



Ueber
die Bildung von Wasserstoff

bei der

Fäulniss

und

die Activirung des Sauerstoffs.



Einer hohen medicinischen Fakultät zu Bern

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

von

Anton Zlotnicki

aus Dziewczopole (Polen)

und auf Antrag von M. Nencki von der Fakultät zum Druck genehmigt
Bern, den 27. Juli 1883.

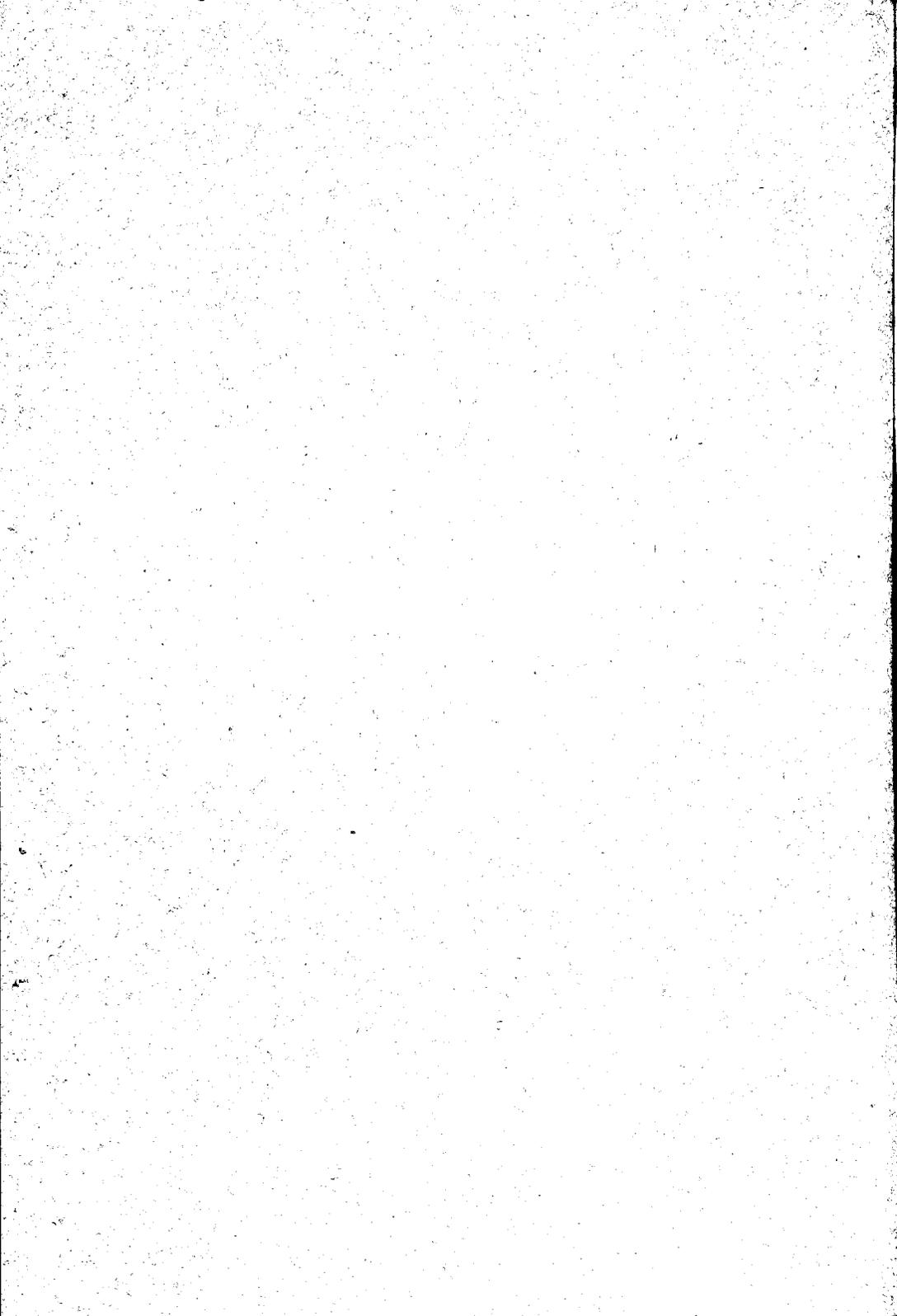
Der Dekan: Prof. Lichtheim.



Bern.

Buchdruckerei von K. J. Wyss

1883.



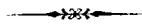
Ueber
die Bildung von Wasserstoff

bei der

Fäulniss

und

die Activirung des Sauerstoffs.



Einer hohen medicinischen Fakultät zu Bern

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

von

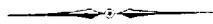
Anton Zlotnicki

aus Dziweczopole (Polen)

und auf Antrag von M. Nencki von der Fakultät zum Druck genehmigt

Bern, den 27. Juli 1883.

