

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band VII. Jahrgang 1877.



München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1877.

In Commission bei G. Franz.

Herr Professor Zittel legt vor und bespricht die Abhandlung:

„Neue Beobachtungen über Ozon in der Luft der Libyschen Wüste von P. Ascherson.“

Als ich auf meiner im Frühjahr 1876 im Auftrage des Dr. G. Schweinfurth ausgeführten Reise nach der Kleinen Oase (Uah-el-Beharieh) in der Libyschen Wüste München passirte, forderte mich Prof. K. Zittel auf, die von ihm zwei Jahre früher während der Rohlf'schen Expedition gemachten Ozon-Beobachtungen¹⁾ wieder aufzunehmen. Ich unterzog mich dieser Aufgabe um so lieber, als sowohl das von mir durchzogene Gebiet sich räumlich an das der früheren Reise anschliesst, als auch der Jahreszeit nach meine Beobachtungsreihe die unmittelbare Fortsetzung der Zittel'schen bildet, welche die Monate Januar bis März umfasst, während die meinige sich noch bis Mitte Mai erstreckt.

Es wurden mir von Prof. Zittel zu diesem Zwecke der Rest der Reagenzpapiere, sowie die Schönbein'sche 10theilige Scala, welche seinen Beobachtungen gedient hatten, zur Verfügung gestellt. Meine Beobachtungen geben

¹⁾ Sitzungsber. der math.-phys. Classe, 4. Juli 1874, S. 215—230.

keinen Anlass, anzunehmen, dass die Empfindlichkeit der ersteren durch die zweijährige Aufbewahrung abgenommen habe. ¹⁾

Die Beobachtungen wurden möglichst in derselben Weise gemacht, wie Prof. Zittel die seinigen angestellt hat. Die Exposition der Reagenzstreifen dauerte stets 12 Stunden; in der Regel fand der Wechsel derselben um 6 Uhr Abends und Morgens statt; es empfiehlt sich den Vergleich des angefeuchteten Papierstreifens mit der Farbenscala bei Tageslicht vorzunehmen. Der Mangel an Uebereinstimmung in der Farbennuance der letzteren mit dem Violett des durch das frei gewordene Jod gefärbten Stärkepapiers war auch für mich Anfangs störend; doch gelingt es nach einiger Uebung, durch successiven Vergleich die entsprechende Farbenstufe sicher zu bestimmen. Während der Wüstenmärsche konnten nur Nachtbeobachtungen gemacht werden; im Nilgebiet dagegen (Benisuêf, Medinet-el-Fajûm, Cairo) und in der Oase (Bauiti) war es möglich, auch am Tage vor dem directen Sonnenlicht geschützte und dabei hinlänglich dem Luftzuge zugängliche Beobachtungspunkte zu benützen. In Benisuêf und Bauiti waren dieselben nahe genug der Peripherie der Ortschaft gelegen, um den Verdacht einer die Ozon-Reaction schädigenden Verunreinigung der Luft auszuschliessen. Weniger möchte dies von den in mitten volkreicher Städte angestellten Beobachtungen von Fajûm und Cairo zu behaupten sein; die auffallend schwache Reaction, welche durch die Tagesbeobachtungen an ersterer Station constatirt wurde, deutet in der That auf einen von mir übrigens nicht auf seine Ursache zurück-

¹⁾ Die Papiere wurden im hygienischen Institut des Herrn Geheimrath von Pettenkofer durch Herrn Dr. Wolffhügel mehrfachen Controlversuchen unterworfen und erwiesen sich als vollständig unverändert.

geführten schädlichen Einfluss; die Nachtbeobachtungen selbst weichen nur unerheblich von denen in Benisuëf, der zunächst zu vergleichenden Station, ab. Die Beobachtungen, welche ich im Hôtel du Nil in Cairo anstellte, habe ich nicht ausschliessen wollen, da in der Beobachtungsperiode ein in so später Jahreszeit ungewöhnliches meteorologisches Ereigniss stattfand, nämlich ein starker Regenfall bei Nordwind, welcher im ägyptischen Nilthal, aufwärts mindestens bis Siut, beobachtet wurde, während gleichzeitig in Europa jene verspäteten Fröste eintraten, die der Land- und zum Theil auch der Forstwirthschaft so erhebliche Nachtheile zugefügt haben.

