

**Untersuchung über die Zusammensetzung des Gases,
welches das Meerwasser in verschiedenen Tages-
zeiten enthält;
von B. Lewy *).**

Morren hat nachgewiesen, daß die Zusammensetzung der Luft in dem Meerwasser mit den Tageszeiten und dem Zustande der Atmosphäre sich ändert. So zeigte er, daß die Luft darin am Tage und im Sonnenschein weit mehr Sauerstoff enthält, als in der Nacht oder bei bedecktem Himmel. Die von ihm aufgefundenen Unterschiede sind höchst bedeutend; in 4,5 Liter Wasser fand er den Gehalt an Sauerstoff zwischen 29,7 und 53,6 Cubikcentimeter, ja in Lachen zwischen 20,78 bis 76,04 Cubikcentimeter.

Morren's Versuche wurden in den Monaten März, April und Mai ausgeführt; es schien mir interessant, auch das Gas im heißen Sommer zu untersuchen und um meine Versuche mit denen von Morren vergleichen zu können, habe ich das von ihm befolgte Verfahren angenommen.

Analysen der Luft im Meerwasser.

Die Versuche wurden zu Langrune (Département du Calvados) angestellt und das Wasser in der Nähe des Ufers, zur Zeit der Fluth, gesammelt, so daß man annehmen kann, daß es vollkommen gleichartig war. Das Auffangen des Wassers geschah des Morgens und des Abends zu denselben Stunden, und es wurde sogleich analysirt. Das Gefäß, dessen ich mich bei allen Versuchen bediente, faßte 4,45 Liter.

*) Annal. de Chim. et de Phys. 3. ser. T. XVII.

Ein Korkpfropfen, dessen unterer Theil kegelförmig zugeing, pafste in den Hals der Flasche und wurde mit ziemlich dickem Kautschuk bedeckt und durch Bänder fest darauf gedrückt. Ein gebogenes Glasrohr, von 6 — 7 Millimeter Durchmesser im Lichten, ging durch den Pfropfen und die Kautschukdecke, das andere Ende desselben ging in eine Schüssel von Steingut unter eine Glocke voll Wasser. Das Wasser wurde so lange kochend erhalten, als sich noch Gas entwickelte, was gewöhnlich nach 15 Minuten aufhörte. Nun wurde das Feuer entfernt, die Absorption des Wasserdampfes fand Statt und es blieb in der Flasche nur 0,25 — 0,50 C.C. Gas, was durch das zurückgetretene Wasser entwickelt wurde.

Auch beobachtete ich die von Morren empfohlene Vorsicht, in dem Kolben Wasser zu kochen, ehe ich mich seiner bediente, und liefs immer das Wasser in dem Kolben bis zu dem neuen Versuch.

In den folgenden Versuchen sammelte ich das Gas in vorher gekochtem Wasser auf, welches nachher erkaltet und mehrere Tage an der Luft geschüttelt worden war. Ohne diese Vorsicht enthält alles Wasser, wie ich beobachtete, ziemlich bedeutende Mengen von Kohlensäure, so das Wasser aus den Brunnen von Langrune bis 87 pC. Kohlensäure.

Nachdem alles Gas aus dem Wasser getrieben war, wurde die Kohlensäure durch einige Stücke von Kali absorbirt und das übrigbleibende Gas in den Volta'schen Eudiometer gebracht, wo ich es mit aller Vorsicht untersuchte.

Tabelle über die Analysen des Gases aus dem Meerwasser.

