gefälle an einzelnen, selbst normalen, Tagen starke Abweichungen vom Mittel. Es schwankt etwa zwischen 0,6 und 1,3.

Bamberg, im April 1896.

Nachtrag.

Beobachtungen nach dem 1. Januar 1896.

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700 +	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. rel. mm %	Wind	Bewölkung
96	I.	10.	12 ²⁰ p	308	8	3	51,8	-8,7	2,0 75	NNE ₂	0
		28.	11 ¹⁴ a	678	3	2	49,1	-8,4	2,1 81	NW ₁	1 ∞
	II.	16.	5 ⁴⁸ p*	361	5	4	50,9	-1,5	2,9 72	—	1° Cist ∞
		17.	11 ²⁵ a	453	5	2	49,9	-3,5	3,0 73	NE ₁	5° Cist ∞
			2 ¹⁵ p	438	5	4	49,1	1,3	2,7 43	NW ₁	1 ∞
		Mittel		437		3	49,5	-1,1	2,8 58	N ₁	3°
		18.	9 ²⁶ a	453	5	1	47,2	-4,2	3,2 89	—	1 ≡ ∞
			11 ²⁴ a	356	7	2	46,7	-0,5	3,5 72	NNW ₁	1 ≡ ∞
			5 ⁴⁶ p	381	7	5	44,2	3,7	3,7 59	N ₁	0 ≡ i. Tal
			6 ²³ p	440	3	4	44,1	3,2	3,8 63	N ₁	0 ≡ i. Tal
		Mittel		408		3	45,6	0,6	3,6 71	N ₁	1
		19.	4 ⁴⁶ p	156	5	5	38,9	2,1	4,2 75	S ₂	6° Ci Cist ∞
	III.	22.	3 ²³ p	152	5	7	37,8	19,0	6,1 33	SW ₁	4 Cu
		23.	11 ⁴⁰ a	144	11	—	39,6	14,5	7,2 49	SW ₁	2 Cu Streu
		24.	8 ⁵⁵ a	238	5	3	37,2	6,4	6,4 78	N ₁	0 ∞
			11 ²⁶ a	155	5	6	38,3	14,6	7,3 53	NNE ₁	0 ∞
			1 ¹⁹ p	109	5	7	36,2	17,7	5,3 33	NW ₂	2 Cu
			5 ⁰ p	80	13	9	34,0	18,3	4,9 28	SW ₁	3° Cu Altocu
			7 ⁴ p*	181	3	5	34,3	15,6	5,4 41	—	2° Altocu
		Mittel		153		6	36,4	14,5	5,9 47	NW ₁	2
		25.	9 ⁵ a	144	5	—	34,5	7,0	5,9 74	SW ₁	2 Cu ∞
			11 ⁴ a	92	6	4	34,3	13,0	6,0 54	SW ₂	4° Altocu Cu
		Mittel		118		4	34,4	10,0	6,0 64	SW ₂	3°
	V.	5.	8 ⁵⁴ a	254	5	8	40,3	8,1	4,2 49	—	3° Altocu Cien Cu Cist
			10 ⁴³ a	154	6	10	39,7	10,7	5,0 51	NW ₂	9 Cu Cuni
		Mittel		204		9	40,0	9,4	4,6 50	NW ₁	6°
		6.	5 ³⁹ p	118	5	9	38,9	15,0	6,0 48	NE ₄	4 Str Cu
			6 ⁵⁰ p	87	5	7	39,1	14,1	6,1 51	NE ₃	6 Str Streu Altocu
		Mittel		103		8	39,0	14,6	6,0 49	NE ₃	5
		8.	3 ⁴² p	81	3	10	37,2	14,2	3,3 26	NNE ₆	0
		9.	12 ¹⁰ p	108	3	10	38,8	13,6	3,4 28	NE ₅	1° Cu Cist
		11.	11 ¹⁴ a	138	6	9	41,2	17,4	5,7 35	NNE ₂	1 Cu ∞

