

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu **München.**

1872. Heft III.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1872.

In Commission bei G. Franz.

Mathematisch - physikalische Classe.

Nachträge zur Sitzung vom 7. December 1872.

Herr v. Pettenkofer sprach:

„Ueber den Kohlensäuregehalt der Grundluft im Geröllboden von München in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Zeiten.“

In der Decembersitzung des vorigen Jahres legte ich die Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt der Grundluft vom September 1870 bis November 1871 vor, es folgen hier nun die Beobachtungen über ein weiteres Jahr von November 1871 bis 1872. Im letzten Jahre wurde nur mehr in 2 Tiefen untersucht; 4 Meter und 1½ Meter unter der Oberfläche.

Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen			Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen		
Datum	¼ Meter tief	1½ Meter tief	Datum	¼ Meter tief	1½ Meter tief
1871			1871		
November 2.	6,359	5,441	December 5.	6,437	4,785
„ 7.	6,550	5,602	„ 13.	6,262	4,299
„ 10.	6,521	—	„ 16.	6,251	4,174
„ 13.	7,033	5,957	„ 19.	6,059	3,700
„ 16.	6,932	5,788	„ 27.	5,734	3,884
„ 20.	6,956	5,414	„ 30.	5,545	3,913
„ 23.	6,719	5,471	„ Mittel	6,048	4,125
„ 27.	6,678	5,167			
„ 30.	6,492	4,940			
„ Mittel	6,693	5,472			

Datum		Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen		Datum		Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen	
		4 Meter tief	1 1/2 Meter tief			4 Meter tief	1 1/2 Meter tief
1872				1872			
Januar	4.	5,557	3,705	Mai	2.	8,614	7,988
"	8.	5,479	3,205	"	4.	8,436	6,286
"	11.	5,453	3,363	"	8.	8,330	6,433
"	13.	5,250	3,641	"	11.	—	6,807
"	15.	5,262	3,748	"	13.	9,924	8,394
"	17.	5,266	3,887	"	16.	11,818	9,130
"	20.	5,354	4,229	"	22.	14,202	7,885
"	23.	5,271	4,176	"	24.	14,386	10,848
"	25.	5,306	4,187	"	27.	15,045	12,208
"	27.	5,226	4,054	"	29.	15,562	11,777
"	29.	5,151	4,003	"	Mittel	11,813	8,775
"	31.	5,176	4,177	Juni	1.	15,964	11,755
"	Mittel	5,312	3,864	"	4.	16,395	12,742
Februar	3.	5,203	4,322	"	6.	16,988	7,864
"	5.	5,194	4,571	"	7.	17,246	9,365
"	7.	5,218	4,610	"	11.	17,824	11,336
"	9.	5,215	4,644	"	13.	17,488	10,560
"	13.	5,310	4,574	"	17.	18,453	14,234
"	16.	5,386	4,844	"	20.	18,888	17,087
"	19.	5,314	4,099	"	22.	20,560	12,337
"	22.	5,417	4,325	"	25.	21,628	13,670
"	26.	5,680	2,445	"	28.	24,466	10,870
"	29.	5,757	3,331	"	Mittel	18,718	11,983
"	Mittel	5,369	4,176	Juli	1.	24,016	15,831
März	5.	6,236	2,660	"	4.	25,819	14,856
"	7.	6,358	3,179	"	6.	25,387	15,966
"	9.	6,464	2,916	"	8.	23,432	17,638
"	11.	6,497	3,217	"	10.	25,712	16,407
"	14.	6,548	4,342	"	12.	26,762	17,526
"	18.	6,529	4,842	"	15.	26,649	10,626
"	27.	7,232	4,017	"	18.	25,773	9,908
"	Mittel	6,552	3,593	"	20.	26,163	11,335
April	2.	7,371	3,124	"	22.	26,468	15,273
"	5.	7,467	3,282	"	25.	26,921	—
"	8.	7,446	4,889	"	27.	26,477	20,141
"	10.	7,348	5,683	"	29.	27,552	12,866
"	15.	7,637	6,235	"	31.	28,417	10,743
"	18.	7,901	6,852	"	Mittel	26,110	14,547
"	29.	7,949	6,591	August	3.	28,176	12,246
"	23.	8,302	6,620	"	8.	20,235	5,932
"	27.	8,296	6,134	"	11.	19,885	6,688
"	30.	8,534	7,007	"	15.	18,307	9,778
"	Mittel	7,825	5,641	"	19.	18,862	—

