V. *Ueber das Athemholen der niederen Thiere:
von G. R. Treviranus in Bremen.*

(Auszug aus der Zeitschrift für Physiologie, Bd. IV S. 1.)

Ueber das Athmen der wirbellosen Thiere sind bisher nur wenige Versuche von Vauquelin *), Spallanzani **) und Sorg ***) angestellt, die noch dazu keine große Zuverlässigkeit besitzen, da der Sauerstoff theils durch Phosphor (Vauquelin und Spallanzani), theils durch das schlechteste aller eudiometrischen Mittel, durch Salpetergas (Sorg), bestimmt worden ist, auch die beiden letzten Naturforscher ganz versäumt haben, auf die Veränderungen der Temperatur und des Luftdrucks Rücksicht zu nehmen. Diese Gründe bestimmten den Verfasser zur Aufnahme seiner Untersuchung.

Sein Verfahren dabei war folgendes. Kleinere Thiere liefs er in derselben Röthe athmen, in der er hernach die geathmete Luft analysirte. Damit sie nicht die Sperrflüssigkeit berührten, auch ohne Beschädigung und ohne Verlust an Luft weggeschafft werden konnten, brachte er sie mit einem dünnen Metalldraht, der am Ende und einigen andern Stellen zu einem Drahtsieb zusammengeflochten war, in die Röhre. Wann mehrere Thiere zugleich in der nämlichen Luft athmeten, wurde jedes zwii-

*) *Annal. de chimie*, T. XII (A. 1792) p. 273.

**) *Mémoires sur la respiration* par L. Spallanzani, traduits en Français, d'après son manuscrit inédit par J. Sennebier, Genève 1803; und Sennebier in dessen Werk *Rapport de l'air avec les êtres organisés*.

***) T. L. A. W. Sorg. *Disquisit. physiol. circa respirationem insectorum et vermium, quibus palmarum adjudicavit Societas Reg. scient. Gött. Rudolstadtii* 1805.

schen zwei solche Geflechte eingeschlossen. Größere Thiere athmeten unter weiteren graduirten Cylindern, aus denen die respirirte Luft in engere Absorptionsröhren zur Prüfung gebracht wurde. Zur Sperrflüssigkeit diente immer Quecksilber, wo nicht eine andere Materie genannt ist. Nachdem die kleineren Thiere mittelst des Metalldrahts aus der Glasröhre unter dem Quecksilber hervorgezogen waren, brachte er die Röhre, mit so viel Quecksilber, als eben zum Sperren der Luft hinreichte, in ein Fläschchen, füllte den übrigen Raum desselben mit der zum Absorbiren der Kohlensäure bestimmten Flüssigkeit (gewöhnlich ätzendes Kali, in einigen Fällen ätzender Baryt), und liefs diese in das aus dem Quecksilber hervorgezogene untere Ende der Röhre treten. Nach beendeter Absorption wurde die Flüssigkeit mit destillirtem Wasser übergossen, so lange, bis sie weggespült war, dann die Röhre wieder in das Quecksilber gesenkt, der Rest des Wassers mit einer Spritze weggenommen, und nun die Röhre mit der zur Absorption des Sauerstoffs dienenden Flüssigkeit (Schwefelkali-Lösung) gefüllt. Um die Röhre in der Flüssigkeit schwebend zu erhalten, wurde sie mittelst eines durchbohrten Korks in dem Halse der Flasche befestigt. Zum Auffangen der Luft aus größeren Cylindern diente eine Wanne mit abgekochtem Wasser, da dieses, wie schon Berthollet gefunden *), auf die Luft, bei momentanem Durchgange keine merkbare Mischungsänderung hervorbringt.

Das Kaliwasser blieb 12 bis 14, das Barytwasser 36 bis 48 Stunden mit der Luft in Berührung. Die Schwefelkali-Lösung mußte in Röhren von 6 bis 8 Lin. Weite 6 bis 8 Tage lang wirken, ehe die Einsaugung vollendet war; bei größerer Berührungsfläche und niedrigerem Stande des inneren Niveaus ging sie rascher vor sich. Wegen der langen Dauer der Versuche wurde auf die Bestimmung der Temperatur und des Luftdrucks

*) *Mém. de la Société d'Arcueil*, T. II p. 458.

die höchste Sorgfalt verwandt *), vor Allem zu Anfange, wo die Röhren mit den Händen berührt werden mußten. Bei Vergleichung der geathmeten Luft mit der atmosphärischen wurde angenommen, daß diese aus: 0,01 Kohlensäure, 0,21 Sauerstoff und 0,78 Stickgas bestehe.