Jahr	Mt.	Tag	Std.	Gef.	Gew.	f	Bar. mm 700 +	Therm. °C.	Feuchtigkeit abs. rel. mm %	Wind	Bewölkung
96	V.	12.	9 ¹⁸ a	169	3	5	42,0	15,5	7,9 54	NE ₂	0 Cu ≡ i. Tal
			11 ²⁸ a	44	3	10	41,2	19,6	6,4 35	N ₁	5 Cu Cuni Freu
		Mittel		107		7	41,6	17,6	7,2 45	NNE ₂	3
		19.	8 ²² a	251	5	3	38,2	11,7	8,0 77	—	2° Cist ∞
			9 ²⁵ a	211	5	5	38,0	14,1	8,0 63	—	2° Cist Cu ∞
			10 ²⁸ a	118	3	5	37,5	16,2	8,2 53	—	5 Cu ∞
			11 ²⁶ a	120	5	6	37,2	17,1	7,5 48	N ₁	1° Cu Cist ∞
			12 ¹⁴ p	103	3	6	36,9	17,8	6,9 43	N ₁	2° Cist Cu Freu
			4 ⁵⁰ p	85	3	8	34,7	18,4	5,9 32	W ₂	4° Ci Cist
			6 ¹⁸ p	96	7	8	34,3	18,0	5,5 31	W ₂	4° Ci Cist
			7 ¹ p	73	3	8	34,0	18,8	5,7 35	W ₂	4° Ci Cist
		Mittel		132		6	36,4	16,5	7,0 48	NW ₂	3°
		26.	8 ³⁹ a	209	5	7	41,3	14,2	6,3 50	N ₂	1° Cist Cu
			9 ⁵¹ a	155	3	7	41,1	15,8	5,6 41	NE ₄	1° Cist Cu
			6 ²⁴ p	150	3	6	39,1	17,8	6,8 46	NE ₅	9° Altocu Altotr Streu
			7 ³³ p	198	3	5	39,2	17,0	6,8 48	NE ₄	8 Streu
		Mittel		178		6	40,2	16,2	6,4 46	NE ₄	5°
	VI.	1.	6 ¹⁵ a	217	6	3	38,5	9,7	6,5 73	NE ₁	1° Cist ≡
			7 ¹⁶ a	237	3	5	38,3	11,8	6,4 60	E ₂	1° Cist ≡
			11 ²¹ a	184	5	7	37,4	18,2	6,1 38	SE ₄	0
			12 ³⁰ p	105	5	7	36,9	20,1	6,3 36	SE ₄	0
			3 ⁴ p	139	5	8	35,9	21,9	6,0 30	SE ₂	0
			4 ⁸ p	164	5	8	35,5	21,8	6,1 31	SE ₂	0
			5 ³⁴ p	63	5	8	35,1	20,0	6,6 34	SE ₄	0
			6 ⁴⁵ p	89	5	8	35,0	19,5	6,6 37	SE ₂	0
			9 ⁷ p	109	5	8	34,8	17,5	6,2 42	SE ₁	0
		Mittel		145		7	36,4	17,8	6,3 42	SE ₂	0
		2.	7 ⁸ a	206	3	2	35,1	14,4	7,9 66	—	1 ≡
			8 ²⁶ a	141	5	5	34,9	18,0	8,2 54	SE ₁	0
			9 ²⁴ a	140	5	6	34,8	20,1	8,6 49	SE ₂	0
			10 ²⁴ a	149	3	6	34,6	21,4	7,6 41	SE ₂	0
			11 ²² a	141	5	7	34,3	21,6	6,7 33	SE ₂	0
		Mittel		156		5	34,7	19,1	7,8 49	SE ₂	0
	VII.	15.	6 ¹⁷ a	150	5	6	37,4	13,9	9,8 84	NE ₁	4° Altocu
			7 ⁴¹ a	145	5	5	37,2	16,5	10,3 68	—	0
			9 ²⁶ a	208	5	7	36,8	20,3	10,3 55	NE ₁	2 Cu
			10 ²⁸ a	153	7	8	36,6	22,1	9,8 49	S ₂	3 Cu
		Mittel		167		7	37,0	18,2	10,1 64	E ₁	2
	VIII.	4.	9 ³⁶ a	189	5	5	35,3	17,6	11,0 70	NE ₁	3° Cien Altocu Altotr
			11 ²³ a	149	3	5	35,0	20,5	11,2 61	S ₂	7 Cu Cuni

