„Experientia docet.“

Ueber den Einfluss einiger Salze und Alkaloiden auf die Verdauung.

Von

Dr. Louis Wolberg.

Von der Warschauer medic. Facultät gekrönte Preisschrift¹⁾.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass durch Kochsalz die Fäulniss gehemmt wird, das ist, Kochsalz besitzt die Eigenschaft, die Fermentbildung, von der die Fäulniss im Allgemeinen abhängig ist, zu hemmen. Auch andere Salze besitzen dieselbe Eigenschaft; so werden z. B. die Lösungen von $MgSO_4$ und Na_2SO_4 in America und England zur Aufbewahrung anatomischer Präparate benutzt und vertreten dort die Stelle des bei uns an diesen Zwecken gebräuchlichen Alcohols. Diese Thatsachen waren Allen seither bekannt; unlängst aber fing auch die Wissenschaft sich mit dieser wichtigen Frage zu beschäftigen an; wichtig ist die Frage deshalb, weil die Salze nicht nur in der Diätetik, sondern auch in der Therapie eine grosse Rolle spielen; ausserdem die uns bekannte Thatsache, dass durch einige Salze die Fäulniss gehemmt wird, führt uns in logischer Gedankenreihe zu folgenden Fragen: 1) Welche Salze hemmen die Fermentation? 2) Bei wie grosser Menge hemmt das betreffende Salz? 3) Wirkt ein und dasselbe Salz auf eine und dieselbe Weise auf verschiedene Fermentationen? 4) Sind Salze vorhanden, durch welche die Fermentation nicht gehemmt, sondern beschleunigt wird? 5) Durch welchen Bestandtheil des Salzes wird die Fermentation beeinflusst, durch die Basis, oder durch die Säure? etc. etc. Die Frage weiter dehnend, können wir neugierig sein, wie die so oft gebrauchten Alkaloide auf die Fermentation wirken!

Trotz der Wichtigkeit dieser Fragen, wurden sie erst in

1) Verkürzt und übersetzt vom Verfasser.

den letzten Jahren ventilirt; Liebig¹⁾ eröffnete die Reihe indem er sagte, dass die Fermentationskraft der Hefe durch eine Zugabe von NaCl oder KCl ein wenig verstärkt wird. Seitdem arbeiteten an diesem Thema: Heidenhain²⁾, Wilhelm Ebstein und Julius Müller³⁾, Carl Knapp⁴⁾, Alex. Schmidt⁵⁾ und ganz besonders Otto Nasse⁶⁾. Alle diese Autoren veranstalteten Experimente über den Einfluss der Salze (auch der Alkaloide) auf die Fermente der Bauchspeicheldrüse, der Leber, des Mundspeichels; die Magenfermentation aber, unbegreiflicher Weise, blieb unberücksichtigt bis jetzt und deshalb wählte ich dieselbe zum Thema meiner Untersuchungen, deren Resultate ich den geneigten Lesern hiemit vorlege. Meine Experimente machte ich im Jahre 1878⁷⁾. Ich will nur die wichtigsten Schlüsse aus den früheren Arbeiten anführen, damit der Leser sie später mit den meinigen vergleichen kann. So sagt Carl Knapp: 1) Die Natronsalze hemmen die Fermentation (Alkoholgährung) mit Ausnahme des Na_2SO_4 , das dieselbe beschleunigt. Da nun aus meinen Experimenten klar wird, dass die Magenfermentation durch Na_2SO_4 ebenfalls stark gehemmt wird, so komme ich zur Folgerung, dass ein und dasselbe Salz auf zweierlei Fermente verschieden wirken kann. 2) Die Kalisalze beschleunigen die Fermentation, aber nur auf kurze Zeit; bei längerem Einwirken dieser Salze wird die Beschleunigung der Fermentation immer geringer, folglich, nach Knapp's Erklärung, wird die Hefen-Zelle Anfangs durch die Kalisalze gereizt und deshalb ihre Wirkungsfähigkeit vergrößert, später jedoch werden die Kalisalze indifferent, so dass wir weder Beschleunigung, noch Hemmung des Fermentationsprozesses bemerken.

