

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band. IV. Jahrgang 1874.



München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1874.

In Commission bei G. Franz.

Herr Zittel theilt mit:

„Beobachtungen über Ozon in der Luft der libyschen Wüste.“

Während eines mehrmonatlichen Aufenthaltes in der libyschen Wüste hatte ich Gelegenheit Beobachtungen über den Ozongehalt der Atmosphäre anzustellen.

Die Anregung zu diesen Untersuchungen erhielt ich von Herrn Professor Beetz, durch dessen gütige Vermittlung ich auch am 10. Januar zu Gasr Dachel in Besitz einer Schachtel mit Jodkaliumstärke-Papier, welche in Basel frisch hergestellt worden waren, sowie einer zehnteiligen Schönbein'schen ozonometrischen Skala gelangte.

Meine Aufzeichnungen erstrecken sich über den Zeitraum vom 11. Januar bis 5. April. Während der Nacht konnten die Reagenzpapiere ziemlich regelmässig exponirt werden; am Tage dagegen liess sich während des Marsches kein geeigneter, vor den directen Sonnenstrahlen geschützter Ort zur Anheftung der Papierstreifen ausfindig machen, es mussten daher die Tagesbeobachtungen auf solche Stationen beschränkt bleiben, wo die Expedition längere Zeit verweilte. In der offenen Wüste wurden die Papiere Abends mittelst eines Nagels ungefähr 2 Fuss über dem Boden an einer Kiste befestigt und Sorge getragen, dass diese Kiste dem freien Luftzug möglichst ausgesetzt war. Die Exposition dauerte 12 Stunden und zwar je nach den Umständen von 6—8 Uhr Abends bis zu den gleichen Stunden am anderen Morgen. Ausser den Beobachtungen in der Wüste enthält die beifolgende Tabelle noch solche aus den Oasen Dachel, Siuah, Chargeh und aus Esneh im Nilthal.

In Gasr Dachel bewohnten wir ein an der Peripherie der Stadt gelegenes Haus; hier diente eine nach Norden gerichtete Fensteröffnung, zu welcher der Wüstenwind ungehindert Zutritt hatte, als meteorologisches Observatorium. In Siuah lag unser Wohnhaus in dem Karawanseraï, einem grossen freien Platz am Fusse des Städtchens. In Chargeh hatten wir unsere Zelte in einem Palmengarten unmittelbar neben dem Dorf aufgeschlagen, und zu Esneh fanden sich auf dem Dach der zwischen Gärten am Ufer des Nils gelegenen viceköniglichen Villa geeignete Stellen zur Befestigung der Reagenzblättchen.

Während unserer Nilfahrt musste ich auf ozonometrische Beobachtungen verzichten, dagegen hatte ich Gelegenheit während der Seereise zwischen Alexandria und Messina den Ozongehalt der Luft zu prüfen.

Zum Eintauchen der Reagenzstreifen vor dem Vergleiche mit der Skala konnte natürlich nur gewöhnliches, in der Beschaffenheit ziemlich verschiedenes Trinkwasser verwendet werden.

Den Missetand, dass die zehntheilige Schönbein'sche Skala hinsichtlich des Farbentones nicht mit dem charakteristischen Veilchenblau des Jodes übereinstimmt, habe ich oftmals unangenehm empfunden, allein abgesehen davon, dass mir die von Wernigh und Lender eingeführte 16 gradige Skala nicht zur Verfügung stand, hat ihre Verwendung, wegen der erforderlichen Reductionsberechnung gegen andere Beobachtungen, welchen meist die Schönbein'sche Skala zu Grunde liegt, erhebliche Schattenseiten.

In der beifolgenden Zusammenstellung habe ich die Nachtbeobachtungen von denen am Tag geschieden; ebenso wurden die in freier Wüste angestellten gesondert von den aus den Oasen oder dem Nilthal herrührenden angeführt. Bei den innigen Beziehungen zwischen Feuchtigkeit, Windrichtung und Ozongehalt der Luft schien es mir wünschens-

werth aus dem von Hofrath Rohlfs geführten meteorologischen Reise-Journal die erforderlichen Daten beizufügen.