Der Reduktionsfaktor wurde nach Abschluss der Arbeit noch zweimal bestimmt, am 1. Juni unter gütiger Mitwirkung des Herrn Dr. Lorentzen, der während meiner Expedition aufs Feld am gewöhnlichen Ort in der Sternwarte beobachtete, am 4. August von mir allein in der früher geschilderten Weise, an beiden Tagen bei fallendem Barometer, das erste Mal noch dazu bei starkem SE-Wind, das zweite Mal bei rasch zunehmender Bewölkung. Obwohl daher auch diese beiden Werte mit Vorsicht aufzunehmen sind, möchte ich sie doch nicht ganz unterdrücken, da sie unter sich gut übereinstimmen und sich von den früheren nicht stark unterscheiden.

Tag	Stunde	Sternwarte beobachtetes Gefälle	Freies Feld beobachtetes Gefälle	Stern- warte interpol. Gefälle	Re- duktions- faktor
1. Juni 1896	5 ^h 34 ^m p	63 (Lorentzen)	46 (Braun)	—	$\frac{46}{63} = 0,73$
4. Aug. 1896	9 ^h 35 ^m a	189	—	—	$\frac{118}{167} = 0,71$
	10 ^h 34 ^m a	—	118	167	
	11 ^h 23 ^m a	149	—	—	

Kombiniert man diese 2 neuen Werte mit den in § 1 angegebenen, so erhält man als Mittel aus 5 Zahlen 0,68, was sich von $\frac{2}{3}$ wenig unterscheidet. Der Fehler schrumpft noch mehr zusammen, wenn bei der Multiplikation, wie es auch in § 1 geschah, statt 0,74 0,75 genommen wird. In der That ist

$$0,74 \cdot 0,68 = 0,503$$

$$0,75 \cdot \frac{2}{3} = 0,500.$$

Es ändert sich also an dem in der Arbeit angenommenen Gesamtfaktor $\frac{1}{2}$ nichts.

Da ich im nächsten Monat nach München übersiedle, so muss ich hiemit die Beobachtungen über Luftelektrizität in Bamberg abschliessen. Hoffentlich findet sich ein Nachfolger, der die dringend nötige Vermehrung des Beobachtungsmaterials auf sich nimmt.

Bamberg, im August 1896.

Literatur-Nachweis.

- ¹⁾ Exner, Franz.
 - I. Über die Ursache und die Gesetze der atmosphärischen Elektrizität. Wiener Sitzungsberichte Bd. 93. IIa. 1886. S. 222—284.
 - II. Über transportable Apparate zur Beobachtung der atmosphärischen Elektrizität. Wiener Sitzungsberichte Bd. 95. IIa. 1887. S. 1084—1100.
 - III. Über die Abhängigkeit der atmosphärischen Elektrizität vom Wassergehalte der Luft. Wiener Sitzungsberichte Bd. 96. IIa. 1887. S. 419—475.
 - IV. u. V. Beobachtungen über atmosphärische Elektrizität in den Tropen I u. II. Wiener Sitzungsberichte Bd. 98 (1889) und Bd. 99 (1890).
- ²⁾ Elster, J. und Geitel, H.
 - I. Messungen des normalen Potentialgefälles der atmosphärischen Elektrizität in absolutem Masse. Wiener Sitzungsberichte Bd. 98, Juni 1889.
 - II. Über einige Ziele und Methoden luftelektrischer Untersuchungen. Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht des Herzoglichen Gymnasiums zu Wolfenbüttel 1891.
 - III. Über die Entladung negativ elektrischer Körper durch das Sonnen- und Tageslicht. Wiedemanns Annalen Bd. 38, S. 497.
 - IV. Elektrische Beobachtungen auf dem hohen Sonnblick. Wiener Sitzungsberichte Bd. 99 (1890). S. 1008.
 - V. Über die durch Sonnenlicht bewirkte Zerstreuung der Elektrizität von mineralischen Oberflächen. Wiedemanns Annalen Bd. 44 (1891). S. 722.
 - VI. Beobachtungen des atmosphärischen Potentialgefälles und der ultravioletten Sonnenstrahlung. Wiener Sitzungsberichte Bd. 101 (1892). S. 703.
 - VII. Elektrische Beobachtungen auf dem Sonnblick. Wiener Sitzungsberichte Bd. 104 (10. Jan. 1895).