Datum.	Stunde am Tag.	Zustand des Himmels.	Wind.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.	Barometer.	Schwefelwasserstoffgehalt des Wass. *)			Volum des erhaltenen Gases.	Zusammensetz. des Gases.			Dasselbe in 100 Theilen.				
							4,45 Ltr.	In 1 Ltr.	Wass. *)		Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.		
1845.				°	°	m.	c.c.	c.c.	c.c.	c.c.	c.c.	c.c.	c.c.	c.c.	c.c.	Sauerstoff.	Stickstoff.	
26. August	5 U. 45	M.M.	Unbewölkt	S.W.	15,7	16,2	0,7651	1,55	0,35	86,4	11,9	25,0	49,5	13,7	33,5	52,8		
"	5 "	" A.	Sehr heiter	W.N.W.	17,8	17,6	0,7668	1,55	0,35	88,5	10,6	26,7	51,2	12,0	34,3	53,7		
27. "	3 "	" M.	Unbewölkt	N.	15,0	15,5	0,7677	1,17	0,26	88,7	14,8	24,5	49,4	16,6	33,1	50,3		
27. "	3 "	" A.	"	N.	17,3	17,9	0,7693	1,55	0,35	95,0	14,1	28,6	52,3	14,8	34,1	51,1		
1. Septbr.	6 "	" M.	"	O.	15,2	15,7	0,7683	1,17	0,26	95,6	15,5	26,2	53,9	16,4	32,8	51,0		
1. "	6 "	" A.	"	O.	16,5	16,8	0,7668	1,17	0,26	98,1	13,8	29,1	55,2	14,1	34,5	51,5		
12. "	5 "	" M.	Bedeckt	N.N.O.	16,7	15,5	0,7628	1,17	0,26	89,9	17,0	23,6	49,3	18,9	32,9	48,2		
12. "	5 "	" A.	Sehr heiter	N.	17,8	19,3	0,7628	1,55	0,35	93,0	16,0	25,8	51,2	17,2	33,5	49,3		
13. "	5 "	" M.	Bewölkt	S.O.	11,8	14,9	0,7628	1,55	0,35	89,9	17,5	23,5	48,9	19,4	32,6	48,1		

*) Die Bestimmung des Schwefelwasserstoffgehalts geschah nach der Methode von Dupasquier.

Man ersieht aus der vorhergehenden Tabelle, dafs meine Versuche mit denen von Hrn. Morren übereinstimmen. So ist der Sauerstoffgehalt bei Tage immer gröfser als bei Nacht, während der Kohlensäuregehalt sich umgekehrt verhält. Aber meine Zahlen weichen merklich von denen des Hrn. Morren ab. Während der Sauerstoffgehalt in meinen Versuchen zwischen 32,6 — 34,5 pC. schwankt, fand ihn Morren zwischen 31 und 39 pC. Da der Gehalt an Gas in dem Meerwasser nicht constant ist, so sagt man besser, dafs der Sauerstoffgehalt in 4,45 Liter zwischen 23,cc5 und 29,cc1 beträgt, oder nach Morren zwischen 29,cc7 und 53,cc6 in 4,5 Liter Wasser. Obgleich die Versuche von Morren in einer andern Jahreszeit angestellt wurden, glaube ich doch die grofse Verschiedenheit diesem Umstande nicht zuschreiben zu müssen.

Was den Kohlensäuregehalt betrifft, so fand ich ihn in 4,45 Liter Wasser zwischen 10,cc6 und 17,cc5 oder von 12,0 bis 19,4 pC., je nachdem die Sonne scheint oder nicht. Diese Aenderungen geschehen in umgekehrter Richtung von denen des Sauerstoffs, obgleich, wie schon Morren bemerkt hat, sich kein constantes Verhältnifs zeigt.

Der Stickstoffgehalt ändert sich in derselben Richtung wie der Sauerstoff und schwankte in 4,45 Liter Wasser zwischen 48,cc9 und 55,cc2, oder in Procenten zwischen 48,1 und 53,7, aber auch hierbei zeigte sich kein constantes Verhältnifs.

Es folgt ferner aus meinen Versuchen, dafs das Meerwasser immer eine gewisse Menge von Schwefelwasserstoff enthält, welche für das Liter zwischen 0,cc25 und 0,cc75 beträgt. Diese interessante Thatsache wurde schon von Daniell beobachtet, aber so viel ich weifs, wurde nur Wasser analysirt, was längere Zeit in Flaschen aufbewahrt worden war.

Analysen des Gases aus dem Wasser von Lachen.

An dem felsigen Ufer von Calvados zeigt das Meer, wie auch an andern Orten, sehr bedeutende Verschiedenheiten in der Erhebung.

Das Wasser war zu diesen Analysen aus verschiedenen Lachen gesammelt, die sich theils im Kalkfelsen, theils im Sande befanden und enthielt keine mit bloßem Auge wahrnehmbaren Geschöpfe.

Analyse des Gases aus Lachen mit grünen Algen.

Die Lache, aus der ich das Wasser nahm, befand sich in einem Felsen zwischen Saint-Aubin und Bernières und enthielt folgende Algen :

- 1) *Ulva linza*, Linn. (*Solenia linza*, Agardh).
- 2) *Ulva lactuca*, Linn. (*Ulva latissima*, Agardh).

Analyse des Gases aus Lachen mit braunen Algen.