Datum	Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen		Datum	Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumtheilen	
	4 Meter tief	1 ¹ / ₂ Meter tief		4 Meter tief	1 ¹ / ₂ Meter tief
1872			1872		
August 23.	18,034	12,419	Oktober 3.	15,322	5,295
„ 26.	18,052	13,039	„ 5.	12,709	6,930
„ 29.	18,157	10,205	„ 8.	12,994	10,596
„ 31.	17,809	12,244	„ 10.	12,909	9,161
„ Mittel	19,724	10,308	„ 14.	12,143	9,253
September 2.	19,490	11,113	„ 16.	12,791	9,882
„ 7.	17,864	—	„ 18.	11,658	8,097
„ 11.	17,788	12,792	„ 21.	11,417	7,679
„ 14.	17,590	12,752	„ 23.	11,902	8,346
„ 15.	17,143	14,746	„ 25.	11,816	9,194
„ 19.	17,366	12,505	„ 28.	11,208	7,208
„ 21.	17,748	11,285	„ 29.	11,195	7,092
„ 25.	17,323	9,761	„ Mittel	12,338	8,227
„ 29.	13,288	4,456			
„ Mittel	17,288	11,156			

Uebersieht man diese Zahlen und diese Curven, so fällt zunächst auf, dass der zeitliche Rhythmus in den beiden Jahren, soweit er sich in dem mittleren Kohlensäuregehalt der einzelnen Monate ausspricht, sich ziemlich parallel geblieben ist. In beiden Jahren fällt das Minimum in den Winter, das Maximum in den Sommer. Was aber sehr unerwartet kam, ist der ungleich höhere absolute Kohlensäuregehalt des zweiten Jahres, gegenüber dem ersten. An der Stelle, wo die Röhren im Boden stecken, hat sich nicht das geringste geändert, und auch nicht in der nächsten Umgebung. Es ist von oben bis unten derselbe Kiesboden geblieben, wie er von Anfang war. Auch die Temperaturverschiedenheiten der beiden Jahre sind nicht entfernt so gross, dass man daraus den Unterschied in der Kohlensäuremenge der beiden Jahre erklären könnte. Auch in den übrigen meteorologischen Vorgängen über dem Boden finde ich vorläufig keinen Anhaltspunkt der Erklärung: es bleibt nichts übrig, als weiter zu beobachten und zuzuwarten.

Nimmt man aus den Monatsmitteln die Jahresmittel und vergleicht sie, so findet man in der grössten Tiefe von 4 Metern für

das erste Jahr ein Mittel von 6.73 pro mille

„ zweite „ „ „ „ 11.81 „ „

das ist im zweiten Jahre durchschnittlich 75 Procent mehr Kohlensäure als im ersten.

Trennt man nach Jahreszeiten, so bleibt der Unterschied im gleichen Sinne:

Januar bis März	1871	betrug das Mittel	3.914
„ „ „	1872	„ „ „	5.744
April bis Juni	1871	„ „ „	5.546
„ „ „	1872	„ „ „	12.758
Juli bis September	1871	„ „ „	12.742
„ „ „	1872	„ „ „	21.040

Der Unterschied der Jahre 1871 und 1872 liesse sich in Worten demnach so ausdrücken, dass im Jahre 1872 schon im Winter so viel Kohlensäure im Boden sich fand, als 1871 im Frühlinge, und im Frühlinge 1872 schon soviel, wie im Sommer 1871. Der grösste relative Unterschied fällt auf den Frühling ($5.5 : 12.7$, was einem Plus von 130 Procent für 1872 entspricht).