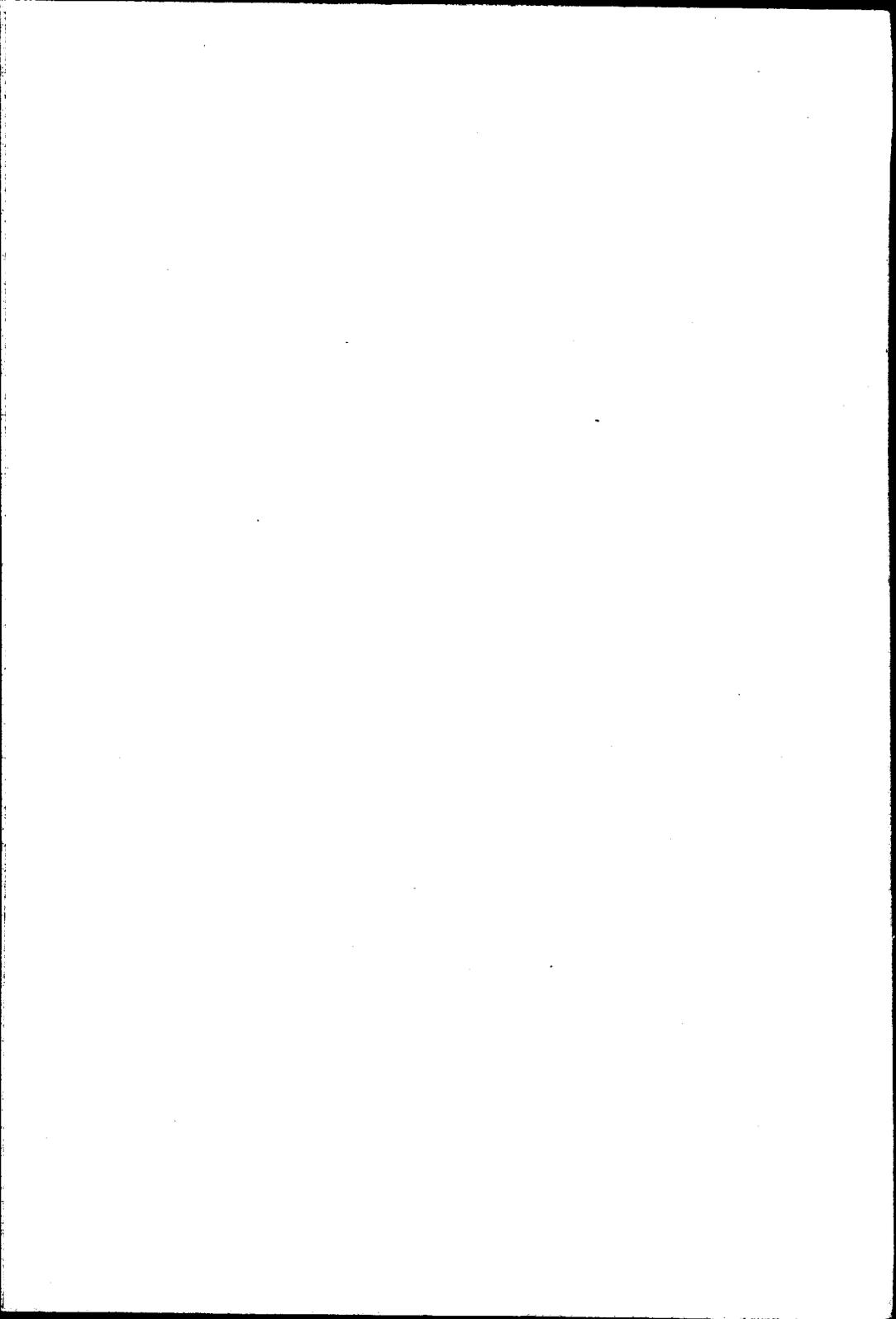
Der Dekan: Prof. **Lichtheim.**



Bern.

Buchdruckerei von K. J. Wyss

—
1883.



Ueber die Bildung von Wasserstoff bei der Fäulniss und die Activirung des Sauerstoffs.

Von Anton Zlotnicki.

Die alltägliche Erfahrung zeigt, dass die meisten Bestandtheile der thierischen Gewebe und der Nahrungsstoffe, auch bei der Bruttemperatur dem atmosphärischen Sauerstoff exponirt, nur sehr langsame und unwesentliche Veränderungen erleiden, falls die Fermentorganismen abgehalten werden. Wenn wir dagegen die grosse Anzahl organischer Verbindungen, welche schon durch den atmosphärischen Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt werden, betrachten, so ergibt sich, dass sie ausnahmslos stark reducirende Substanzen sind. So die Aldehyde, Phenole und die zahlreichen Leuko- resp. Hydroverbindungen der organischen Farbstoffe. — Gegenwart von Alkalien beschleunigt im Allgemeinen diese Oxydationen.

Die Oxydationen in den lebendigen Organismen geschehen ebenfalls mittelst des atmosphärischen Sauerstoffs: wie bei den Kaltblütern bei der Lufttemperatur, oder höchstens, wie bei den Warmblütern bei der Bruttemperatur. Und schon der Umstand, dass ausserhalb der Organismen nur stark reducirende Materien bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft sich oxydiren, weist darauf hin, dass damit Oxydationen in den lebendigen Wesen geschehen, dieselben in ihrem Leibe stark reducirende Substanzen bilden müssen.

Zu diesem auf Analogie gegründeten Schlusse gelangten auch die meisten Physiologen bei ihren Betrachtungen über die physiologische Oxydation und da durch viele Versuche constatirt wurde, dass die lebendigen Protoplasmahaltigen Zellen energisch

Sauerstoff absorbiren ¹⁾) und das Protoplasma ähnlich wie Wasserstoffsperoxyd gleichzeitig reducirend und oxydirend wirkt, so wird auch ziemlich allgemein angenommen, dass die Oxydation in den Geweben mittelst des lebendigen Protoplasma geschehe. In einer kürzlich publicirten Abhandlung haben Löw und Bokorny ²⁾) ausgesprochen, dass die Ursache der reducirenden Wirkung des Protoplasma in der aldehydischen Struktur seines Molecüls liegt.