Auf mein Ansuchen hat sich Herr Dr. Gerhard Rohlfs dieser Mühe mit grösster Bereitwilligkeit unterzogen.¹⁾

A. Nachtbeobachtungen.

(Expositionszeit 12 Stunden.)

1. Oase Dachel.

1874. Jan.	Ozon nach der zehnthiligen Skala.	Luftfeuchtigkeit		Windrichtung in der Nacht.	Minimal- Temperat. vor Sonnen- aufgang.	Beschaffenheit des Himmels.
		Abd.	Mg.			
12/13	5,5	62	79	NW	+ 7° C	klar.
13/14	4	54	57	NW	+ 9° C	bewölkt.
14/15	4	54	57	N	11	bewölkt (am 15. einige Regentropfen).
15/16	4	53	70	NW	12	klar.
16/17	5	65	73	NW	12	klar.
17/18	5,5	69	76	N	10	klar.
18/19	5,5	62	73	Windstill	9	klar.
19/20	4	52	60	Windstill	13	mit Staub bedeckt.
20/21	4	55	66	SO m. Samum	11	mit Staub bedeckt.

2. In der Wüste.

		(In Gasr) ²⁾		(In Gasr)		
23/24	8	65	—	W (stark)	+ 4°	klar, starker Thau.
24/25	7,5	65	94	NW	+ 4°	dtto.
25/26	6,5	63	78	W	+ 1,5°	klar, Thau mässig.
26/27	6,5	62	69	W	+ 1°	klar, starker Thau.
27/28	8	67	93	W (stark)	+ 0,5°	
28/29	7	66	92	SW	+ 2°	klar, schw. Thau.
29/30	5	50	89	S	+ 5	bewölkt.
30/31	wegen heftig. Südwinde keine Beobachtung.	48	56	SW Morg.	+ 12	durch Sand stark getrübt.
31/1 F.	6,5	74	72	NW	+ 1½°	klar.

1) Die Luftfeuchtigkeit wurde mittelst eines hundertheiligen Hygrometers von Secrétan in Paris, die Maximal-Temperatur Mittags durch Schlender-Thermometer von Baudin in Paris bestimmt.

2) Die Beobachtungen über Luftfeuchtigkeit wurden zwischen dem 23. und 27. Jan. von Rohlfs in Gasr Dachel gemacht.

1874. Febr.	Ozon nach der zehnteiligen Skala.	Luft- feuchtig- keit		Wind- richtung in der Nacht.	Minimal- Temperat. vor Sonnen- aufgang.	Beschaffenheit des Himmels.
		Abd.	Mg.			
1/2	4,5	55	56	W	+ 10°	sehr bew. etw. Regen.
2/3	8	86	93	N	+ 11,5°	Regen.
3/4	wegen Regen keine Beob- achtung.	93	96	NW	+ 8°	Regen.
4/5	8,5	92	95	N	+ 5°	ganz klar.
5/6	8,5	55	90	NW	+ 2°	klar, stark. Thau.
6/7	8,5	90	93	NNW	+ 2°	"
7/8	8,5	90	96	NNW	- 1°	schw. bew. st. Reif.
8/9	8,5	62	96	Windstill	- 2°	klar, Reif.
9/10	8	65	96	NNW	0°	"
10/11	7	49	96	—	- 4°	Cirruswolken.
11/12	5,5	40	70	SW		schwach bewölkt.
12/13	5,5	68	68	S	+ 5,5°	bewölkt.
13/14	9	64	80	N	- 4°	klar, Reif.
14/15	8	50	80	N	- 2,5°	schwach bewölkt.
15/16	7,5	52,5	95	O	- 5°	"
16/17	8	60	95	O	- 2,8°	klar.
17/18	8,5	55	95	O	+ 1°	klar, stark. Thau.
18/19	7,5	63	90	N	+ 3°	klar.
19/20	7,5	55	90	N	+ 4°	schwach bewölkt.