1) Ueber Gährung, Quelle der Muskelkraft und Ernährung. Separat-
abdruck aus den Annalen der Chemie und Pharmacie. 1870. S. 61.

2) Beiträge zur Kenntniss des Pankreas (Pflüger's Archiv Bd. X.).

3) Ueber den Einfluss der Säuren und Alkalien auf das Leberferment
(Berichte d. deutschen chemischen Gesellschaft S. 679).

4) Ueber den Einfluss der Kali- und Natronsalze auf die Alkohol-
gährung. Annalen der Chemie und Pharmacie. Seite 65.

5) Ueber die Beziehung des Kochsalzes zu einigen thierischen Fermen-
tationsprozessen (Pflüger's Archiv. Bd. XIII. S. 951).

6) Untersuchungen über die ungeformten Fermente (ibidem. Bd. XI.
S. 138).

7) Im Warschauer Institut für physiologische Chemie (Director Dr. H.
Fudakowski, bereits verstorben).

Der Arbeit Wilhelm Ebstein's und Julius Müller's (siehe oben l. c.) entnehmen wir folgende Sätze: 1) Alkalien hemmen die Fermentation. 2) Durch Säuren wird die Fermentation total gehemmt, aber nicht aufgehoben, weil, nachdem man die sauren Lösungen wieder alkalisch gemacht, die Fermentation sich wieder einfindet. 3) Diejenigen Salze, die Krystallwasser enthalten, hemmen die Fermentation geringer, als die durch Schmelzen von Wasser befreiten Salze, folglich können wir behaupten, dass die Wirkung der Salze auf Fermente darin besteht, dass sie denselben das Wasser entziehen. Auch meine Experimente (s. unten Tab. III, IV, XII) mit geschmolzenem und crystallischen Na_2SO_4 und $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ haben zur Genüge die Wahrheit der dritten Bemerkung Ebstein's und Müller's nachgewiesen.

Alexander Schmidt (l. c.) beweist, dass NaCl die Milcherinnung hemmt; die neutralen Salze der Alkalien hemmen die Verdauung, weil sie das Aufquellen des Faserstoffs in Flüssigkeit aufhalten. (Es war mir vergönnt auch dies bei grossen Mengen verschiedener Salze zu bemerken.) Weiter sagt Schmidt, dass die Fibringerinnung durch Zugabe kleiner Quantitäten Kochsalz bis zu einer gewissen Grenze gesteigert, später aber, bei grösseren Quantitäten gehemmt wird, um bei noch grösseren Mengen ganz auszubleiben d. i. dass Blut bleibt flüssig. Die grösste Beschleunigung sah Schmidt bei 0,4—0,1 % Kochsalz; bei 2—2,5 % war schon die Hemmung bemerkbar, bei noch grösseren Mengen blieb das Blut flüssig. Weiter beweist Schmidt, dass die Fermentwirkung am stärksten durch MgSO_4 , dann durch NaCl , am schwächsten aber durch Na_2SO_4 gehemmt wird. Warum die Fermentation durch geringe Salzmengen beschleunigt, durch grössere aber gehemmt wird, ist vorläufig von Schmidt und Anderen unbeantwortet geblieben.

Otto Nasse's zahlreiche Versuche beweisen folgendes: Das Sauerwerden der Muskelsubstanz wird am stärksten durch NaNO_3 gehemmt; ihm folgen KCl , NaCl und zuletzt KNO_3 . Die Zuckerinversion (Rohrzucker und Invert-Ferment der Hefe) wird durch Na_2SO_4 ein wenig beschleunigt, viel beträchtlicher aber durch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; eine Hemmung sah Nasse bei K_2SO_4 . Diese Resultate stimmten mit denen, die Nasse früher über die Inversion des Zuckers unter dem Einflusse der Schwefelsäure in Anwesenheit schwefelsaurer Salze veranstaltete, nicht überein, da