In allen Fällen, wo nicht ausdrücklich ein anderes bemerkt ist, wurden die Versuche nur mit kraftvollen Thieren angestellt, die erst eben oder vor wenigen Stunden gefangen waren, und nur so lange fortgesetzt, als die Thiere sich noch willkürlich bewegten. Die Wirkungen des Athmens nehmen aber desto mehr ab, je länger das Thier ein und dieselbe nicht erneute Luft athmet, und je geringer die Menge dieser Luft ist. Vergrößert man die Luftmasse, ohne die Dauer des Athmens in gleichem Verhältnisse zu verlängern, so ändert sich die Mischung der Luft zu wenig, um bei der chemischen Prüfung genaue Resultate zu geben. Läßt man das Thier in einer größeren Luftmasse längere Zeit respiriren, so erreicht man nicht mehr als beim Athemholen in einer kürzeren Zeit und in einer kleineren Luftmenge, und überdies leidet das Thier dann Hunger. Jede der Zahlen in der vierten Columnne der folgenden Tafel ist daher als das Minimum von dem anzusehen, was beim Athemholen der Thiere im freien Zustande unter sonst gleichen Umständen erfolgt. Es versteht sich übrigens, daß unter der Respiration, von der hier die Rede ist, die mit begriffen ist, welche durch die ganze Oberfläche der Haut erfolgt.

Die Ergebnisse der auf diese Weise angestellten Versuche zeigt die folgende Tafel.

*) Dagegen scheint der Verfasser, die Berichtigung in Bezug auf den Wasserdampf in der Luft vor und nach dem Versuch unberücksichtigt gelassen zu haben. P.

No. des Ver- suchs.	Arten der Thiere.	Temperatur beim Versuche.	Pariser Kubikzoll, reducirt auf 15° R. und 28" B., auf 100 minutenlanges Athmen und 100 Gran schweres Thier.				
			Fingeath- mete Luft.	Absorbirtes		Excernirtes	
				Sauerstoff- gas.	Stickgas.	Kohlen- säuregas.	Stick- gas.
1	<i>Apis mellifica operaria</i> *) A	11° 5 R.	27,2	1,35	0	0,82	0,53
2	- B	22	48,6	2,77	0	2,25	0,52
4	<i>Bombus lapidarius</i> A	12,5	3,8	0,43	0	0,31	0,12
5	- B	15	23,7			1,70	
6	- C	16	10,0			0,72	
7	- <i>terrestris</i> A	14 bis 23	11,0			1,74	
8	- B	9 bis 12	2,2	0,26	0	0,22	0,04
9	- <i>muscorum</i>	17	46,2	0,82	0	0,64	0,18
0	<i>Syrphus nemorum</i>	16 bis 16,5	7,4	0,80	0	0,50	0,30
11	<i>Papilio brassicae</i> (Raupe) . .	14 bis 13	2,8	0,28	0	0,16	0,12
12	- <i>Rapae</i> A	15	8,3	2,26	0	0,72	1,54
13	- B	13,5 bis 17	2,0	0,37		0,20	
14	- <i>Atalanta</i> A	13 bis 28	27,0	2,85		2,65	
15	- B	15	105,0	2,35		1,50	
16	<i>Libellula depressa</i> A	17 bis 16,5	6,2	0,74	0	0,37	0,37
17	- B	16,5 bis 14	7,5	0,93	0	0,33	0,60
18	<i>Cetonia aurata</i> (Larve)	17	6,1	0,06	0	0,04	0,02

*) Die Namen der Insecten sind die von Fabricius.