³⁾ Kircher, E., Messungen des normalen Potentialgefälles der atmosphärischen Elektrizität in absolutem Masse. Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht des Herzoglichen Realgymnasiums zu Saalfeld (Ostern 1895).

⁴⁾ Thomson, W., On a simple apparatus for observing atmosph. electr., Philos. Mag., Vol. XVIII, 4. Ser. July—Dec. 1859, S. 542.

⁵⁾ Blake, L. J., Über Elektrizitätsentwicklung bei der Verdampfung und über die elektrische Neutralität des von ruhigen elektrisierten Flüssigkeitsflächen aufsteigenden Dampfes. Wied. Ann. Bd 19 (1883). S. 518.

⁶⁾ Nahrwold, R., Über Luftelektrizität. I und II. Wied. Ann. Bd. 5 (1878), S. 460, und Bd. 31 (1887), S. 448.

⁷⁾ Lord Kelvin und Magnus Maclean, On the Electrification of Air. Phil. May., Vol. XXXVIII, 5. Ser., Nr. 231. Aug. 1894. S. 225.

⁸⁾ Börnstein, R., Elektrische Beobachtungen bei zwei Ballonfahrten. Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin 1894. J. XIII. S. 35.

⁹⁾ Sohnke, L., Der Ursprung der Gewitterelektrizität und der gewöhnlichen Elektrizität der Atmosphäre. Jena, Gust. Fischer, 1885.

¹⁰⁾ Palmieri, L., Die atmosphärische Elektrizität. (Übersetzt von H. Discher, 1884.)

¹¹⁾ Linss, W.
I. Über einige die Wolken- und Luftelektrizität betreffende Probleme. Meteorologische Zeitschrift 1887, S. 345.
II. Über Elektrizitätszerstreuung in der freien Atmosphäre. Elektrotechnische Zeitschrift 1890, S. 506.

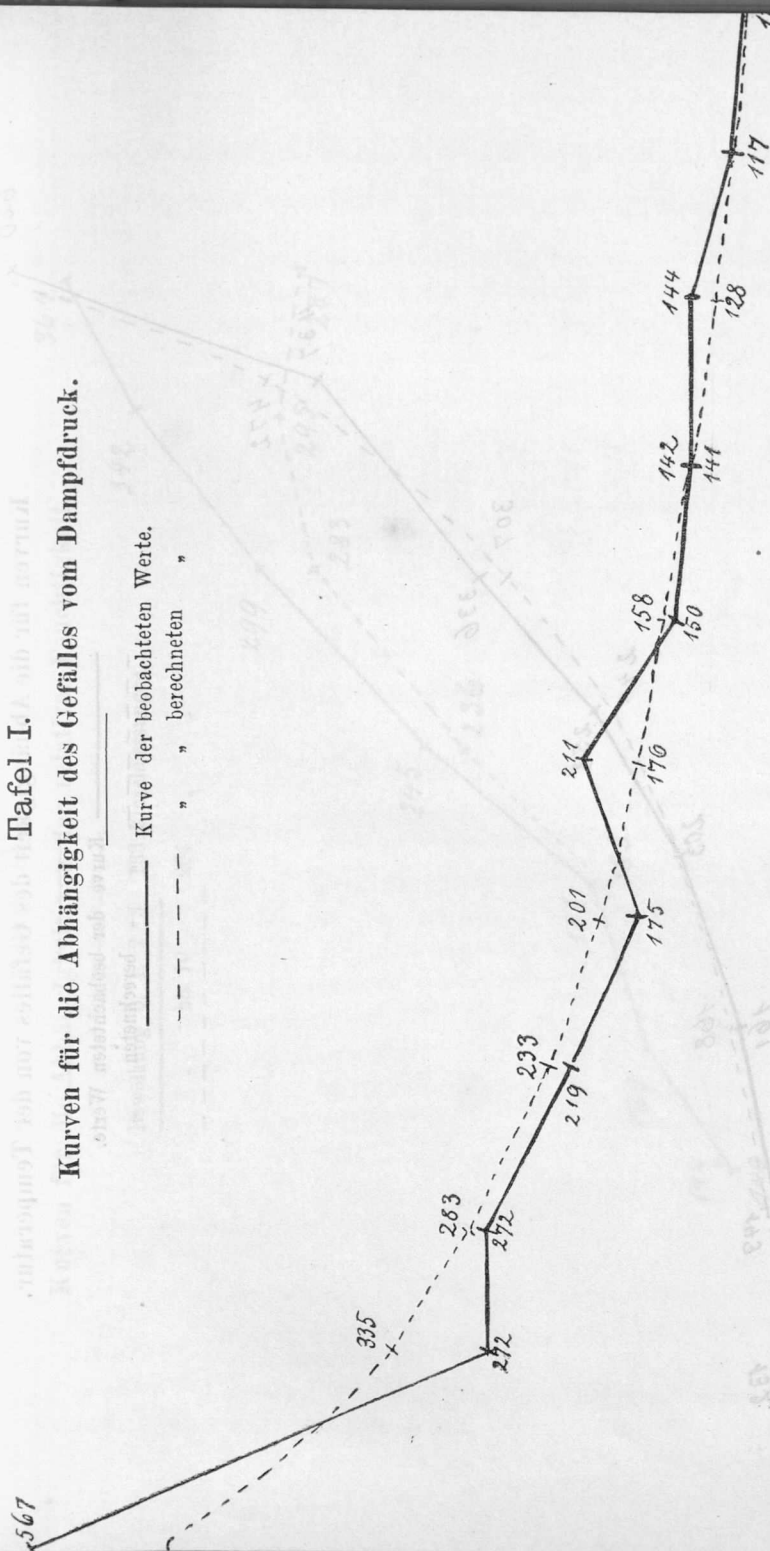
¹²⁾ Meteorologische Zeitschrift 1891, S. 357.