Was aus den bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand hervorgeht, ist auffallend genng, um die Untersuchungen fortzusetzen. Wenn schon die Menge Kohlensäure in der zwischen den groben Rollsteinen des Münchner Bodens eingeschlossenen Luft so gross ist, wie sie Niemand erwartet hatte, so überrascht die verschiedene Menge in verschiedenen Jahren noch mehr. Man sieht, dass sich im Boden unter unsern Füßen Prozesse abspinnen, von denen wir bisher kaum eine Ahnung gehabt haben.

Was mir vor Allem nun in München geboten erscheint, ist eine Vermehrung der Stationen zur Beobachtung der

Grundluft. — Hiezu hat die im Winter 1871/72 aufgetretene Typhusepidemie Veranlassung geboten. Der ärztliche Verein in München hat beim Magistrat die Errichtung zweier Stationen für die Beobachtung der Grundluft und der Bodentemperatur in den beiden Krankenhäusern rechts und links der Isar, und beim k. Kriegsministerium in den sieben Kasernen Münchens beantragt. Beide Stellen haben gerne zugestimmt und die nöthigen Mittel dafür angewiesen. Es wird somit künftig an 10 verschiedenen Stellen Münchens beobachtet werden.

Ebenso nothwendig, wie die Vermehrung der Stationen in München, welche Stadt überall so ziemlich gleiche Bodenbeschaffenheit hat, ist auch, dieselben Beobachtungen in verschiedenen Boden anzustellen.

Dass eine Verschiedenheit in der Bodenbeschaffenheit grosse Verschiedenheiten im Kohlensäuregehalt der Bodenluft bedingt, hat bereits Hofrath Dr. Fleck durch seine Beobachtungen in Dresden bestimmt dargethan, welche seit Januar 1872 angestellt werden. Er war so freundlich, mir seine Zahlen, die er bis jetzt an zwei verschiedenen Versuchsstellen erhielt, mitzutheilen.

1872.

Versuchsstation im botanischen Garten zu Dresden.

Volumen pro mille der Grundluft.

bei 6 Meter Tiefe		Datum	bei 4 Meter Tiefe		Datum	bei 2 Meter Tiefe		
Datum	Kohlensäure		Sauerstoff	Datum		Kohlensäure	Sauerstoff	Datum
26. Jan.	28,1		30. Jan.	19,4		31. Jan.	7,94	
8. Febr.	28,7			18,2				
14. „	27,9			16,9			4,5	
20. „	26,6			14,3			5,6	
27. „	18,5			14,2			5,5	

Datum	bei 6 Meter Tiefe		bei 4 Meter Tiefe		bei 2 Meter Tiefe	
	Kohlen- säure	Sauer- stoff	Kohlen- säure	Sauer- stoff	Kohlen- säure	Sauer- stoff
5. März	21,4		15,2		6,4	
12. "	29,3		21,6		8,7	
18. "	32,0		28,1		16,5	
26. "	35,1		23,6		9,6	
2. April	—		25,6		14,2	
9. "	37,6		31,1		23,9	
16. "	33,6		28,4		27,4	
23. "	33,8	167	27,5	173	16,8	189
30. "	27,5		29,9		18,7	
7. Mai	36,3	170	35,9	170	24,2	181
14. "	36,3		30,8		23,7	
21. "	34,7		34,2		28,7	
28. "	34,8		35,7		33,9	
4. Juni	—		38,8		31,7	
11. "	46,3		57,0		32,0	
18. "	45,2	149	40,0	157	28,9	163
25. "	43,8		41,1		29,9	
2. Juli	47,9		43,0		21,3	
10. "	49,7		41,4		28,8	
17. "	51,3		46,1		38,1	
23. "	51,1		49,3		41,8	
6. August	63,3	148	55,6	168	48,2	162
13. "	64,9		53,5		44,4	
20. "	70,0		59,6		51,2	
27. "	64,2		57,3		45,7	
3. September	63,6	148	56,1		37,4	
10. "	63,0		49,8	162	45,3	
17. "	65,2		60,1		37,9	
24. "	64,2		55,1		38,2	
1. Oktober	61,1	149	46,0	156	29,1	186
8. "	68,2		54,5		36,1	
15. "	67,8		46,9		26,6	
22. "	72,9		50,8		21,3	
29. "	67,0		45,7		19,3	
5. November	72,9		54,6		25,8	
12. "	79,6	136	43,2	167	22,1	197