er in jenen Versuchen (l. c. S. 148. Versuch III u. IV) bei allen schwefelsauren Salzen eine sehr beträchtliche Hemmung der Zucker-Inversion erhielt. Auf diese Weise bewies Nasse den oben mitgetheilten Satz Carl Knapp's (Seite 5). NaCl und KCl hemmen die Inversion, NH_4Cl beschleunigt sie sehr stark; aber diese Beschleunigung steht im umgekehrten Verhältniss zur Menge des NH_4Cl , so z. B. bei 4% Salzgehalt ist die Beschleunigung 64% gleich, bei 16% hingegen ist sie Null. Von salpetersauren Salzen wird die Inversion durch NaNO_3 ein wenig, durch KNO_3 etwas mehr gehemmt, durch NH_4NO_3 aber sehr stark gefördert, so dass bei 16% Salz die Beschleunigung immer noch 24% beträgt, bei 4% Salzgehalt ist sie 75% gleich. In den Natrium-Verbindungen hemmt die HNO_3 stärker als die HCl; die H_2SO_4 hingegen befördert; in den Kalisalzen hemmt HCl stärker als HNO_3 , und H_2SO_4 beschleunigt abermals. Bei allen Ammoniak-Salzen ist eine Beschleunigung der Inversion sichtbar, die jedoch bei schwefelsaurem Ammon grösser ist, als bei den andern.

Da ich in meinen Versuchen keine Beschleunigung, wohl aber eine Hemmung der Verdauung durch H_2SO_4 gesehen habe, so folgere ich daraus, im Vergleich mit Nasse's Resultaten, dass nicht nur Salze, sondern auch Säuren auf verschiedene Fermente einen verschiedenen Einfluss üben.

Weiter sieht Nasse, dass bei Speichel und Pankreasferment die Gährung durch Na_2SO_4 , NaCl, KNO_3 beschleunigt, bei Diastase aber gehemmt wird. NH_4NO_3 hemmt sehr stark bei Speichel und Diastase, beschleunigt bei Pankreas u. s. w. Nasse sagt, dass wie die Quantität, so auch die Qualität des Salzes vom gewissen, für jedes Ferment specifischen, Einfluss ist.

Was die Alkaloide anbetrifft, so wird bei Diastase die Gährung durch Chininum aceticum und Strychninum purum gehemmt, durch Curare, Morphinum acet. und Veratrinum sulfuricum beschleunigt. Coffeinum purum bleibt ohne Einfluss. Bei dem Speichelferment hemmt am stärksten Veratrinum sulf. Coffeinum ist wieder wirkungslos, alle anderen beschleunigen, Curare abermals am stärksten. — Daraus sehen wir, dass Alkaloide ebenfalls specifisch auf verschiedene Fermente wirken. Bei Pankreasferment sah Nasse durchweg bei allen Alkaloiden eine Beschleunigung.

Ich habe die Literatur vielleicht zu weitläufig behandelt, dies aber in der Absicht, um dem geneigten Leser womöglich ein Ganzes über die zu behandelnde Frage vorzustellen; die Literatur ist, wie man sieht, nicht gross. Ehe ich meine Experimente beschreibe, sei mir gestattet, einige Worte über den

Plan der Versuche

zu sagen. Um den Einfluss der Salze und Alkaloide auf die Magenfermentation zu untersuchen, wählte ich folgende 10 Salze: NaCl, Na₂SO₄ (mit und ohne Krystallwasser), NaNO₃, KCl, KNO₃, K₂SO₄, NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, NH₄NO₃ und Na₂B₄O₇¹⁾. Jedes dieser Salze wurde in folgenden sechs Quantitäten: 0,5 gr, 1,0 gr, 2,0 gr, 4,0 gr, 6,0 gr und 8,0 gr benutzt. Auf diese Weise erhielt ich mehr denn 60 Resultate behufs der Wirkung der Salze. Alsdann machte ich Versuche mit folgenden 6 Alkaloiden: Morphinum muriaticum, Strychninum purum, Chininum sulfuricum, Veratrinum purum, Narcotinum und Digitalinum (Merek, Darmstadt). Ein jedes Alkaloid benutzte ich in folgenden drei Quantitäten: 0,1 gran, 0,2 gran und 0,5 gran. Die Folge dieser Versuche waren also 18 Resultate.