No. des Ver- suchs.	Arten der Thiere.	Temperatur beim Versuche.	Pariser Kubitzoll, reducirt auf 15° R. und 28" B., auf 100 minutenlanges Atmen und 100 Gran schweres				
			Thier.		Excerptes		
			Eingath- mete Luft.	Absorbirtes Sauerstoff- gas.	Stickgas.	Kohlen- säuregas.	Stick- gas.
19	<i>Cetonia Aurata A.</i>	16°, 5 R.	2,9			0,21	
20	- <i>B.</i>	13,5 bis 14,5	1,5			0,06	
21	<i>Melolontha horticola</i>	13 bis 15	2,0		0	0,07	0,10
22	<i>Carabus niger</i>	11 bis 15	4,8		0	0,23	0,33
23	<i>Oniscus Asellus</i>	11,5 bis 15	14,5		0	0,20	0,40
24	<i>Hirudo Gulo (Braun)</i>	16 bis 15	0,4	0,09	0	0,03	0,05
25	<i>Lunbricus terrestris</i>	16 bis 15	0,1	0,03	0	0,01	0,02
26	<i>Limax ater A.</i>	16,5	0,2	0,01	0,01	0,02	0
27	- <i>B.</i>	17	0,5	0,07		0,01	0,06
28	- <i>C.</i>	14 bis 15	0,3	0,05		0,04	0,01
29	<i>Helix hortensis A.</i>	11,5 bis 16	0,5	0,09		0,10	0
30	- <i>B.</i>	13,5 bis 16	0,5	0,10	0,01	0,15	0
31	<i>Planorbis corneus (Draparn.)</i>	17	0,5	0,014	0,05	0,007	0,007
32	<i>Bufo cinereus (Merr.) A.</i> . . .	17	4,4	0,07	0	0,02	0,05
33	- <i>B.</i>	15	0,6	0,08	0	0,03	0,05
34	<i>Rana temporaria A.</i>	14	0,7			0,10	
35	- <i>B.</i>	13 bis 15	0,8	0,15		0,15	
36							

Bemerkungen. Es wurde angestellt: No. 2 im Sonnenlicht bei heftiger Bewegung des Thiers, No. 7 im Sonnenlicht, No. 12 nach 28stündigem Hungern, No. 13 in der Periode des abnehmenden Lebens, No. 14 nach 3tägigem Hungern, No. 15 nach 3tägigem Hungern und, geschwächt vom vorigen Versuch, No. 20 nach 2tägigem Hungern, No. 27 nach $2\frac{1}{2}$ täg. Hungern und geschwächt vom vorigen Versuch, No. 35 nach 3tägigem Hungern.

Aus diesen Versuchen zieht nun der Verfasser folgende Schlüsse:

1) Die Erzeugung der Kohlensäure beim Athmen niederer Thiere ist abhängig von der Temperatur des Mediums. Belege dafür sind No. 2 und 1, No. 7 und 8 u. s. w. Die Stärke der Thiere modificirt indeß das Gesetz. Die Schmetterlinge in No. 12 waren zwar geschwächt durch Hungern, doch aber noch in der höchsten Periode des Lebens, lieferten daher bei 15° R. viertelbmal so viel Kohlensäure als die in No. 13 bei $13^{\circ},5$ und 17° , da sie sich im abnehmenden Leben befanden.

2) Die Menge der Kohlensäure hängt von den willkürlichen Bewegungen dieser Thiere ab. Beleg No. 2. Die beweglichsten der wirbellosen Thiere, z. B. Bienen, Hummeln und Tagschmetterlinge, liefern auch die meiste Kohlensäure. Der kraftvolle Goldkäfer (No. 19) lieferte fünfmal so viel als die Larve der *Cetonia aurata* (No. 18), der Pferdeegel (24) dreimal so viel als der Regenwurm (25).

3) Das Verhältniß zwischen dem verschluckten Sauerstoff und der ausgebauchten Kohlensäure ist nicht immer gleich, sondern hängt ab von der Stärke des Athmens, der Dauer desselben bei Abnahme der respirablen Luft und dem Volume der geathmeten Luft. Je mehr Kohlensäure beim Athmen in freier Luft entbunden wird, je weniger das Thier in einem sauerstoffarmen Medium auszudauern vermag, desto kleiner ist jenes Verhältniß bei

nicht zu langem Respiriren in geringer Menge atmosphärischer Luft. Wird das Athmen in solcher Luft lange fortgesetzt, fangen die Kräfte des Thieres zu sinken an, so nimmt die Excretion der Kohlensäure in größerem Verhältnisse als die Absorption des Sauerstoffs ab. Beweis: No. 14 und 15.