3. In Sinah.

20/21		55	90	O	+ 8°	klar.
21/22		55	64	Windstill	+ 6°	klar.
22/23	5,5	52	84	dtto.	+ 10°	klar.
23/24	4	52	80	W	+ 9°	stark bewölkt.
24/25	4	65	87	Windstill	+ 7°	etwas bewölkt.

4. In der Wüste.

25/26	6 in der Nähe eines Salzsees.	60	85	SO	1,5°	klar.
26/27	5,5	49	63	SO	+ 11°	stark bewölkt.
27/28	7	70	93	W	+ 4°	klar.
28/1 M.	8	68	93	NW	- 2°	klar.

1874. März	Ozon nach der zehnteiligen Skala.	Luft- feuchtigkeit		Wind- richtung in der Nacht.	Minimal- Temperat. vor Sonnen- aufgang.	Beschaffenheit des Himmels.
		Abd.	Mg.			
1/2	5 (am Salzsee Sitra.)	57	71	N	+ 6°	stark bewölkt.
2/3	2,5	85	47	SO	+ 14°	"
3/4	8	88	57	Chams. SO	+ 12°	"
4/5	8,5	76	97	Cham. NW	+ 8°	klar, stark. Thau.
5/6	8	57	92	NW	0°	"
6/7	5	56	62	SO	+ 7°	klar.
7/8	5	42	82	SW	0°	klar.
8/9	5 (bei Farafreh)	38	72	N	0°	klar.

5. In der Oase Dachel.

17/18	4 (Lagerplatz im Freien.)	55	75	N	3°	klar.
18/19	6 (bei Muth)	58	72	NW (stark)	+ 3°	klar.
19/20	2 (bei Balat.)	60	75	N	- 4°	durch Sand getr.

6. In der Wüste.

20/21	2	37	24	NW	+ 6°	st. bew. (in der Nacht schwache Regentr.)
21/22	5	45	84	NW	+ 4°	klar, (etwas durch Sand getrüb.)
22/23	4	42	69	NW	+ 13°	Luft d. Sand getr.

7. Im Palmengarten bei Chargh.

23/24	4	70	82	NW	+ 4°	klar.
24/25	3,5	65	76	S	+ 5°	"
25/26	3,5	49	62	S	+ 11°	"

8. In der Wüste.

26/27	3 wegen Samum k. Beobacht.	28	68	S (stark)	+ 13°	"
27/28		47	76	N (stark)	+ 5°	"
28/29	4,5	57	79	NW	+ 4°	"
29/30	4	40	40	NO	+ 6°	schwach bewölkt.
30/31	4,5	40	58	NW	+ 10°	klar.

9. In Esneh am Nil.

1874. April	Ozon nach der zehntheiligen Skala.	Luft- feuchtigkeit		Wind- richtung in der Nacht.	Minimal. Temperat. vor Sonnen- aufgang.	Beschaffenheit des Himmels.
		Abd.	Mg.			
31/1	3	54		NW		klar.
1/2	3			NW		"
2/3	3			NW		"
3/4	3			NW		"
4/5	3			NW		"

10. Auf dem Mittelmeer zwischen Alexandria und Messina.

22/23	7,5			NW		schön.
23/24	8,5			NW		"

B. Tagesbeobachtungen.

von Sonnen-Aufgang bis Sonnen-Untergang.

(Expositionszeit 12 Stunden).