Versuchsstation auf dem rechten Elbufer.
Volumen Kohlensäure pro mille der Grundluft.

Datum	bei 6 Meter Tiefe	bei 4 Meter Tiefe	bei 2 Meter Tiefe
24. Mai	3,87	3,90	3,92
31. „	2,95	4,44	5,57
14. Juni	3,26	4,94	6,12
28. „	3,97	5,26	5,23
13. Juli	3,98	5,72	6,45
26. „	6,42	7,11	8,52
9. August	6,25	6,96	8,50
23. „	5,44	6,24	7,36
6. September	4,82	5,72	5,96
20. „	4,54	4,61	4,30
4. Oktober	3,53	3,44	4,00
19. „	3,36	3,66	3,28
2. November	2,98	3,12	2,26
14. „	2,87	2,45	2,28

Diese Zahlen von Fleck bieten in mehrfacher Hinsicht ein grosses Interesse. Der Dresdener Boden im botanischen Garten enthält offenbar eine viel grössere Menge Kohlensäure als der Münchner Boden. Auch in Dresden — wenigstens an dieser Stelle — nimmt der Kohlensäuregehalt der Grundluft von oben nach unten zu, aber schon 2 Meter unter der Oberfläche ist er viel grösser als in München in 4 Meter Tiefe.

Anders ist es auf der zweiten Versuchsstation auf dem rechten Elbeufer. Diese Station befindet sich auf einem Sandhügel, dessen Oberfläche mit Wald (Föhren) bedeckt und seit Menschengedenken unverändert, und namentlich ungedüngt geblieben ist. Hier nimmt der Kohlensäuregehalt von oben nach unten ab, ein Zeichen, dass die Kohlensäurebildung wesentlich auf die oberen Schichten beschränkt ist.

Sehr interessant ist auch noch das Resultat, welches Fleck bezüglich der Sauerstoffmenge in verschiedenen Tiefen auf der ersten Station erhalten hat. Man kann sagen, dass

in dem Maasse, als die Kohlensäure zunimmt, der Sauerstoff abnimmt, — ein sicheres Zeichen, dass die Kohlensäure wirklich von Oxydationsprocessen im Boden herrührt. Fleck wird über seine Versuche an einem anderen Orte noch eingehendere Mittheilungen machen.

Ich glaube, Kohlensäurebestimmungen der Grundluft könnten uns bei gegebener Bodenbeschaffenheit ein werthvolles Maass dafür werden, was wir bisher ganz unbestimmt mit Verunreinigung oder Imprägnirung des Bodens bezeichnet haben, etwa ähnlich, wie man in einem von Menschen bewohnten Raume aus der Höhe des Kohlensäuregehalts der Luft auf die Ueberfüllung des Raumes mit Menschen schliesst. Es wird sich zeigen, ob in überfüllten und unreinlichen Stadttheilen die Kohlensäuremenge im Boden wirklich um so viel grösser ist, als in dünn bevölkerten und reinlicher gehaltenen.

Ich hoffe, nach Ablauf eines weiteren Jahres der Klasse wieder Mittheilung über diesen Gegenstand machen zu können.

Nebestehender Holzschnitt veranschaulicht die Schwankungen des Kohlensäuregehaltes des letzten Jahres im Ver gleiche mit dem vorausgegangenen.