Alle kräftig athmenden Thiere sterben aber in eingeschlossener Luft lange bevor sie derselben allen Sauerstoff entzogen haben. Anders verhalten sich manche Molusken, denn bei ihnen findet das Gegentheil des oben Gesagten statt. Diese verzehren nämlich nicht nur alles in der Luft befindliche Sauerstoffgas, sondern fahren dann noch fort Kohlensäure auszuhauchen; zuweilen erzeugen diese Thiere gar mehr Kohlensäure als sie Sauerstoff verschlucken, bevor sie dieses ganz verzehrt haben. Diese lange Ausdauer der Respiration in einer Atmosphäre, in der das Athmen der übrigen Thiere aufhört, bemerkte Vauquelin an *Linax flavus* und *Helix arbustorum*, Spallanzani an *Helix arbustorum*, und Sorg an *Helix Pomatia*; der Verfasser fand sie beim Versuch 29 bestätigt, wo eine Gartenschnecke einer Luftmasse von 4,37 K. Z. bei 11°,5 bis 15° binnen 43 Stunden allen Sauerstoff entzog.

4) Bei den meisten Versuchen blieb das Volumen der geathmeten Luft ganz unverändert. Vergrößert wurde es (aber nur um 1 oder 2 Hundertel K. Z.) in No. 11 und 13; vermindert bei No. 7, 13, 14, 15, 20, 24, 25. Der Verfasser konnte nicht ermitteln, worin das Verlorene bestand, und ist nicht ganz sicher, wodurch der Verlust veranlaßt ward; er glaubt indess, von der Aufnahme einer geringen Menge Luft in den Nahrungskanal während des Saugens der Thiere *).

5) Ungeachtet in den meisten Fällen das Luftvolum un geändert blieb, wurde doch immer mehr Sauer-

*) Auch die hygroskopische Beschaffenheit des Körpers der Thiere könnte wohl von merkbarem Einfluß seyn. P.

stoff absorbirt, als Kohlensäure ausgehaucht, folglich mußte Stickgas entbunden worden seyn.

6) Mehr Stickgas als Kohlensäure wurde ausgehaucht von *Libellula depressa*, *Carabus niger*, *Oniscus Asellus*, *Hirudo Gulo*, *Lumbricus terrestris*, *Limax ater* (27), *Bufo cinereus* (32 und 33), mithin von Thieren, die sich entweder bloß von thierischen Substanzen, oder, wie die Nachtschnecken, von Pilzen, also sehr stickstoffreichen Materien, nähren. Pflanzenfressende Insecten, wie Bienen (1 und 2), Hummeln (4, 8, 9), *Syrphus nemo-rum* (10), Kohlraupe (11) u. s. w. hauchten weniger Stickgas als Kohlensäure aus. Eine Ausnahme machen indeß die Rübenschnettlinge (12) und die Metotonthen, die, ungeachtet sie pflanzenfressend sind, sich dennoch in dieser Beziehung wie die Fleischfresser verhalten.

7) Schon Renger *) hat die Bemerkung gemacht, daß die Insecten gleich den Wirbelthieren auch transpiriren. Dieß fand der Verfasser bestätigt bei einer 6,77 Gran schweren Erdhummel, die binnen 48 Stunden, während ihr alle Nahrung entzogen war, 0,4, also den 17ten Theil ihres ganzen Gewichts durch die Ausdünstung verlor.

8) Um die Respiration der wirbellosen Thiere mit der von Amphibien, Fischen und Säugethieren zu vergleichen, hat der Verfasser die Resultate der früheren Versuche von Berthollet **), Allen und Pepys ***), Despretz †), Provençal und Humboldt ††) auf ein gleiches Gewicht der athmenden Thiere zurückzuführen gesucht. Er nimmt das mittlere Gewicht eines Meer-

*) Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten, S. 38.

**) *Mém. d'Arcueil*, T. II p. 461.

***) *Phil. Transact.* 1809, p. 412, und *Phil. Transact. f.* 1829, p. 279 (diese Ann. Bd. XVIII (94) S. 398).

†) Dessen *Traité élément. de Phys.* Ed. 2.