1. In Dachel.

1874. Jan.	Ozon nach der zehntheiligen Skala.	Luft- feuchtig- keit Mittags.	Wind- richtung.	Maximal- Temperat.	Beschaffenheit des Himmels.
11	4,5	8 Uhr Nachm. 62	NW	18	
12	3,5	52	NW	18,5	
13	3,5	51	NW	21	
14	4	50	NW	19	
15	4	50	N	22	
17	4	56	N	19	klar.
18	4	—	Windstill	—	„
19	3,5	52	dtto.	19	Schleier.
20	4	59	SO	21	mit Staub bedeckt.
21	3	60	Windstill	19	„

2. In der Wüste.

29	6	—		21	klar,
----	---	---	--	----	-------

3. In Siuah.

Febr. 1874.	Ozon nach der zehntheiligen Skala.	Luft- feuchtig- keit Mittags.	Wind- richtung.	Maximal- Temperat.	Beschaffenheit des Himmels.
23	4	57	W	18	Cumulus.
24	4	65	Windstill	17	Stratus.

4. Auf dem Mittelmeer zwischen Alexandria und Messina.

Apr. 24 | 7,5 | — | ' | |

Die vorstehende Zusammenstellung ergibt zunächst, dass der Ozongehalt der Luft in der Wüste ein erheblich grösserer ist, als in den Oasen und im Nilthal. Meine Beobachtungen während unseres Aufenthaltes in der Wüste vertheilen sich auf vier verschiedene Zeiträume. Der erste und längste beginnt am 23. Jan. und endet am 20. Febr. Wir befanden uns während dieser Zeit zwischen den Oasen Dachel und Siuah in fast absolut vegetationslosem Gebiet. Bis zum 7. Januar bildete naktes Gestein (nubischer Sandstein), zuweilen von Dünenketten durchzogen den Boden der Wüste; von da an begann ein unermessliches Sandmeer, welches im Norden erst von der Oase Siuah begrenzt wird. Die Höhenlage des genannten Gebietes schwankt zwischen 0 und 300 Meter über dem Meeresspiegel und zwar bildet die zwischen dem 28. Januar und 10. Februar durchwanderte Strecke den höher gelegenen Theil der libyschen Hochebene; von da an dacht sich dieselbe allmählig ab, um bei Siuah wahrscheinlich einige Meter unter den Meeresspiegel herabzusinken.³⁾ Aus diesem ganzen Abschnitt liegen

3) Die definitive Berechnung der zahlreichen von Prof. Jordan in Siuah angestellten Barometermessungen ist noch nicht vollendet.

26 Nachtbeobachtungen und eine Tagesbeobachtung vor; (letztere ergab Nr. 6 der Schönbein'schen Skala); der höchste Ozongehalt (Nr. 9) zeigte sich in der Nacht vom 13. zum 14. Januar; der niedrigste (Nr. $4\frac{1}{3}$) vom 1. zum 2. Februar.

Als Mittel aller nächtlichen Beobachtungen ergibt sich für die genannte Periode ein Ozongehalt von Nr. 7,3 der Schönbein'schen Skala.

Der zweite Wüstenaufenthalt fällt zwischen den 25. Februar und 9. März. Vom 25. Februar bis 5. März folgten wir von Siuah nach Baharieh bis zum Salzsee von Sitra einer Karawanenstrasse, welche sich durch eine steinige, hie und da mit dürrtger Vegetation bedeckte Depression hinzieht. Von da bis Farafreh kreuzten wir ein fast ganz steriles wasserloses Kalksteinplateau. Während dieser Zeit zeigten die Papierstreifen ein einzigesmal die Färbung zwischen 8 und 9; anderseits sank die Reaction einmal bei starkem Südostwind auf nicht ganz No. 4 der Skala herab. Aus 12 Nachtbeobachtungen ergab sich eine Mittelnummer 5,7.

Zwischen den Oasen Dachel und Chargeh befindet sich ein steiniges, bis 500 Meter hohes Wüsten-Plateau mit höchst sporadischer Vegetation, welches wir zwischen dem 20. und 23. März durchwanderten. Meine 3 von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang exponirten Ozonpapiere ergaben No. 2, 5 und 4 also ein Mittel von 3,66. Einen etwas höheren Gehalt an Ozon schien die Luft an den letzten Tagen im März auf dem Plateau zwischen Chargeh und dem Nil zu besitzen. Ich erhielt als Mittel von drei Nachtbeobachtungen No. 4,3.