Auf besondern Wunsch von Prof. Zittel habe ich schon auf der Ueberfahrt zwischen Triest und Alexandrien Ozon-Beobachtungen angestellt, die allerdings, wohl wegen des theilweise ungünstigen Wetters, geringere Zahlen ergaben als die von ihm auf der Fahrt von Alexandrien nach Messina im April 1874 aufgezeichneten Beobachtungen.

Da von den 106 Beobachtungen, welche überhaupt gemacht wurden, nur 10 isolirte Nachtbeobachtungen in der Wüste sind, hielt ich es nicht für erforderlich, Tag- und Nachtbeobachtungen zu scheiden, sondern habe sämtliche Aufzeichnungen, chronologisch und geographisch geordnet, in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Die meteorologischen Beobachtungen, welche ich nach Zittel's Vorgange beigefügt habe, wurden für die Wüste, Fajûm und die kleine Oase von mir selbst aufgezeichnet; die von Benisuëf verdanke ich der Güte des Dr. P. Güssfeldt, welcher auch so freundlich war, aus den mir von Herrn A. Pirona gütigst mitgetheilten Beobachtungen der chedivischen meteorologischen Station auf der Sternwarte zu Abassieh bei Cairo, für Mai 1876 die relative Feuchtigkeit zu berechnen. Ich bedaure sehr, dass meine Aufzeichnungen über Himmels-

beschaffenheit, Wind-Richtung und Stärke, namentlich für die Nächte, viele Lücken haben, und dass ich kein Instrument besass, um die Luftfeuchtigkeit, welche von allen meteorologischen Einflüssen die innigsten Beziehungen zum Ozongehalt der Luft besitzt, selbst zu beobachten.

Die angegebenen Temperaturen (nebst relativer Feuchtigkeit) beziehen sich im Grossen und Ganzen für die Tagbeobachtungen auf die Zeit zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags, für die Nachtbeobachtungen auf die um Sonnenaufgang, und zwar in Cairo auf die Stunden 3 Uhr Nachmittags und 6 Uhr Früh; in Benisuéf beobachtete Dr. Güssfeldt zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags und zwischen 7. und 7 Uhr 30 Minuten Früh. Was meine eigenen Aufzeichnungen betrifft, so habe ich für die Nacht die am Morgen gemachte Ablesung des Minimum-Thermometers, oder falls eine solche fehlt, die gegen Sonnenaufgang gemachte niedrigste Ablesung mitgetheilt; für die Tagestemperatur sind fast überall Aufzeichnungen zwischen 2 und 3 Uhr vorhanden, in den wenigen Fällen, wo sie fehlten, wurde die höchste Ablesung mitgetheilt, welche sich in keinem Falle weit von dem Tagesmaximum entfernen dürfte. (Das Maximum-Thermometer wurde von mir zur Bestimmung der Insolation verwendet.)

Ozon-Beobachtungen

vom Februar bis Mai 1876.

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
-------	---------------------------------	------------------------------	--------------------------	-------------------------	----------------------------------

1. Auf dem Meere zwischen Triest und Alexandrien:

Februar					
27.	5		fast windstill		schön
27./28.	7				schön
28.	5				schön
28./29.	6				schön
29.	5				schön
29./1. M.	5				
März					
1.	5				Vormittag Regen, dann schön
1./2.	5				Regen

2. Benisuéf (Niltal):

11./12.	4	76	windstill	9,2	
12.	2	29	WNW mässig	21,1	klar
12./13.	4	65	OSO schwach	12,1	
13.	1				klar
13./14.	2	91	NW schwach	9,6	
14.	2	27	WNW mässig	24,0	klar
14./15.	4	85		10,4	Thau
15.	4	40	NW mässig	21,1	klar
15./16.	5	64		13,2	

3. Medinet-el-Fajüm:

16./17.	6			14	
17./18.	5			14,5	

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
März					
18.	2		NW schwach	19,5	klar
18./19.	5			14,5	
19.	0		W schwach	21	Schleier, später klar
19./20.	2			16,5	
20.	1		fast windstill	28	klar, Abends etwas bewölkt
20./21.	0,5			16	
21.	0,5		fast windstill	25	mässig bewölkt (Cirrus)
21./22.	1			17,5	
22.	1		N stark	27	klar
22./23.	4		(Nachmittag und Abend)	17	