††) *Mém. d'Arcueil*, T. II. p. 359.

schweinchen zu $1\frac{1}{2}$ Pfund, eines Kaninchens zu 3 Pfund, einer Katze ebenfalls zu 3 Pfund, einer Taube zu 8 Unzen und einer Schleie zu 6 Unzen. Auf 100 Gran Gewicht des Thiers und 100 minutenlanges Athmen reducirt, finden sich dann aus jenen Versuchen nachstehende Resultate *):

	Volumen d. geathmeten Luft bei 15° R.	Ausgeathm. Kohlen- säureg. bei 15° R.	Verschluck- tes Sauer- stoffgas bei 15° R.
Meerschweinchen			
nach Berthollet	6,6 K.Z.	0,42 K.Z.	0,67 K.Z.
- Allen und Pepys	14,7	0,60	0,74
- Despretz	0,9	0,47	0,68
Kaninchen			
nach Berthollet	7,7	0,44	0,60
Katze			
nach Despretz	15,5	0,66	0,98
Taube			
nach Despretz	23,3	0,99	1,58
- Allen und Pepys	18,9	0,96	1,14
Schleie			
nach Provençal u. Humboldt	0,035	0,010	0,009

*) Bei dieser Gelegenheit berichtigt der Verfasser auch einige Fehler in diesen Arbeiten. Er zeigt z. B., daß der Schluß, welchen Allen und Pepys aus ihren Versuchen zogen, nämlich als sey die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure der des eingeathmeten Sauerstoffgases gleich, keine Gültigkeit habe, da diese Physiker fälschlich voraussetzten, die eingeathmete Luft enthalte keine Kohlensäure. Nimmt man, gemäß den bisherigen Erfahrungen, 0,01 Kohlensäure in der atmosphärischen Luft an, so findet man das Volum der ausgeathmeten Kohlensäure etwa ein Fünftel kleiner, als das des verzehrten Sauerstoffgases.

Provençal und Humboldt schlossen aus ihren Versuchen, daß die Fische neben Sauerstoffe immer auch Stickgas absorbiren, dabei weniger Kohlensäure erzeugen als Sauerstoff verzehren, und vermöge der Absorption des Stickgases das Volumen der geathmeten Luft verringern. Sie folgern diels aus der Erfahrung, daß 2582 Th. Wasser vor dem Athmen 524 Th.

Die Betrachtung dieser und der vorübergehenden Tafel ergibt nun Folgendes. Die Katze athmet stärker als das Meerschweinchen und das Kaninchen, die Taube noch stärker als die Katze. Die Biene erzeugt bei einer Wärme der Luft von $11^{\circ},5$ fast eben so viel, und bei einer Wärme von 22° weit mehr kohlenstoffsaures Gas als selbst die Taube. Eine *Papilio Atalanta* excernirt sogar noch, wenn sie einige Tage ohne Nahrung gewesen ist, bei 15° eine weit grössere Quantität jenes Gases als dieser Vogel. Den Hummeln stehen die erwähnten Säugethiere bei einer Temperatur von 16° bis 17° an Stärke der Respiration nach. Ein *Syrphus nemorum* kommt diesen bei einer solchen Wärme ungefähr dazugleich. Die übrigen Insecten, die Anneliden und Mollusken respiriren bei einer Temperatur von 11° bis 17° zwar schwächer als die warmblütigen Thiere, doch wenigstens eben so stark als eine Kröte und stärker als eine Schleie.

Die kaltblütigen Thiere verzehren beim Athmen einer kleinen Quantität Luft oft dreimal (No. 12, 17, 21, 23, 24, 32, 33), zuweilen selbst sieben- bis achtmal so viel Sauerstoff als sie Kohlensäure ausleeren. Bei warmblütigen Thieren ist das Verhältniß der beiden Gase nicht so ungleich, obgleich auch bei ihnen die Menge des verschluckten Sauerstoffs grösser ist, als die der aus-

Luft, nach demselben aber nur 453 Th. Luft enthielten, und betrachteten den Verlust von 71 Th. Luft als Wirkung der Respiration. Der Verfasser bemerkt dagegen, daß diese 71 Th. Luft wohl durch das Wasser in den Magen gekommen waren, und nicht beim Athmen mitgewirkt hatten, daß also die wahre Wirkung der Respiration aus der Zusammensetzung von 453 Th. Luft vor und nach dem Athmen hergeleitet werden müsse. Auf diese Weise findet er, daß jede Schleie in diesen Versuchen binnen 8 Stunden 30 Minuten von 5,22 K. Z. in 28,8 K. Z. Wasser enthaltener atmosphärischer Luft 1,41 K. Z. Sauerstoff nebst 0,12 K. Z. Stickgas verzehrte, und dafür 1,53 K. Z. Kohlensäure ausleerte. (Alles auf 15° R. reducirt.)

gehauchten Kohlensäure. Die Frösche vermindern zuweilen, wie manche Insecten, ebenfalls das Volumen der Luft, mit der sie eingeschlossen sind (No. 34, 35), und einige Fische haben mit manchen Molusken das Vermögen gemein, beim Athmen einer geringen Luftmasse, mehr Kohlensäure auszuseuden als sie Sauerstoff verschlucken.