Während in der Wüste die Ozonreaction ansehnliche Schwankungen erkennen liess, zeigte sie sich in den Oasen etwas constanter.

In Dachel erhielt ich in der 2. Hälfte des Januar als Mittel aus 9 Nachtbeobachtungen Nr. 4,91; in Siuah Ende

Februar Nr. 4,5; in Dachel Mitte März Nr. 4; in Chargeh Ende März Nr. 3,66 und endlich im Nilthal bei Esneh im Anfang April Nr. 3.

Am Tag zeigte sich die Einwirkung auf die Reagenz-papiere stets etwas schwächer, als während der Nacht; so erhielt ich im Januar in Dachel aus 10 Beobachtungen am Tag im Mittel nur 3,8, während in derselben Zeit die Nachtbeobachtungen 4,91 ergaben, in Siuah Ende Februar Nachts Nr. 4, am Tag Nr. 4,5.

Aus obigen Beobachtungen glaube ich einige Folgerungen ableiten zu dürfen, welche mir nicht ohne Interesse zu sein scheinen.

Vergleicht man zunächst die in der Wüste erhaltenen Ozonreactionen mit jenen aus den Oasen und dem Nilthal, so ergibt sich das überraschende Resultat, dass in ersterer der Ozonreichtum der Luft ein erheblich grösserer ist, als in den bewohnten mit Vegetation und Wasser versehenen Gebieten. In der offenen Wüste zeigte sich im Januar und Februar ein mittlerer Ozongehalt von Nr. 7,3, während in den Oasen ungefähr um dieselbe Zeit als höchste Mittelzahl nur 4,91 beobachtet werden konnte. Die Wüste zeichnet sich indess nicht allein vor den Oasen und dem Nilthal durch ozonreichere Luft aus, sie stellt sich auch (wenigstens im Winter) den günstigsten Ozonstationen Europa's zur Seite.

Nach Ebermayer⁴⁾ schwankt der mittlere Ozongehalt in der jährlichen Periode an den bayerischen Waldstationen zwischen 7 und 8 und beträgt im Winter 8,36. — Aehnliche Zahlen wurden auf dem Meere (vergl. oben), am

4) Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden Band I, S. 242. Ich ergreife diese Gelegenheit um Herrn Forstrath Prof. Dr. Ebermayer meinen wärmsten Dank auszusprechen für die Gefälligkeit, mit welcher er mir durch Mittheilung von Literatur und freundlichem Rath die Orientirung in einem mir bis dahin wenig vertrauten Gebiete ermöglichte.

Meeresstrand von Norderney, zu Funchal auf Madeira (Prestel), an der Küste bei Sassnitz (Dr. Lender), in Emden (Prestel) auf der Insel Texel,⁵⁾ in der Nähe der Gradirhäuser von Kissingen,⁶⁾ im botanischen Garten von Erlangen neben einer Berieselungsmaschine (Gorup Besanez Annal. Chem. und Pharm. 161 S. 247), sowie auf hohen Bergen beobachtet. Dagegen ergeben sich für die in Städten gelegenen Observatorien durchweg geringere Jahresmittel, so für Aschaffenburg Nr. 6, für Leipzig 4,84 für Zwickau 2,59.

Dem unmittelbaren Vergleich dieser Jahresmittel mit den in der libyschen Wüste gewonnenen Zahlen steht übrigens ein Bedenken gegenüber. Man weiss, dass der atmosphärische Ozongehalt zu verschiedenen Jahreszeiten Schwankungen ausgesetzt ist und dass in Europa z. B. das Maximum auf die Monate März bis Juni, das Minimum auf Oktober bis November fällt.

Die beifolgende von Herrn Forstrath Ebermayer mitgetheilte Tabelle gibt eine Uebersicht der jährlichen periodischen Veränderungen im Ozongehalt der atmosphärischen Luft in Mitteleuropa.