Damit beendigte ich meine Versuche, an denen die Zeit mir knapp zugemessen war, die Concurrenzschrift musste nämlich zum Termin abgeliefert werden.

I. Abschnitt.

Der Einfluss der Salze auf die Verdauung.

Materialien. Um die Magenfermentation künstlich herzustellen, sind zwei Bestandtheile nothwendig: das Substrat und die Verdauungsflüssigkeit. Als erstes benutzte ich den wohl gereinigten Blutfaserstoff. Die in demselben sich befindende Wassermenge wurde vorher durch Austrocknen des Fibrins bestimmt, so

1) Dumas (in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vom 5. August 1872) hat zuerst auf die schädliche Einwirkung des Na₂B₄O₇ auf diastatische Fermente, wie: Emulsin, Diastase, Mirosin etc. aufmerksam gemacht. Durch Borax wird die Wirkung dieser Fermente auf Stärke, Amygdalin u. s. w. bei 70° C., aufgehoben (Gazette medicale XLIII. 1872. Nr. 35, p. 423 und Berichte der deutschen chem. Gesellschaft V, p. 826).

dass alle Resultate dieser Arbeit auf wasserfreies Fibrin berechnet worden sind. Um die Verdauungsflüssigkeit herzustellen, nahm ich die vom Pylorustheile lospräparirte Magenschleimhaut eines Rindes, und nachdem ich sie in feine Stückchen zerschnitten habe, goss ich darauf reines Glycerin im Verhältniss 1:1 d. i. gleiche Theile Glycerin und Schleimhaut. Nach 5—6 Tagen konnte das Infus schon benutzt werden. Alsdann goss ich auf 100 cem destillirten Wassers 0,5 Salzsäure (spec. Gew. 1,2¹), dieser Lösung gab ich 7 cem des Glycerininfuses zu. (Diese Quantität war genügend, um eine Verdauung des Fibrins zu bewirken, was durch einige Probeversuche bestätigt wurde.)

Methode. Auf eine gewisse Quantität Fibrins (gewöhnlich 1,0 gr), dessen Wasserinhalt mir bekannt war, wurden 100 cem obiger Verdauungsflüssigkeit gegossen. Ein mit diesen Bestandtheilen gefülltes Glasgefäss, von der Form eines Ballons, wurde in ein Wasserbad von 40—45 ° C. gestellt; diese Temperatur wurde mittelst einer kleinen Flamme beständig auf dieser Höhe gehalten. Das Gefäss blieb im Bade 24, zuweilen auch 48 Stunden. Dann wurde die ganze Flüssigkeit durch gewogenes, sehr trockenes schwedisches Papier filtrirt, das auf dem Filter bleibende unverdaute Fibrin einige Male mit heissem Wasser gewaschen, dann sammt dem Filter so lange bei 100 ° C. getrocknet, bis es in zwei nach einander folgenden Wägungen keinen Unterschied mehr zeigte, dann das Gewicht des Filtrirpapiers von dem jetzt gefundenen abziehend, erfuhr ich das Gewicht des unverdaut gebliebenen Fibrins. In ein und dasselbe Wasserbad stellte ich gewöhnlich 2—4 Ballons; einen von denselben liess ich ohne Salz; er diente, als Norm der Verdauung, zum Vergleiche mit den anderen, denen verschiedene Quantitäten verschiedener Salze resp. Alkaloide zugegeben wurden. Einem Spezialisten wird diese Arbeitsbeschreibung vielleicht allzu weitläufig erscheinen; ich fühlte mich jedoch gezwungen, sie mitzuthellen, aus Rücksicht auf die Beschwerden, die ich beim Beginn meiner Versuche, einer guten Technik-Beschreibung ermangelnd, erfahren habe; ich musste den Vorbereitungen mehr Zeit widmen, als den Versuchen selbst. Einen andern Forscher vor diesen Schwierigkeiten zu schonen war der

1) Die Säure von diesem spez. Gewicht enthält 0,228 % reinen Chlor-Wasserstoffs.