Eine durchaus eigenartige und von den übrigen abweichende Hypothese über die Ursache der physiologischen Verbrennung hat Hoppe-Seyler ³⁾) aufgestellt. Nach ihm „soll die Art der chemischen Prozesse bei der Fäulniss und im lebenden Thiere übereinstimmen.“ Er giebt ferner an, sich überzeugt zu haben, „dass bei der Fäulniss die Bildung von freiem Wasserstoffgas nur dort erfolgt, wo Sauerstoff nicht zugegen ist, dass dagegen bei Zutritt von Sauerstoff zu faulenden Flüssigkeiten nicht allein der nascirende Wasserstoff oxydirt, sondern auch energische Oxydationsprozesse eintreten.“ Da ferner Hoppe-Seyler gefunden hat, dass Palladium-Wasserstoff nicht allein reducirend, sondern auch oxydirend wirke und er den Prozess so auffasste, dass der nascirende Wasserstoff, indem er sich mit molecularem Sauerstoff zu Wasser verbindet, gleichzeitig atomistischen Sauerstoff, nach der Gleichung $H_2 + O_2 = H_2O + O$, abspaltet, so ist er der Ansicht, dass auch in den Geweben der Thiere auf gleiche Weise Sauerstoff activirt werde. In den Geweben des Thierkörpers wird nascirender Wasserstoff gebildet, welcher sich mit dem aus den Blutcapillaren in die Gewebe übertretenden Sauerstoff zu Wasser verbindend, gleichzeitig atomistischen Sauerstoff abspaltet.

Der Behauptung Hoppe-Seylers, dass bei der Fäulniss die Bildung von freiem Wasserstoff nur dort erfolgt, wo Sauer-

¹⁾) Vgl. hierüber Engelmann: Protoplasma und Flimmerbewegung im Handb. d. Physiologie von Hermann 1879, Leipzig. Bd. I, S. 361.

²⁾) Löw und Bokorny: Die Chemische Ursache des Lebens. München 1881.

³⁾) Hoppe-Seyler: Ber. Chem. Ber. Ges. 12. Jahrgang 1879. S. 1551.

stoff nicht zugegen ist, trat Prof. Nencki auf Grund seiner früheren Untersuchungen über die Fäulniss entgegen. Durch directen Versuch hat er dann gezeigt, dass auch in reinem Sauerstoffgase aus faulen Flüssigkeiten Wasserstoff entweicht. In einen Kolben von 3,5 Liter Inhalt wurden 500 Gr. frisches, von Fett herauspräparirtes, klein zerhacktes Ochsenpankreas und ein Liter Wasser gethan. Nachdem sodann der Kolben ganz mit reinem Sauerstoff gefüllt war, wurde die Masse bei 40° der Fäulniss überlassen und von Zeit zu Zeit umgeschüttelt. Sobald die Gasentwicklung begann, konnte man sich leicht von der Anwesenheit des Wasserstoffs überzeugen, indem die entweichenden Gasblasen angezündet verpufften. Nach 10 Stunden, nachdem bereits seit längerer Zeit die Gasentwicklung bestand, wurde eine Probe des Gases aufgefangen und analysirt. Nach weiteren 10 Stunden, hauptsächlich um zu sehen, ob das entweichende Gas überhaupt noch Sauerstoff enthielt, wurde eine zweite Probe des Gases zur Analyse aufgefangen. Die erhaltenen Zahlen, auf 100 Vol. trocknen Gases bezogen, ergaben folgende Zusammensetzung:

	N. 1.		N. 2.
CO ₂	49,2 Vol. %	CO ₂	64,0 Vol. % ¹⁾
SH ₂	0,6	SH ₂	1,2
H	23,4	H	18,1
CH ₄	0,8	CH ₄	0,9
O	25,4	O	15,0
N	3,7	N	1,1

Gegen diesen Versuch Nencki's wurde von Hoppe-Seyler²⁾ die Einwendung erhoben, „dass an den Orten, wo Wasserstoff sich entwickelte, Sauerstoff nicht zugegen war; grob zerstückelte Gewebe (hier zerkleinertes Pankreas) können in keiner Weise eine Garantie dafür bieten, dass der Sauerstoff mit derselben Geschwindigkeit in das Innere der Brocken eindringt, als der Fäulnissprozess fortschreitet.“

¹⁾ Journal für pract. Chem. N. F. Bd. 23. S. 87.

²⁾ Hoppe-Seyler. Physiolog. Chemie. Berlin 1877. S. 984.

Der Umstand, dass auf diesem nascirenden Wasserstoff bei der Fäulniss Hoppe-Seyler eine ganze Theorie der physiologischen Oxydation gründet, machte es wünschenswerth die Frage der Wasserstoffbildung bei anwesendem Sauerstoff, auf den oben erhobenen Einwurf von Hoppe-Seyler hin, einer erneuerten Prüfung zu unterwerfen. Auf Veranlassung von Prof. Nencki habe ich daher in einer Reihe von Versuchen filtrirte Gewebssäfte oder Eiweisslösungen, die demnach frei von Gewebspartikeln waren, einerseits bei Luftausschluss, andererseits in Sauerstoffgase bei der Bruttemperatur der Fäulniss überlassen und die in den verschiedenen Stadien des Fäulnissprozesses entweichenden Gase analysirt.