9) Wenn allgemein der Grad der thierischen Wärme mit der Quantität der bei der Respiration entweichenden Kohlensäure in geradem Verhältniß stände, müßte beim stärkeren Athmen der Bienen, Hummeln und Schmetterlinge der Körper dieser Thiere auffallend erhitzt werden, falls nicht auch eine bedeutende Quantität Stickgas ausgehaucht würde; denn da dieses Gas eine größere Wärmecapacität hat als das Sauerstoffgas, so würde ein Theil der Wärme, die durch die Bildung der Kohlensäure, eines Gases von geringerer Wärmecapacität als das Sauerstoffgas, entbunden worden ist, wieder latent werden. Die Insecten hauchen indeß nicht nur eben so viel (No. 16), sondern gar zweimal so viel (No. 12, 17, 23) Stickgas wie Kohlensäure aus, und überdiß ist die Stärke ihres Athmens von der Temperatur des Mediums abhängig. In einem kälteren Medium vermögen sie nur durch willkürliche Verstärkung des Athemholens, in Folge willkürlicher Bewegungen des ganzen Körpers, Wärme zu entbinden; daß die Insecten sich wirklich bei heftiger Bewegung erwärmen, zeigte die Wirkung einer Hummel auf ein Thermometer.

10) Berechnet man das Gewicht der Kohlensäure, des Stickgases und des Sauerstoffgases, das von den Thieren in einer gewissen Zeit entbunden oder verzehrt wird, so ergibt sich ein Ueberschuß des Angeeigneten über das Ausgeleerte, doch in so geringer Menge, daß dadurch die Masse des Körpers nicht beträchtlich vergrößert werden kann. Der Verfasser findet z. B., daß die Libelle im Versuche 16, die 3 Gran wog, nach 16 Stunden um 0,01037 Grau, d. h. um $\frac{1}{257}$ ihres Gewichts,

durch die Respiration zugenommen habe. Indefs ist der durch die Transpiration herbeigeführte Gewichtsverlust weit überwiegender. Die Erdhummel im Versuch 8 gewann, wie die Rechnung zeigt, beim Athemholen innerhalb 48 Stunden 0,027 Gran, verlor aber, wie bereits vorhin erwähnt, in gleicher Zeit durch Transpiration 0,4 Gran, also funfzehnmal mehr.

11) Durch eine ähnliche Rechnung findet der Verfasser, dafs die 2 Gran wiegende *Papilio Atalanta* im Versuch 15 binnen drei Tagen 0,15 Gran Kohlenstoff verlor. Die Wägung einer andern *P. Atalanta* zeigte, dafs die harten (wohl nicht durch das Athmen veränderlichen) Theile dieses Schmetterlings auf etwa 1 Gran zu schätzen waren; es bliebe mithin für die weichen Theile 1 Gran, und, wenn man diesen als beiläufig zur Hälfte aus Wasser bestehend annimmt, für den Kohlenstoff in denselben ungefähr 0,3 Gran. Es ergäbe sich mithin das auffallende Resultat, dafs die weichen Theile innerhalb dreier Tage die Hälfte ihres ganzen Kohlenstoffgehalts verloren hatten.

VI. *Beschreibung einer Methode, die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure zu bestimmen;*

von C. Brunner in Bern.

Dafs die Kohlensäure ein fast constanter Bestandtheil der Atmosphäre sey, wufste man schon seit längerer Zeit. Zur Bestimmung ihres Meugenverhältnisses fehlte es an einer sichern Methode, bis vor einigen Jahren Thénard es versuchte, dieselbe aus einem gemessenen Volumen atmosphärischer Luft durch Barytwasser aufnehmen zu lassen, und aus der Menge des erhaltenen kohlensauren