Die Lache lag zwischen Langrune und Luc auf Kalkfelsen und enthielt folgende verschiedene Arten :

- 1) *Fucus vesiculosus*, Linn.
- 2) *Fucus serratus*, Linn.
- 3) *Hutchinsia nigrescens*, Agardh.
- 4) *Halidrys siliquosa*, Lyngbye.
- 5) *Chondrus polymorphus*, Lamouroux.
- 6) *Zonaria dichotoma*, Agardh.
- 7) *Ceramium rubrum*, Agardh.

In folgender Tabelle sind nun die Versuche enthalten.

Tabelle über die Analysen des Gases aus den Lachen, die grüne oder braune Algen enthalten.

Bezeichnung der Lache.	Datum.	Tageszeit.	Zustand des Himmels.	Wind.	Temperatur der Luft.	Temperatur des Wassers.	Barometer.	Schwefelwasserstoff im Liter Wasser.	Volum des Gases	Zusammensetzung des Gases.				Dasselbe in 100 Theilen.	
										Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
Lache mit grünen Algen	16. Sept.	4 U. 0 M. A.	Bedeckt	N.W.	16,8	17,5	0,7573	0,44	87,8	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
	17. "	5 " 0 " M.	"	W.S.W.	16,4	16,0	0,7576	0,35	81,8	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
	17. "	5 " 0 " A.	Heiter	S.W.	18,0	18,3	0,7581	0,39	93,1	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
Lache mit braunen Algen	18. "	5 " 35 " M.	Schön	S.W.	17,0	16,5	0,7590	0,35	94,4	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
	18. "	5 " 30 " A.	Heiter	S.W.	16,8	20,0	0,7576	0,44	98,0	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
	20. "	5 " 45 " M.	"	S.O.	11,5	11,6	0,7651	0,48	98,5	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
	20. "	5 " 45 " A.	S. schön	S.O.	15,0	15,5	0,7660	0,39	104,6	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.

Diese Versuche zeigen deutlich den Einfluss des Sonnenlichts auf die Vegetation, namentlich auf die grünen Materialien. In dem grüne Algen enthaltenden Wasser wechselt der Sauerstoffgehalt von 31,3 — 38,0 pC., während, wenn es braune Algen enthält, die Schwankungen zwischen 35,1 und 37,2 pC. Statt finden.

Was die Kohlensäuremenge betrifft, so stehen die Aenderungen damit im Verhältniß; in der Lache mit grünen Algen von 9,6 — 18,2 pC., in der andern aber von 15,1 — 17,9 pC. Ebenso zeigen diese Versuche, daß der Gehalt an Schwefelwasserstoff in diesen Lachen mit Algen weit größer ist, als in dem Meerwasser, oder in den Lachen ohne Vegetation. Im Mittel enthält, in dem ersten Falle, das Wasser in Liter 0,41 C.C., während es im zweiten Falle nur 0,31 C.C. gab.

Analysen des Wassers aus den Lachen, in denen Muscheln waren.

Die Lache, aus der ich das Wasser analysirte, lag auf den Kalkfelsen vor Lyon und enthielt keine Pflanzen, und von Thieren nur Muscheln.

Tabelle über die Analysen des Gases aus den Lachen, welche Muscheln enthielten.

Datum 1845.	Tageszeit.	Zustand des Himmels.	Wind.	Temperatur der Luft	Temperatur des Wassers.	Barometer.	Schwefelwasserstoff in 1 Liter.	Volumen des Gases.			Zusammensetz. des Gases.			Dasselbe in 100 Theilen.			Bemer- kungen.
											Kohlens.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	
13 Sept.	3 U. 30 M. A.	Unbewkt.	N.O.	18,1	21,3	0,7606	1,75	cc.	88,2	cc.	32,9	42,4	cc.	12,4	42,9	37,1	Die Lache war sehr groß u. das Wasser durchaus klar. Die L. war merklich klein. geworden. Die L. hatte abermals ab- genommen. Sie enth. nur wenig Was., nichtiganzklar u. etw. grünl.
14. "	3 " 30 " M.	Bedeckt	Still	13,5	15,0	0,7577	1,49	cc.	94,9	cc.	43,2	6,5	cc.	45,2	45,5	12,5	
18. "	5 " 15 " M.	Schön	S.W.	17,0	16,5	0,7590	1,40	cc.	105,3	cc.	48,2	6,8	cc.	50,3	45,7	12,0	
18. "	5 " 10 " A.	Unbewkt.	S.W.	16,8	20,0	0,7576	2,45	"	"	"	"	"	"	"	"	"	Die L. hatte abermals ab- genommen. Sie enth. nur wenig Was., nichtiganzklar u. etw. grünl.
19. "	5 " 0 " M.	Regen	W.S.W.	11,0	11,5	0,7615	3,76	cc.	111,9	cc.	51,0	4,1	cc.	56,8	45,7	6,7	
19. "	5 " 0 " A.	S. schön	W.	14,9	15,2	0,7647	7,34	cc.	116,8	cc.	59,9	0,7	cc.	56,2	51,3	1,2	
20. "	5 " 30 " M.	Unbewkt.	S.O.	11,2	11,6	0,7651	7,43	cc.	114,6	cc.	60,6	"	"	"	52,9	"	