Beobachtungs-Orte.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	Oktober.	Novemb.	Dezemb.
4 jährliche Mittel sämtlicher 6 Waldsta- tionen i. Bayern	8.39	8.18	8.55	8.00	7.68	7.75	7.33	7.87	7.44	8.25	8.55	8.36
Aschaffenburg. (5 jährl. Mittel).	6.38	6.02	7.19	7.20	7.03	7.07	6.89	6.43	6.35	6.43	5.90	6.80
Wien (18 jährl. Mittel).	4.5	5.1	5.2	5.2	5.3	5.4	5.3	5.1	4.2	3.6	4.0	4.3
Krakau (20 jährl. Mittel).	3.8	4.6	5.4	5.2	5.0	4.8	4.2	4.6	4.0	3.6	3.8	3.3
Emden an der Nordsee. (7 jährl. Mittel).	5.4	6.4	7.3	7.0	7.0	6.8	6.3	6.4	6.4	5.8	4.9	4.8
			Maximum.						Minimum.			

5) Huizinga Journal für prakt. Chemie 102 S. 201.

6) Lender in Götschen's deutsche Klinik 1872 No. 19.

Auch in der libyschen Wüste scheinen ähnliche Schwankungen vorzukommen, nur nehmen sie offenbar einen anderen Verlauf, als in Europa. So liess sich vom Januar bis April eine Abnahme des Ozongehaltes der Luft constatiren, welche ein auf die Wintermonate fallendes Maximum wahrscheinlich macht, allein meine Beobachtungen erstreckten sich über einen zu kurzen Zeitraum, um ein sicheres Urtheil über die Periode des Maximums und Minimums zu gestatten.

Neben der constanten, offenbar mit der Jahreszeit zusammenhängenden Veränderung des atmosphärischen Ozongehaltes in der Wüste, fallen bei Durchsicht der Tabelle die zuweilen von einem zum anderen Tage eintretenden, sehr bedeutende Schwankungen ins Auge. Wir hatten z. B. am Morgen des vierten März No. 3, am Morgen des fünften März No. 8,5 der Schönbein'schen Skala, ohne dass in der Höhenlage, in den Terrain- oder Vegetationsverhältnissen irgend eine nennenswerthe Aenderung eingetreten wäre. Hier müssen also Ursachen wirken, welche von diesen Verhältnissen völlig unabhängig sind und diese Ursachen wird man am natürlichsten in meteorologischen Zuständen, in der Beschaffenheit des Himmels, in der Windrichtung, in den Feuchtigkeitsverhältnissen und in der hiermit zusammenhängenden Verdunstung oder Condensirung von Wasserdampf zu suchen haben.

Die dunkelste Färbung der Reagenzpapiere fand stets statt bei vollkommen klarem Himmel, bei starkem Thau oder Reif und bei nordwestlicher und westlicher Windrichtung. War der Himmel bewölkt, so zeigte sich regelmässig eine geringere Ozonreaction, aber gleichzeitig fehlte auch der Thau; die schwächste Färbung stellte sich ein während oder unmittelbar nach einem aus Süd oder Südost kommenden Samum.

Man hat vielfach die Erfahrung gemacht, dass im Allgemeinen bewegte Luft ozonreicher sei, als stille;⁷⁾ allein dieser Satz dürfte nur relative Richtigkeit besitzen. Nach windstillen Nächten fand ich öfters an klaren, thaureichen Morgen No. 7—8, während zuweilen bei heftigem Südoststurm nur No. 2—3 erreicht wurde. Es dürfte demnach in erster Linie die Beschaffenheit und erst in zweiter die Stärke der Luftströmungen einen entscheidenden Einfluss auf den Ozongehalt ausüben.