4. Zwischen Fajüm und der Kleinen Oase:

26./27. (In d. Oase Qaraq)	2		fast windstill	7	
27./28. (Rajän, etwas Vegetation)	2,5		W schwach	16	bewölkt
28./29.	2,5		W mässig	6	fast unbewölkt
29./30.	4		SW und W	19	bewölkt, Regen
30./31.	1		W mässig	19	
31./1. Apr. (Ain Meal-laqah, Quelle mit wenig Vegetation)	1,5			8,7	fast unbewölkt

5. In der Kleinen Oase (mit Ausnahme zweier alle Beobachtungen in Bauti):

April 1./2.	2,5		WSW stark	16,5	von Staub getrübt
2.	1,5		WSW Vorm. stark, dann mässig	28	von Staub getrübt

P. Ascherson: Ozon-Beobachtungen i. d. Luft d. Libyschen Wüste. 83

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
April					
2./3.	2			16	von Staub getrübt
3.	1		fast windstill	26	bewölkt, etwas Regen
3./4.	2			20,5	
4.	2,5		SO stark	33	bewölkt, einige Regentropfen
4./5.	1			21	bewölkt, einige Regentropfen
5.	1			30	bewölkt
5./6.	1,5			22,5	bewölkt
6.	4			29	bewölkt, Regen
6./7.	3		W stark	16	klar
7.	2,5		W stark	24,5	fast unbewölkt
7./8.	1,5			11	
8.	3		W mässig	26	Cirrus
8./9.	1		fast windstill	12,5	Cirrus
9.	1		S stark	30	Cirrus
9./10.	1,5		fast windstill	16	
10.	2			27	am Horizont Stratus, sonst einzelne Cirrus
10./11.	2		W	14,5	klar
11.	2		NW	23,5	klar
11./12.	2,5			10	
12.	2,5		NW mässig	22,5	fast unbewölkt
12./13.	4,5			9,5	
13.	4			23,5	fast unbewölkt
13./14.	3,5			11,5	
14.	1,5		N schwach	26	klar
14./15.	4,5			11,5	
15.	2,5		NW	27,5	klar
15./16.	2,5			13,5	
16.	1		S	29	Nachmittag bewölkt
16./17.	3,5			14	klar
17.	4		N	26,5	Nachmittag bewölkt
17./18.	3			14,5	
18.	1,5		NW	29	Cirrus
18./19.	3,5			16	klar
19.	0		NW schwach	30	klar
19./20.	6,5		NW	15	Thau
21./22.	4		NW	13	klar, Thau
(Hais)					
22./23.	5		NW	16	klar
23.	2,5		NW	32,5	klar

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
April					
23./24.	2			15,5	
24.	1		NW schwach	35	klar
24./25.	1		NW stark	18,5	klar
25.	3		NW schwach	36,5	Nachmittag Cirrus
25./26.	4			18	
26.	0,5		NW	33,5	gegen Mittag bewölkt
26./27.	6		NW stark	16,5	bewölkt, Thau
27.	5		NW	30,5	klar
27./28.	3			16	
28.	2		NW	29	Nachmittag bewölkt
28./29.	2			20	bewölkt
29.	3		NW	31	ziemlich unbewölkt
29./30.	5,5			14	Thau
30.	4		NW	27,3	Nachmittag bewölkt
30./1. M.	6			15,5	bewölkt
Mai					
1./2. (Mendischeh)	4			12	

6 Zwischen der Kleinen Oase und dem Nilthale bei Samalüt:

2./3. (Quelle Ain Geld, mit wenig Vegetation)	1		NO	16	fast unbewölkt
3./4.	4,5		NO stark	14	fast unbewölkt
4./5.	6		NO stark	14	fast unbewölkt, Thau
5./6.	5,5		NO stark	14,5	klar, schwacher Thau

7. Cairo:

9.	4	15		35,8	klar
9./10.	8	49		21,4	
10.	1	18		36,1	klar
12.	1	10		40,0	klar
12./13.	1	58		20,5	klar