Zweck obiger Zeilen. Jetzt will ich den ersten Versuch minutiös beschreiben, in den folgenden aber werde ich nur die Zahlenresultate anführen, um den Leser mit Wiederholungen nicht zu langweilen.

I. Versuch. NaCl.

Zu zwei gleichen Theilen Faserstoffs à 2 gr d. i. à 1,828 gr wasserfreien Faserstoffs erhaltend, wurden zu je einem Theile 200 cem der Verdauungsflüssigkeit gesetzt. Dem ersten Ballon (I) wurde 0,5 gr wasserfreies NaCl beigelegt, der zweite Theil blieb ohne Salz. Nachdem die Ballons 45 Stunden im Wasserbade gestanden, bekam ich auf oben beschriebene Weise (s. Methode) folgende Resultate:

I. Faserstoff genommen 1,828. Geblieben auf dem Filter 0,116. Verdaut 1,702.

II. Faserstoff 1,828. Geblieben 0,169. Verdaut 1,659.

Tabelle I.

NaCl.

	NaCl.	Zeit.	Fibrin.	Flüssig- keit.	Ge- blieben.	Verdaut.	Bemerkung.
I	0,5	45 S.	1,828	200	0,116	1,702	2,6 % Beschleunigung ¹⁾ .
II	—	45	1,828	200	0,169	1,659	

Bei einer Quantität von 0,5 gr NaCl sehen wir 2,6 % Beschleunigung der Verdauung; nun lasse ich eine Gesamttabelle, die NaCl-Wirkung beweisend, folgen; alle Versuche wurden auf die eben beschriebene Weise angestellt.

1) Berechnet aus der Proportion $1,702 : 1,659 = x : 100$

$$x = 102,6$$

$$\text{Beschl.} = 102,6 - 100 = 2,6.$$

Tabelle II.
NaCl.

	NaCl.	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut	Einfluss.
I	0,5	45 S.	200	1,828	0,116	1,702	Beschleunigung 2,6 pCt.
II	1,0	21	100	0,907	0,055	0,852	Hemmung 2,3 pCt.
III	2,0	21	100	0,907	0,054	0,853	Hem. 2,3 pCt.
IV	4,0	21	100	0,829	0,073	0,756	Hem. 4,0 "
V	6,0	21	100	0,829	0,082	0,747	Hem. 5,4 "
VI	8,0	21	100	0,829	0,478	0,351	Hem. 44,6 "

Wenn ich die Zahlen-Resultate mit Worten ausdrücke, so sehen wir, dass NaCl (wasserfrei) in kleinen Mengen die Verdauung ein wenig befördert hat, aber schon die Menge eines Gramms war genügend, um die Verdauung zu hemmen; diese Hemmung wuchs mit der Vergrößerung des Salzquantums, jedoch hielt sie mit derselben durchaus nicht gleichen Schritt, so z. B. bei 6,0 gr ist die Hemmung nur 5,4 %, bei 8,0 gr hingegen 44,6 %.

Mit Na_2SO_4 veranstaltete ich zwei Reihen von Versuchen, mit wasserfreien Na_2SO_4 und mit dem Krystall-Wasser noch enthaltendem Salze; die Resultate und besonders die Verschiedenheiten in der Wirkung beider waren staunenswerth:

Tabelle III.
Wasserfreies Na_2SO_4 .

	Na_2SO_4 .	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,5	24 S.	100	0,952	0,270	0,682	14,5 pCt.
II	1,0	24	100	0,952	0,254	0,698	13,6 "
III	2,0	24	100	0,952	0,871	0,081	90,8 "
IV	4,0	24	100	0,862	0,810	0,052	93,7 "

Tabelle IV.
Krystallisches Na_2SO_4 (mit 10 H_2O).