*) Ich war aus Mangel an Hilfsmitteln genöthigt, mit der Kohlensäure zugleich den Schwefelwasserstoff durch Absorption durch Kalilauge zu bestimmen. Der Schwefelwasserstoff wurde außerdem vor dem Kochen nach der Methode von Dupasquier bestimmt.

Bei den vorhergehenden Versuchen tritt ein neues Phänomen ein. In den früheren Versuchen sahen wir den Gehalt an Sauerstoff mit der Intensität des Lichtes wachsen; nun aber verändert er sich innerhalb weiterer Gränzen, aber nur abhängig von dem Gehalt an Schwefelammonium, ja er verschwindet ganz.

Die Menge von Schwefelammonium im Wasser ändert sich sehr, ich fand zwischen 1,cc40 — 7,cc43 im Liter Wasser. Diese Erscheinung erklärt sich leicht, wenn man auf die Veränderung der Menge des Wassers in der Lache Rücksicht nimmt. Was die Entstehung des Schwefelammoniums betrifft, so erklärt sie sich leicht; thierische Materien verwandeln die schwefelsauren Alkalien des Meerwassers in Schwefelmetalle, die mit von der Fäulniß herrührendem kohlensaurem Ammoniak sich in kohlensaure Salze und Schwefelammonium umsetzen. In der That ist, wie ich fand, der Schwefelwasserstoff nicht frei in dem Wasser, sondern mit Ammoniak verbunden.

Die so bedeutende Menge des Schwefelammoniums geht zum großen Theil in die Luft über, und schon in beträchtlicher Entfernung von Lyon ist die Luft mit diesen übelriechenden Substanzen verpestet. Ich glaubte, daß dieß einen bedeutenden Einfluß auf die Sterblichkeitsverhältnisse haben müsse, was aber nach den Documenten nicht der Fall ist. Bekanntlich hat Daniell das ungesunde Klima gewisser Gegenden an der Küste von Afrika dem Gehalte der Atmosphäre an Schwefelammonium zugeschrieben. In einer andern Stadt von Frankreich, in Montfaucon, hat der so bedeutende Gehalt der Luft an Schwefelwasserstoff, wie es scheint, durchaus keinen Einfluß auf den Gesundheitszustand der Bewohner.

Es scheint, daß auf die Seethiere die Gegenwart von Schwefelwasserstoff keine schädlichen Wirkungen äufsert; wenigstens war die Lache in den beschriebenen Versuchen, selbst

dann noch mit lebenden Muscheln erfüllt, als schon der Sauerstoff völlig verschwunden war.

Aus den vorhergehenden Tabellen ergibt sich, dafs die Zusammensetzung der Luft im Meerwasser nur wenig sich ändert, doch ist der Gehalt an Sauerstoff bei Tage immer etwas gröfser als bei Nacht, während die Kohlensäure sich umgekehrt verhält.

Wir sahen, dafs das Meerwasser immer mefsbare Mengen von Schwefelwasserstoff, oder vielmehr von Schwefelammonium enthält.

Dagegen ist die Zusammensetzung der Luft in den Lachen sehr schwankend und abhängig von der Einwirkung der Sonne auf die Pflanzen, besonders die grünen, sowie von der Wirkung der thierischen Materie auf die im Meerwasser enthaltenen schwefelsauren Salze.

Im ersten Falle wird der Gehalt an Sauerstoff vermehrt, je nach der längeren Einwirkung des Lichts, im zweiten dagegen bildet sich Schwefelammonium und der Gehalt an Sauerstoff vermindert sich.

Der chemische Procefs der Respiration *);

Alle stickstofffreien und sauerstoffhaltigen Bestandtheile der Gewächse enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, sie enthalten ohne Ausnahme weniger Sauerstoff, als der darin enthaltene Kohlenstoff und Wasserstoff nöthig hätte, um in Kohlensäure und Wasser übergeführt zu werden.

*) Aus der dritten Auflage von Liebig's *Thierchemie*.