Datum	Ozon nach der 10theiligen Scala	Relative Feuchtigkeit p. Ct.	Wind-Richtung und Stärke	Temperatur Grad Celsius	Himmelsansicht und Niederschläge
Mai					
13.	3,5	28	Chamsin	32,1	schwacher Regen am Nachmittag
13./14.	6	77	N	20,0	starker Regen
14.	5	43	N	25,0	Morgens u. Abends Regen
14./15.	5	73	N	15,0	
15.	3,5	84	N	27,1	
15./16.	4,5	92	N	15,3	Regen
16.	3,5	34		31,4	Vormittag u. Nachmittag einige Regentropfen
16./17.	1,5	70		20,0	
18.	0,5	23		40,0	

Aus den in dieser Tabelle mitgetheilten Zahlen ergibt sich zunächst in Uebereinstimmung mit Zittel ein durchweg grösserer Ozongehalt der Luft in der Nacht als am Tage. Wenn wir die oben besprochenen abnorm grossen Unterschiede in Fajûm (Mittel aus 7 Nachtbeobachtungen 3,36; aus 5 Tagbeobachtungen 0,90) ausser Acht lassen, so betragen diese Zahlen für

Benisuëf	Nacht:	Mittel aus 5 Beobachtungen	3,80,
"	Tag:	" " 4	" 2,25.
Die Kleine Oase	Nacht:	" " 28	" 3,125,
"	Tag:	" " 26	" 2,29.
Cairo	Nacht:	" " 6	" 3,50,
"	Tag:	" " 7	" 2,80.

Wenn wir die Beziehungen der Ozon-Reaction zu den meteorologischen Bedingungen erforschen wollen, so tritt uns allerdings die Unvollständigkeit der Aufzeichnungen über Feuchtigkeit, Bewölkung und Windverhältnisse störend

entgegen. So viel ist indess ersichtlich, dass bei Windstille stets niedrige Zahlen notirt sind. Die höchsten Zahlen fallen auf die Windrichtung N.W., einmal auch N.O.; die Richtungen aus der südlichen Hälfte der Windrose erreichen nur einmal, in der Nacht vom 29./30. März 4, sonst höchstens 2,5. Allerdings kommen auch bei nördlichen Windrichtungen häufig ebenso niedrige Zahlen vor. Die beiden Male, wo gar keine Reaction bemerkt werden konnte, sonderbarer Weise am 19. März und 19. April, herrschte schwacher W. und N.W. Bei bedecktem wie bei unbewölktem Himmel finden sich niedrige und hohe Zahlen notirt; die beiden erwähnten Fälle völlig fehlender Reaction wurden, die eine bei theilweise, die andere bei völlig klarem Himmel beobachtet. In der Nacht vom 29./30. März und am 6. April, an welchen so reichlicher Tropfenfall stattfand, dass man denselben wohl Regen nennen konnte, wurde die relativ nicht unbeträchtliche Nummer 4 notirt und in Cairo in der Nacht vom 13./14. Mai, sowie am 14. selbst, an denen der Regenfall auch nach europäischen Begriffen ziemlich reichlich war, sogar 6 resp. 5.

Die höchsten Zahlen, 5 und mehr, selten nur 4, wurden, wie von Zittel stets auch von mir nach thaureichen Nächten aufgezeichnet, nach denen am Morgen die Reagenzstreifen bereits gefärbt vorgefunden wurden (eine Erscheinung, die auf dem Meere nie vermisst wurde). Ich muss daher Zittel's Ansicht beitreten, dass die Condensation des Wasserdampfes, ebensowohl als die Verdunstung, eine Quelle für Ozon abgibt. Die beträchtliche Reaction an Regentagen könnte wohl auch durch die Verdunstung erklärt werden. Ich gestehe, dass ich Anfangs den Verdacht hegte, dass die Benetzung der Reagenzpapiere durch Thau an und für sich schon die Reaction vermehre. Nach einem in Berlin nach meiner Rückkehr angestellten Versuche scheint mir indess diese Annahme nicht gerechtfertigt, da bei gleich-

zeitiger Exposition eines trocknen und eines absichtlich mit Brunnenwasser angefeuchteten Streifens letzterer eine etwas schwächere Färbung zeigte.