Die Anordnung der Versuche bei Luftausschluss war folgende: Ein Literkolben wurde mit der Eiweisslösung oder dem Gewebssafte ganz gefüllt und mit einem genau passenden einfach durchbohrten Kautschukpfropfen verschlossen. In der Bohrung des Propfens befand sich das capillare Ableitungsrohr, dessen offene Spitze unter Quecksilber tauchte. Beim Aufdrücken des Gummizapfens stieg die Flüssigkeit in das Ableitungsrohr und verdrängte die in demselben enthaltene Luft. Die Flüssigkeit, die demnach nur in ihr gelöste Luft enthielt, wurde bei der Bruttemperatur stehen gelassen.

Zu den Fäulnissversuchen bei Gegenwart von Sauerstoff benutzte ich einen grösseren Kolben von 1780 cc. Inhalt, welcher durch einen doppelt durchbohrten Gummipfropfen verschlossen war. Durch die eine Bohrung des Pfropfens ging ein Rohr hindurch, das bis auf den Boden des Kolben reichte und durch welches in den Kolben reiner Sauerstoff eingeleitet wurde. In der zweiten Bohrung befand sich das Ableitungsrohr für die durch die Fäulniss entwickelten Gase. Der Kolben wurde zunächst zu etwa $\frac{1}{3}$ seines Inhaltes mit der Eiweisslösung oder mit dem filtrirten Gewebssafte gefüllt; sodann eine halbe Stunde lang durch die Flüssigkeit reiner Sauerstoff hindurchgeleitet und die Luft bis auf einen minimalen Rest durch Sauerstoff verdrängt. Hierauf wurden das Zuleitungs- und das Ableitungsrohr mit einer Klemmpincette abgesperrt, der Kolben in ein auf 40° er-

wärmtes grosses Wasserbad gebracht und nachdem die Spitze des Ableitungsrohres unter Quecksilber fixirt worden, die Klemmpincette des Ableitungsrohres geöffnet. Die entwickelten Gase wurden zuerst im Absorptions-Eudiometer aufgefangen und durch ein Stückchen Kalihydrat die Kohlensäure plus Schwefelwasserstoff bestimmt. Hierauf das unabsorbirte Gas zur Bestimmung des Wasserstoffes, eventuell Kohlenwasserstoffes in ein zweites Eudiometer übergefüllt.

Die Gewebssäfte wurden auf folgende Weise bereitet: Die frische Drüse — Leber oder Pankreas — wurde fein zerhackt, mit Wasser zu einem Brei angerührt und durch Tücher in ein Becherglas gepresst. Nach dem Absetzen der durchgepressten festen Partikelchen die obere, von suspendirtem Fett milchige Flüssigkeit abgegossen und durch ein feines Leintuch colirt. Die so erhaltenen Flüssigkeiten enthielten keine Gewebspartikelchen mehr.

Versuche mit Pankreassaft.

A. Bei Luftausschluss.

Am 26. October 1881 wurden 780 cc. Pankreassaft der Fäulniss überlassen. Das nach 40 Stunden der Fäulniss in der Menge von 44,57 cc. gesammelte Gas enthielt:

CO ₂	—	41,61 cc. oder 93,36 Vol. %	auf 0° T. 760 m.
H	—	2,35	„ 5,27 [Bst. u. Trockne
N	—	0,61	„ 1,37 [reducirt.

Die Gasentwicklung war hier sehr rasch.

B. Bei anwesendem Sauerstoff.

Am 27. October wurden 700 cc. Pankreassaft der Fäulniss überlassen. Die Analyse des während 2 Stunden nach 40stündiger Fäulniss gesammelten Gases lieferte folgendes Resultat:

CO ₂	—	41,13 cc. oder 82,13 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst.
H	—	1,08	„ 2,17 „ [u. Trockne
O	—	6,63	„ 13,23 „ [reducirt.
N	—	1,24	„ 2,47 „

Da sich in diesem Versuche, trotzdem der Saft vollkommen frei von festen Partikeln war, in Folge der Fäulniss selbst, in der Flüssigkeit Gerinnsel bildete und der Einwand erhoben werden konnte, dass zu den coagulirten Massen Sauerstoff nicht hinzutreten konnte, so habe ich in einem zweiten Versuche diesem Uebelstand durch Zusatz von Alkali zu dem Saft abzuhelpen gesucht.

Zu 780 cct. Pankreassaft wurden 2 grm., also 0,25 % NaHO zugesetzt. Die Flüssigkeit wurde aber dadurch zu alkalisch und es trat keine Fäulniss ein. Nach Verlauf von 7 Tagen, während welcher Zeit sich kein Gas entwickelte und an der Oberfläche der Flüssigkeit sich Fett und Tyrosinkrystalle absetzten, wurde der Versuch unterbrochen.

Zu einer neuen Portion des Pankreassaftes 630 cct. von 4,19 % Eiweissgehalt, wurden 0,5 grm. NaHo also 0,08 % zugesetzt. Nach 17 Stunden erhielt ich während 2 Stunden 67,21 cctm. Gas, welches folgende Zusammensetzung hatte:

CO ₂	— 35,86 cc. oder 53,36 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst.	
H	— 2,41	„ 3,58	„ [und Trockne
O	— 25,40	„ 37,79	„ [reducirt.
N	— 3,54	„ 5,27	„

Zweite Portion des Gases = 81,39 cctm. wurde nach 25 Stunden während 1 1/2 Stunden gesammelt. Die Analyse ergab folgende Zusammensetzung des Gases:

CO ₂	— 51,41 cc. oder 63,17 Vol. %	auf 0° T. 760 m.	
O	— 13,96	„ 17,15	„ [Bst. u. Trockne
			[reducirt.