¹³⁾ " " 1891, S. 113.

¹⁴⁾ " " 1890, S. 29.

¹⁵⁾ Ekholm, N. und Arrhenius, Sv., Über den Einfluss des Mondes auf den elektrischen Zustand der Erde. Meteorologische Zeitschrift 1894, S. (58).

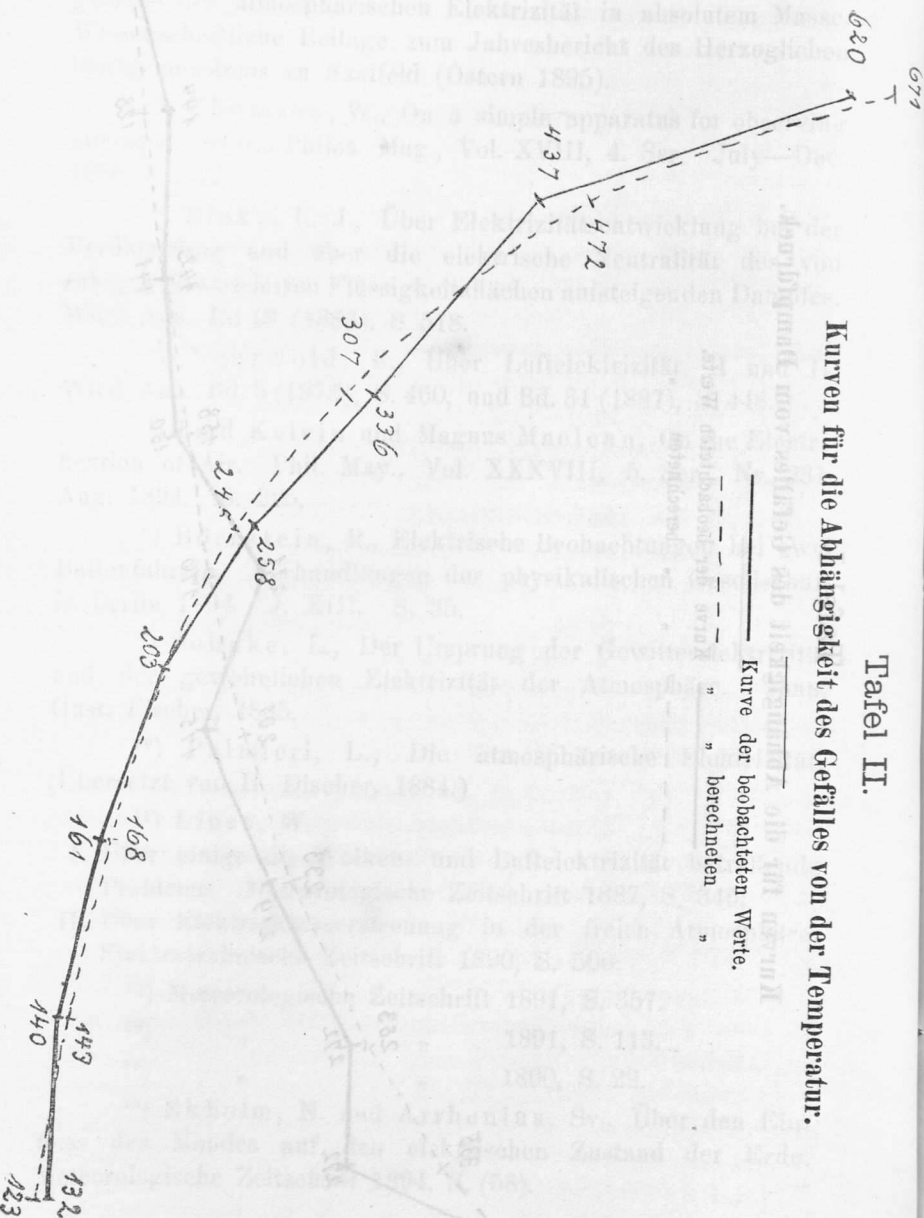
Tafel I.
Kurven für die Abhängigkeit des Gefälles vom Dampfdruck.