Ich komme nun zu dem Ergebnisse der Zittel'schen Beobachtungen, welches, weil durchaus unerwartet, auch über die fachwissenschaftlichen Kreise hinaus das grösste Aufsehen erregt hat; ich meine den von ihm beobachteten grösseren Ozongehalt in der Luft der Wüste in Vergleich mit der der Culturlandschaften. Aus meinen Beobachtungen würde sich ein solches Resultat nicht ergeben, wobei allerdings zu bemerken ist, dass unter denselben die Zahl der in der Wüste gemachten Aufzeichnungen einen noch kleineren Bruchtheil darstellt als die Notirungen im Culturterrain in Zittel's Beobachtungsreihe, während die von mir im Culturlande gemachten Nachtbeobachtungen (die selbstverständlich allein zum Vergleich mit den Notirungen in der Wüste heranzuziehen sind) ein ziemlich übereinstimmendes Resultat ergeben:

Benisuéf	3,80
Fajûm	3,36
Kleine Oase . . .	3,125
Cairo	3,50

bleibt das Mittel der 6 Beobachtungen in der Wüste zwischen Fajûm und der Oase mit 2,25 unter denen des Culturlandes, während das von 4 Beobachtungen in der Wüste zwischen der Oase und Samalût mit 4,25 sich etwas über dieselben erhebt. Das Gesamtmittel aus allen 10 Wüstenbeobachtungen würde 3,05 betragen, also immer noch unter dem niedrigsten Mittel des Culturlandes bleiben.

Ein ganz ähnliches Ergebniss lässt sich übrigens auch aus Zittel's Beobachtungen auf den allerdings kleineren Wüstenstrecken ableiten, welche wir gemeinschaftlich in der zweiten Hälfte des März 1874 durchzogen.

Die zwischen Dachel und Chargeh aus 3 Beobachtungen erhaltene Mittelzahl 3,66 und das aus 2 Beobachtungen zwischen Chargeh und Esneh gezogene Mittel 4,3 weichen nicht erheblich von den um dieselbe Zeit in Dachel (4), Chargeh (3,66) und Esneh (3) erhaltenen Mitteln ab.

Der überraschende Ozonreichtum der Wüstenluft beschränkt sich daher, wie Zittel mit Recht hervorgehoben hat, auf die Wintermonate Januar und Februar.

Wir werden schwerlich irren, wenn wir die auffällige Uebereinstimmung in der Ozon-Reaction der Luft der nackten Wüste Nord-Afrika's und der Wälder Mittel-Europa's auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückführen, welche ich in der reichlichen Thaubildung an beiden Localitäten zu finden glaube, die freilich hier und dort aus ganz verschiedenen Ursachen zu Stande kommt. In der Wüste sind es die in jener Jahreszeit so auffallend kalten Nächte, welche trotz des nur mässigen absoluten Dampfgehaltes die Ueberschreitung des Thaupunktes veranlassen; in unsern Wäldern ist, wie Ebermayer gewiss mit Recht bemerkt, die reichliche Feuchtigkeit die Quelle des Thau's und mittelbar des Ozon's. Es steht mit dieser Anschauungsweise in gutem Einklange, dass der Ozongehalt im Innern des Waldes geringer ist als in seiner Nähe auf freiem Felde; an letzterer Oertlichkeit, welche noch an der Feuchtigkeit der Waldluft Theil nimmt, kann durch die ungehemmte Strahlung eine stärkere Abkühlung und deshalb eine reichlichere Thaubildung stattfinden, während innerhalb des Waldes die Strahlung in den Baumkronen ein Hinderniss findet.

Jedenfalls dürfte es erwünscht sein, über den Ozongehalt der Luft in Nord-Afrika, welcher bisher immerhin nur für die kleinere Hälfte des Jahres bekannt geworden ist, ausgedehntere Beobachtungsreihen zu erhalten.

Dr. W. Reil in Cairo, der verdienstvolle Begründer des Bades Heluân, hat während seines mehrjährigen Aufenthaltes an diesem mehrere Kilometer ausserhalb des Nilbodens gelegenen Orte derartige Beobachtungen in grosser Zahl gemacht, durch deren Veröffentlichung er sich ein grosses Verdienst um diesen jungen Zweig der Meteorologie erwerben würde.