Nach 48 Stunden wurde eine dritte Portion von 67,70 cctm. während 2 Stunden gesammelt. Die Analyse lieferte folgende Zahlen:

CO ₂	— 52,10 cc. oder 76,96 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.	
O	— 8,11	„ 11,98	„ [Trockene
			[reducirt.

Bei der Verpuffung des Wasserstoffs ereignete sich in beiden letzten Fällen ein Unfall, so dass nur die Kohlensäure und der Sauerstoff hier bestimmt werden konnten.

Versuche mit Lebersaft.

A. Bei Luftausschluss.

Am 15. November 1881 wurden 780 cctm. Lebersaft mit 3,57 % Eiweissgehalt der Fäulniss überlassen. Das nach 90 Stunden innerhalb 2 $\frac{1}{2}$ Stunden gesammelte Gas = 57,99 cctm. enthielt:

CO ₂	— 40,16 cc. oder 69,25 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
H	-- 15,15	„ 26,13 „ [Trockne reducirt.
CH ₄	— 0,29	„ 0,50 „
N	— 2,39	„ 4,12 „

B. Bei anwesendem Sauerstoff.

Am 30. October wurden 560 ccmt. Lebersaft mit 9,85 % Eiweissgehalt der Fäulniss überlassen. Die Analyse des während 2 Stunden nach 40stündiger Fäulniss gesammelten Gases = 42,17 cctm. ergab folgendes Resultat:

CO ₂	— 29,37 cc. oder 69,65 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
H	— 4,10	„ 9,72 „ [Trockne reducirt.
O	— 6,79	„ 16,10 „
N	— 1,91	„ 4,53 „

Die zweite während 3 Stunden gesammelte Portion nach 64 Stunden = 59,96 cctm. enthielt:

CO ₂	— 44,18 cc. oder 73,68 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
H	— 12,58	„ 20,98 „ [Trockne reducirt.
O	— 0,78	„ 1,30 „
N	— 2,42	„ 4,04 „

Auch hier entstanden durch die Fäulniss in dem vorher flüssigen Saft Gerinnsel, wesshalb ich diesen Versuch unter Zusatz von Alkali wiederholte.

Am 7. Januar wurden 780 cctm. Lebersaft mit 5,46 % Eiweissgehalt der Fäulniss unterworfen. Der Flüssigkeit wurden 4,0 gm. NaHo zugesetzt. Am 9. Januar enthielt das in einer Stunde gesammelte Gas = 48,55 cctm.:

CO ₂	— 32,38 cc. oder 66,69 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
		Trockne reducirt.

Die anderen Gase wurden nicht bestimmt, wegen einer Explosion, die bei der Verpuffung derselben stattgefunden hat.

Die zweite, den 10. Januar in einer Stunde gesammelte Portion des Gases = 43,94 enthielt:

CO ₂	— 35,07 cc. oder 79,81 Vol. % auf 0° T. 760m. Bst. u.
H	— 8,28 " 18,25 " [Trockne reducirt.]
CH ₄	— 0,04 " 0,09 "
N	— 0,55 " 1,25 "

Am 13. Januar hörte die Fäulniss auf.

Trotz der grossen Menge des zugesetzten Alkalis sind auch hier spärliche Gerinnsel in der Flüssigkeit entstanden, wahrscheinlich in Folge der aus dem Leberglycogen entstandenen Milchsäure.

Versuche mit Eiereiweiss.

A. Bei Luftausschluss.

170 ccm. Eiereiweiss aus 10 Eiern wurden mit Wasser auf 680 ccm. verdünnt. Die Mischung enthielt 2,5 % Eiweiss. Diese Flüssigkeit faulte sehr langsam. Das nach 144 Stunden (6 Tagen) der Fäulniss gesammelte Gas enthielt:

Gas Vol. = 38,06 ccm.

CO ₂	— 14,60 cc. oder 38,36 Vol. % auf 0° T. 760m. Bst. u.
H	— 21,80 " 57,28 " [Trockne reducirt.]
N	— 1,66 " 4,36 "

B. Bei vorhandenem Sauerstoff.

Am 8. November 1881. 240 ccm. Eiereiweiss aus 10 Eiern wurden mit gleicher Menge Wasser gemischt. Eiweissgehalt = 5,0 %. Vom 8. bis 14. November fand keine Gasentwicklung statt.

Am 14. November wurden der Flüssigkeit ungefähr 50 ccm. Lebersaft zugesetzt und der Kolben noch einmal mit Sauerstoff gefüllt. Nach 40 stündiger Fäulniss enthielt das während 2 Stunden gesammelte Gas = 45,72:

CO ₂	— 13,78 cc. oder 30,36 Vol. % auf 0° T. 760 m. Bst. u.
O	— 28,59 " 62,53 " [Trockne reducirt.]
N	— 3,35 " 7,11 "

Am 17. November nach 64 Stunden wurde eine zweite Portion des Gases gesammelt. Die Analyse des Gases lieferte folgende Zahlen:

	Gas Vol. = 40,34 cctm.	
CO ₂	— 21,69 cc. oder 53,78 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
O	— 16,17	„ 40,08 „ [Trockne reducirt.
N	— 2,48	„ 6,14 „

Die Analyse der dritten am 18. November (nach 96 Stunden) gesammelten Portion = 35,05 cctm. ergab:

CO ₂	— 23,18 cc. oder 66,14 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
O	— 10,07	„ 28,73 „ [Trockne reducirt.
N	— 1,80	„ 5,13 „

Am 20. November war die Fäulniss sehr schwach.