Kurven für die Abhängigkeit des Gefalles von der Temperatur.

Tafel II.

— Kurve der beobachteten Werte.
 --- " berechneten "



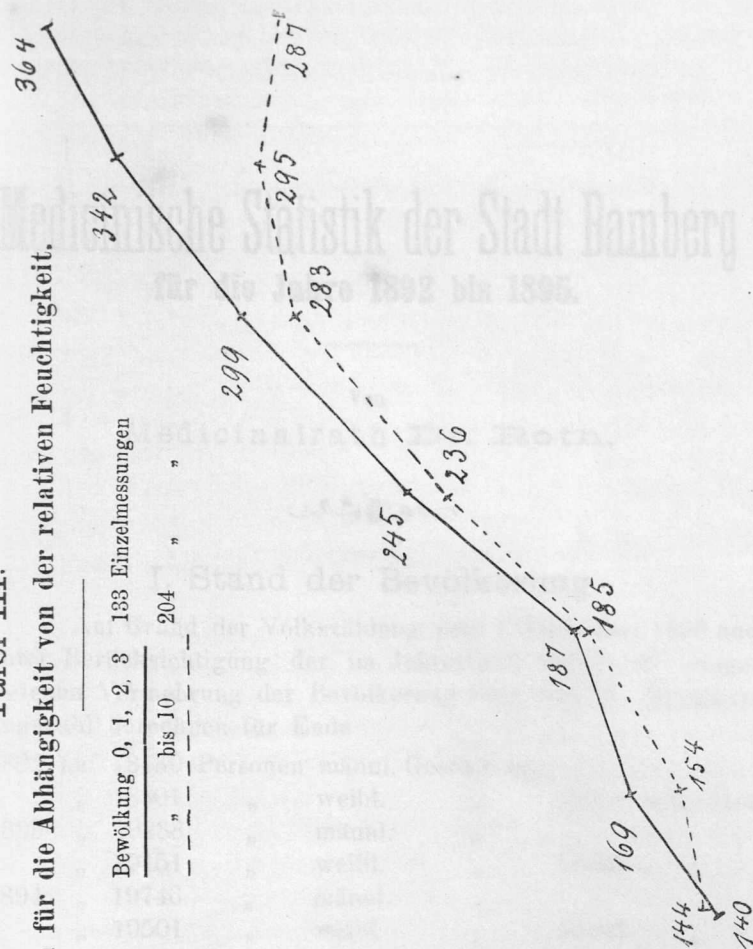
Tafel III.

Kurven für die Abhängigkeit von der relativen Feuchtigkeit.

Bewölkung 0, 2, 3 133 Einzelmessungen

bis 10 204

" "



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Braun Adolf

Artikel/Article: [Messungen des Potentialgefälles der Luftelektrizität in Bamberg 1-60](#)