Als eine wichtige Ozonquelle wurde von mehreren Seiten die Vegetation, namentlich die Wälder angesehen. Schönbein hatte die Vermuthung ausgesprochen, dass Nadelhölzer grössere Mengen von Ozon erzeugten, als Laubhölzer. Ebermayer⁸⁾ konnte sich trotz vielfacher Beobachtungen nicht von der Richtigkeit dieser Annahme überzeugen, allein er gelangte zum Resultat, dass Luft im Walde und in der Nähe desselben auf unbewaldeter Fläche sich weit ozonreicher zeige, als in solchen Gegenden, die von grösseren Wäldern weit entfernt liegen. Es entging ihm jedoch nicht, dass der Ozongehalt der Luft im Innern geschlossener Holzbestände nicht grösser, sondern im Gegentheil etwas kleiner sei, als auf dem in der nächsten Umgebung der Wälder befindlichen freien Felde. Ebenso bemerkte Ebermayer, dass an allen walddreichen Orten die Luft im Winter ozonreicher als im Sommer sei, dass also der Wald als solcher durch seine Blätter keinen direkten Einfluss ausüben, sondern höchst wahrscheinlich nur durch seine grössere Feuchtigkeit mittelbar als Ozonquelle betrachtet werden könne.⁹⁾

7) Lender a. a. O. S. 7.

8) a. angef. Ort. S. 241, 42.

9) Jelinek und Hann Zeitschrift der österr. Ges. für Meteorologie VIII Nr. 23 S. 356.

Meine Beobachtungen in der libyschen Wüste scheinen die Ansicht zu bekräftigen, dass zwischen Vegetation und Ozongehalt der Luft kein unmittelbarer Zusammenhang existiert, ja dass unter Umständen sogar eine mit Pflanzendecke versehene Gegend wegen der zahlreichen verwesenden und zugleich Ozon verzehrenden Stoffe geringere Mengen von Ozon aufweisen kann, als völlig vegetationslose Gegenden. Der Umstand, dass in den Oasen und im Nilthal eine viel schwächere Ozonreaction zu bemerken war, als in der Wüste und auf offener See scheint mindestens für keinen besonders wirksamen und günstigen Einfluss der Vegetation zu sprechen.

Wenn man meine in der Wüste angestellten Beobachtungen überblickt, so zeigt sich, dass die stärkste Reaction vorzugsweise an klaren Tagen bei starkem Thaufall oder Reif eintrat und dass jedenfalls bei starker Färbung der Reagenzpapiere das Hygrometer am Morgen eine bedeutende Feuchtigkeit anzeigte.

Der Thau spielt in der beinahe regenlosen libyschen Wüste eine wichtige Rolle als Ernährer der freilich sehr dürftigen Wüsten-Vegetation. Während der kühleren Monate (Dezember, Januar und Februar) fällt er in so ungewöhnlicher Stärke, dass häufig unsere Zelte ganz durchnässt waren und der felsige Boden, wie nach frischem Regen befeuchtet erschien.

Dass bei feuchter Atmosphäre häufig auch ein erhöhter Ozongehalt bemerkbar wird, haben zahlreiche Beobachter festgestellt. In der libyschen Wüste bringen die vom Mittelmeer kommenden Nord- und Nordwestwinde Feuchtigkeit, während die aus dem heissen Sudan kommenden, über weite wasserlose Gegenden hinstreichenden Süd- und Südostwinde die Luft austrocknen. Bei südlicher oder südöstlicher Windrichtung zeigte sich auch regelmässig ein sehr geringer

Ozongehalt; während bei entgegengesetzter Luftströmung die mit Wasserdampf fast gesättigte Atmosphäre starken Thau oder Reif und gleichzeitig kräftige Ozonreaction verursachte.

Die von Rohlf's sowohl bei früheren Reisen, als auch während unserer Expedition angestellten Hygrometerbeobachtungen ergeben, dass die Luftfeuchtigkeit in der Wüste um die Mittagszeit weitaus am geringsten ist und daraus dürfte sich auch die am Tage schwächere Ozonreaction erklären lassen. In Europa zeigt sich nicht selten das entgegengesetzte Verhältniss; nämlich am Tage ein grösserer Ozongehalt, als bei Nacht.