Am 21. November keine Gasentwicklung mehr.

Versuche mit Ascitesflüssigkeit.

Bei vorhandenem Sauerstoff.

Am 9. März 1882 wurden 750 cctm. einer serösen Flüssigkeit mit 4,12 % Eiweissgehalt durch Zusatz von 30 cctm. Pankreassaft zum Faulen gebracht.

Am 11. März wurde die erste Portion des Gases = 65,95 cc. während 6 Stunden gesammelt. Die Analyse lieferte folgende Zahlen:

CO ₂	— 34,47 cc. oder 52,25 Vol. %	auf 0° T. 760 m Bst. u.
H	— 11,94	„ 18,10 „ [Trockne reducirt.
O	— 16,27	„ 24,66 „
N	— 3,29	„ 4,99 „

Am 13. März von 10 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags wurde die zweite Portion des Gases gesammelt und analysirt.

CO ₂	— 46,85 cc. oder 71,31 Vol. %	auf 0° T. 760 m. Bst. u.
H	— 7,89	„ 12,01 „ [Trockne reducirt.
O	— 8,48	„ 12,91 „
N	— 2,48	„ 3,77 „

Gas Vol. = 65,70 cctm.

Bei diesem Versuche entstand durch die Fäulniss ein voluminöses Gerinnsel.

Am 14. März wurden 750 cctm. derselben serösen Flüssigkeit genommen, defibrinirt und 50 cctm. Pankreassaft zugesetzt. Während der Fäulniss fand jetzt keine Coagulation statt. Die erste Portion des Gases = 72,66 cctm. wurde den 15. März von 12 bis 5 Uhr gesammelt. Die Analyse lieferte folgendes Resultat:

CO ₂	— 35,94 cc. oder 49,46 Vol. % auf 0° T. 760 m. Bst. u.	
H	— 24,67	33,92 „ [Trockne reducirt.
O	— 8,67	11,93 „
N	— 3,38	4,69 „

Am 16. März von 10 bis 12 1/2 Uhr wurde die zweite Portion des Gases gesammelt. Die Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

	Gas Vol. = 68,57 cctm.	
CO ₂	— 47,38 cc. oder 69,10 Vol. % auf 0° T. 760 m. Bst. u.	
H	— 16,16	23,56 „ [Trockne reducirt.
O	— 2,73	3,98 „
N	— 2,30	3,36 „

Versuche mit Gelatine.

Den 2. März 1882. Als Fäulnissflüssigkeit wurde 670 cctm. 5%-ger Gelatinelösung und zwar bei Luftausschluss benutzt. Die Flüssigkeit begann schon am 4. März zu faulen, doch erst am 6. März, also nach 93 Stunden wurde die erste Portion des Gases = 73,65 cctm. aufgefangen, das aber nur aus Kohlensäure bestand.

Am 7. März bestand das innerhalb 6 Stunden aufgefangene Gas = 67,05 cc. ebenfalls nur aus Kohlensäure.

Ueberblickt man nun die von mir erhaltenen Zahlen, so ergibt es sich, dass nur in einem Versuche, nämlich mit Eierweiss bei anwesendem Sauerstoff kein Wasserstoff entwickelt wurde. Die Flüssigkeit enthielt hier wie in allen übrigen Versuchen vereinzelte durch die Fäulniss erzeugte Gerinnsel. Wie

aus dem Mitgetheilten hervorgeht, war die Fäulniss hier sehr schwach und dem entsprechend sehr wenig Gas entwickelt. Hierin liegt jedenfalls die Ursache des fehlenden Wasserstoffes; denn in allen andern Versuchen, wo die Fäulniss viel intensiver war, wurde trotz der Gegenwart des Sauerstoffs Wasserstoff entwickelt.

Wie verhält sich nun der bei der Fäulniss entwickelte Wasserstoff gegenüber dem moleculären Sauerstoff und welche Rolle spielt er im Leben der Spaltpilze?

Hoppe-Seyler nimmt ohne Weiteres an, dass nascirender Wasserstoff den moleculären Sauerstoff nach der Gleichung: $H_2 + O_2 = H_2O + O$ zersetze. Dem entgegen behauptet Traube, ¹⁾ dass „nascirender Wasserstoff nicht im Stande ist Sauerstoff durch Spaltung einer Molecüle zu activiren,“

Nach Gautier ²⁾ geben Gemische von $O_2 + H_2$ erst bis auf der Rothgluth nahe liegende Temperatur erhitzt Wasserdampf neben unverändertem Wasserstoff und Sauerstoff. Allerdings behauptet Hoppe-Seyler, dass das Vermögen aus moleculärem Sauerstoff Wasser und atomistischen Sauerstoff zu bilden, der Wasserstoff nur in statu nascendi besitze.

Wenn aber wirklich nascirender Wasserstoff mit dem moleculären Sauerstoff zu Wasser sich vereinigt und dies nicht in der lebendigen Spaltpilzzelle, sondern in der Nährflüssigkeit geschieht, so ist diese Umsetzung ein rein sekundärer Prozess, der mit dem Leben der Spaltpilze nichts zu thun hat. Wir haben in der That eine durchaus analoge Erscheinung in der Wirkung des nascirenden Wasserstoffs auf Schwefel. So verbindet sich nach Cloëz ³⁾, der durch Einwirkung von Salzsäure auf Aluminium, Eisen oder Zink entwickelte Wasserstoff mit dem in der Flüssigkeit suspendirten Schwefel zu Schwefelwasserstoff und nur die Menge des gebildeten Gases ist je nach dem Metall verschieden; Aluminium gibt die grösste Menge Schwefelwasserstoffs, hierauf kommt das Eisen, dann das Zink. Genau so verhält es

¹⁾ Ber. deutsch. chem. Gesell. 1882. S. 222.

²⁾ Ber. deutsch. chem. Gesell. Bd. II. 750.

³⁾ Jahresber. f. Chemie. 1858. S. 78.

sich nach den Untersuchungen von Miquel ¹⁾ mit dem bei der Fäulniss entstehenden Wasserstoff. Ich will hierüber die eigenen Worte Miquel's anführen. „Quand on cultive le bacille dans un milieu exempt de soufre et de toute substance sulfurée, il dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène. Vient-on à introduire dans ce milieu quelques morceaux de soufre, l'acide sulfhydrique apparait et se répand dans la liqueur. Ce qui démontre que l'hydrogénation du soufre n'est que le résultat d'une action secondaire parfaitement distincte du phénomène de nutrition.“

Die Wasserstoffentwicklung bei der Fäulniss hängt am allerwenigsten von der An- oder Abwesenheit des Sauerstoffs ab. Dagegen massgebend hierfür sind, erstens: die bestimmte Art des die Fäulniss bewirkenden Spaltpilzes und zweitens: die chemische Zusammensetzung der als Nährlösung dienenden Substanz. Während z. B. Lösungen von Eiereiweis oder seröse Flüssigkeiten mit etwas pankreatischem Saft inficirt bei der Fäulniss reichlich Wasserstoff entwickeln, entwickelt Gelatine mit dem gleichen Saft inficirt auch bei völligem Sauerstoffausschluss nur Kohlensäure. Dies ist der gewöhnliche Fall. Es gelingt aber, wenn auch selten, aus der gleichen Gelatine und unter sonst gleichen Bedingungen ausser Kohlensäure auch reichliche Wasserstoffentwicklung hervorzurufen. Ein solcher Fall ist von Prof. Nencki ²⁾ beschrieben worden und die wahrscheinlichste Ursache dieser Erscheinung ist die, dass in dem zugesetzten pankreatischen Saft eine nicht häufig vorkommende, auch aus Gelatine Wasserstoff entwickelnde, Spaltpilzspecies enthalten war.

Von Baumann ³⁾ wurde gegen Nencki der Vorwurf erhoben, dass in der Versuchsanordnung des Letzteren die Berührung der Wasserstoffatome mit Sauerstoff nur an der Oberfläche des Fäulnissbreies und deshalb sehr unvollkommen stattfinden

¹⁾ P. Miquel. Bull. de la société chimique. Nouv. série 1879. T. XXXII. p. 129.

²⁾ Journ. f. pract. Chemie. Bd. 19. S. 336.

³⁾ Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. 5. S. 255.

konnte. „Das zeitweilige Schütteln brachte von Zeit zu Zeit eine etwas grössere Oberfläche der Flüssigkeit auf Augenblicke mit dem Sauerstoff in Berührung; die Hauptmenge des Wasserstoffes konnte daher nur in molekularem Zustande mit dem Sauerstoff in Berührung kommen und dass diese Gase nicht aufeinander einwirkten, kann wohl kaum überraschen.“

In einer spätern Arbeit hat daher Hoppe-Seyler Versuche ausgeführt, in welchen mittelst eines besonders construirten Apparates die faulende Flüssigkeit fortwährend über die Seitenwandungen der Flaschen fliessen und somit der über ihr stehenden Luft eine sehr grosse Berührungsfläche darbieten musste. Die bei der Fäulniss des kaltbereiteten Wasserauszuges aus Pankreas gebildeten Gase wurden nicht untersucht. Hoppe-Seyler constatirte selbst aber, dass trotz der ununterbrochenen Sauerstoffzufuhr Reductionsproducte entstanden sind. Noch lehrreicher ist der Versuch Hoppe-Seylers¹⁾ mit Rohrzuckerlösung und Bierhefe, wo in der im Sauerstoffgase fliessenden Zuckerlösung die Hefe nur äusserst schwache Gährung hervorzurufen vermochte. Die nach viertägigem Sauerstoffdurchleiten der Destillation unterworfenen Zuckerlösung gab ein stark saures Destillat, das mit Natriumcarbonat übersättigt und abermals destillirt wurde. „Es zeigten sich beim Beginne der Destillation keine ölig am Glase fliessende Tropfen im Kühlrohr; durch Jod und Kalilauge, ebenso durch Chromsäure, wurde etwas Alkohol nachgewiesen, seine Quantität war aber sehr gering. Der Rohrzucker war völlig invertirt und das Gewicht des bei der Verdampfung des filtrirten Rückstandes in der Retorte bleibenden Syrups war noch etwas grösser als das Gewicht des zum Versuche benutzten Rohrzuckers.“ Die mikroskopische Untersuchung dieser Flüssigkeit ergab unveränderte Hefezellen, Pilzmycelien, daneben sehr zahlreiche Micrococcen in Molecularbewegung. Wahrscheinlich waren es die letzteren, welche einen geringen Theil des Zuckers zu der flüchtigen Säure oxydirten. Die gleiche Hefe,