Ein nothwendiger causaler Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit und Ozonmenge der Atmosphäre scheint übrigens doch nicht zu bestehen, denn man weiss, dass bei starkem Nebel die Luft meist ozonfrei ist. Auch bei bedecktem Himmel oder unmittelbar vor den seltenen Regenfällen während unserer Wüstenreise erhielt ich immer nur schwach gefärbte Reagenzpapiere. Es scheint demnach weniger auf die Menge als auf Beschaffenheit des in der Luft vertheilten Wassers anzukommen.

Durch Beobachtungen in der Nähe der Kissinger Gradirhäuser wurde Dr. Lender zu dem Schlusse veranlasst, dass die rasche Verdunstung von Wasser, namentlich von concentrirten, salzreichen Lösungen von einer reichlichen Ozoneerzeugung begleitet sei. Experimentelle Versuche, von Dr. Lender angestellt, sowie die Thatsache, dass am Meer in der Regel kräftige Ozonreaction bemerkt wird, konnten als weitere Belege für diese Vermuthung angeführt werden. Auch H. Struve in Tiflis behauptet, nach einer Mittheilung Prestels,¹⁰⁾ auf Grund

10) Prestel die Winde in ihrer Beziehung zur Salubrität und Morbilität. Emden 1872.

specieller Untersuchung, dass Salzwasser unter gleichen Bedingungen mehr Ozon bilde, als Süßwasser.

Dieser Annahme tritt Gorup Besanez entgegen. Nach ihm ist der hohe Ozongehalt in der Nähe der Kissinger Gradirhäuser nicht auf Rechnung der specifischen Beschaffenheit der wässerigen Lösung zu setzen, sondern der hochgesteigerten Wasserverdunstung überhaupt zuzuschreiben. Mancherlei Thatsachen scheinen für diese Ansicht zu sprechen. Die bayerischen Waldstationen übertreffen nach Ebermayer's Zusammenstellungen an Ozonreichthum die meisten am Meeresstrand gelegenen Beobachtungsorte. Ebenso hat Prestel auf hohen Bergspitzen in der Schweiz, wo eine ausserordentlich starke Verdunstung stattfindet, nach ganz kurzer Exposition zuweilen No. 8—9 der Schönbein'schen Skala erhalten, am Fusse des Giessbaches sogar nach 1 $\frac{1}{2}$ Stunden No. 9. Auch Herr Prof. von Siebold hat, wie er mir mittheilt, den charakteristischen Ozongeruch in ganz ungewöhnlicher Stärke am Rheinfluss von Schaffhausen wahrgenommen. Fernere Beobachtungen an Wasserfällen und Springbrunnen dürften sich zur weiteren Constatirung des Einflusses verdunstender Wassermassen auf den atmosphärischen Ozongehalt empfehlen.

Wenn nach Niederschlägen, wie Regen, Schnee und Hagel ein vermehrter Ozongehalt der Luft beobachtet wird, so lässt sich derselbe nach Obigem aus der energischen Wasserverdunstung erklären.

Anders verhält es sich beim Thau oder Reif.

Meine Reagenzpapiere waren in thaureichen Nächten schon längst vor Sonnenaufgang intensiv gefärbt, also noch ehe die starke Verdunstung begonnen hatte. Es scheint demnach, dass nicht allein bei der Verdunstung, sondern auch bei der Condensirung von Wasserdampf Ozon erzeugt wird. Sollte vielleicht die beim Uebergang des einen

Aggregatzustandes in den andern entstehende Electricität Veranlassung zur Verwandlung des gewöhnlichen Sauerstoffs in Ozon bilden und sollte sich hieraus der ungewöhnlich hohe Ozongehalt der Luft, in welcher Wasser verdunstet oder sich zu Thau und Reif condensirt, erklären lassen?

Die weitere Prüfung dieser Vermuthung durch Physiker und Chemiker dürfte nicht ohne Interesse sein, denn die Ansichten über die Entstehung des atmosphärischen Ozons gehen bis jetzt noch weit auseinander.