¹⁾ Ueber die Einwirkung des Sauerstoffs auf Gährungen. Strassburg. 1881. S. 9.

welche in einem Kontrollversuche beim ruhigen Stehen ohne Sauerstoffdurchleitung den Zucker gänzlich in Alkohol und Kohlensäure verwandelte, vermochte bei übermässiger Sauerstoffzufuhr nur aus einem ganz geringen Theil des Zuckers Alkohol zu bilden. Der grösste Theil des Zuckers wurde nur invertirt. Uebermässige Sauerstoffzufuhr wirkt auf Grund des Hoppe-Seyler'schen Versuchs nur gährungshemmend, ohne der Hefe die Möglichkeit Zucker vollkommen zu verbrennen zu geben. Wir gelangen gerade auf Grund dieses und ähnlicher Versuche zu der Ansicht, dass die Art der chemischen Prozesse bei den Fermentationen und im Leben der Thiere durchaus nicht übereinstimmt und dass die Mittel und Wege, welche den lebendigen Organismen um Oxydationen zu bewirken zu Gebote stehen, sehr mannigfache sein müssen.

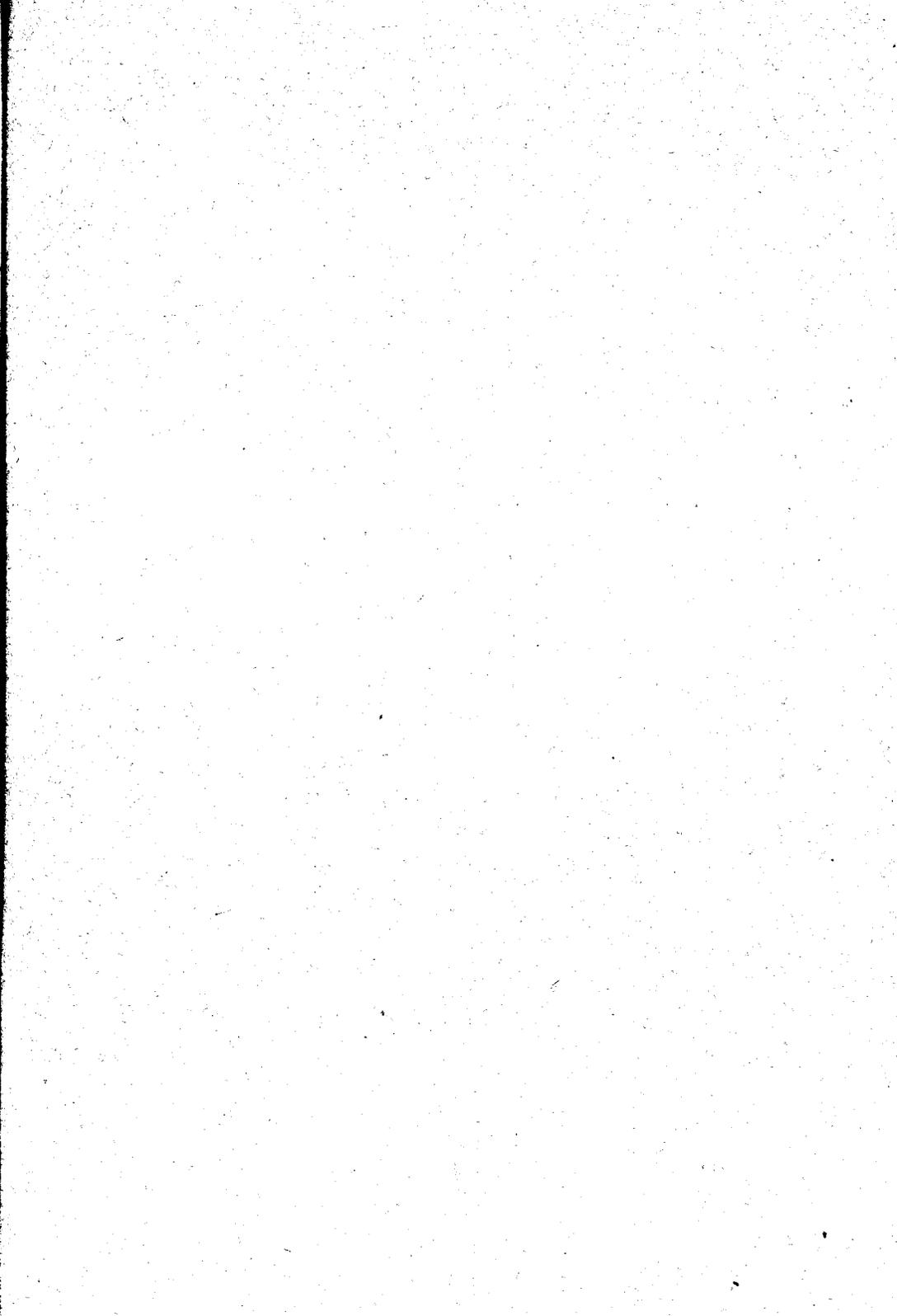
Schliesslich erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Professor Nencki, für die freundliche Anleitung und wohlwollende Unterstützung, die er mir bei meiner Arbeit zu Theil werden liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

A. Zlotnicki.

Chemisch-Physiologisches Laboratorium zu Bern,
im Juni 1882.



11443



9417