	Na_2SO_4 .	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	1,0	24 S.	100	0,862	0,043	0,819	2,2 pCt.
II	2,0	24	100	0,862	0,057	0,805	4,0 "

Also 0,5 gr amorphes Na_2SO_4 hemmt die Verdauung um 14,5 %, hingegen 1,0 gr krystallisches nur um 2,2 %. Zwei Gramm wasserfreien Na_2SO_4 hemmen um 90,8 %, zwei Gramm krystallisches nur um 4 %. Aehnliche Resultate, deren Glaubwürdigkeit ich durch einen Control-Versuch bestätigt habe, erhielten Ebstein und Müller (l. c.) und sprachen daher die Meinung aus, dass die Salze auf Fermente wirken, indem sie dieselben des zur Fermentation unentbehrlichen Wassers berauben; die wasserfreien Salze sind mehr hygroskopisch, als Krystallwasser haltende und hemmen deswegen die Fermentation viel stärker. Sie sehen, dass meine Versuche glänzend zur Illustration und Nachweis dieser Theorie dienen können.

Tabelle V.
 NaNO_3 .

	NaNO_3 .	Zeit.	Flüssigkeit.	Fibrin.	Geblieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,5	24 S.	100	0,862	0,035	0,827	1,2 pCt.
II	1,0	24	100	0,862	0,035	0,827	1,2 "
III	2,0	24	100	0,862	0,038	0,824	1,7 "
IV	4,0	24	100	0,862	0,060	0,802	3,4 "
V	6,0	24	100	0,862	0,145	0,717	13,6 "
VI	8,0	24	100	0,862	0,595	0,267	69,7 "

Na NO_3 hemmt in allen von mir benutzten Quantitäten. Die Hemmung ist gering bei kleinen Mengen, sie wächst bei 4,0 grm, wird beträchtlich bei 6 grm, um bei 8 grm circa 70 % zu betragen.

Wenn ich die für die drei Natriumsalze erhaltenen Resultate miteinander vergleiche, so ziehe ich den Schluss, dass amorphes Na_2SO_4 am stärksten hemmt, ihm folgt NaNO_3 , und dann NaCl . Das letzte Salz hat bei kleinen Quantitäten eine verdauungsfördernde Wirkung bewiesen, was ich bei anderen Natriumsalzen nicht beobachtete.

Die durchschnittliche Hemmungsziffer wird für Na_2SO_4 —53,1 %, für NaNO_3 —15,1 % und NaCl —11,7 % betragen.

Jetzt wenden wir uns zu den Kalisalzen, und beginnen mit

Tabelle VI.

KCl.

	KCl.	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Bemerkungen.
I	0,5	24 S.	100	0,985	0,052	0,933	Hem. 1,5 pCt.
II	1,0	24	100	0,985	0,040	0,945	Hem. 0,3
III	2,0	24	100	0,985	0,035	0,950	Beschl. 0,4 pCt.
IV	4,0	24	100	0,985	0,082	0,903	Hem. 5,2 pCt.
V	8,0	24	100	0,985	0,871	0,114	Hem. 89,0 pCt.

Dieses Salz ist in seiner Wirkung so unbeständig, wie ein Herbstwetter. In der kleinsten Quantität (0,5 grm) hemmt es, die Hemmung wird aber bei 1 grm geringer, um bei 2 grm sogar in Beschleunigung überzugehen, dann haben wir bei 4 und 8 grm wieder eine Hemmung, und zwar 89 % bei der letzt gebrauchten Menge.

Tabelle VII.

KNO₃.

	KNO ₃ .	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,5	24 S.	100	0,985	0,044	0,941	1,0 pCt.
II	1,0	24	100	0,985	0,056	0,929	2,2
III	2,0	24	100	0,985	0,059	0,926	2,5 "
IV	4,0	24	100	0,887	0,064	0,823	3,4 "
V	6,0	24	100	0,887	0,093	0,794	6,8 "
VI	8,0	24	100	0,887	0,452	0,435	49,0 "

Bei allen benutzten Quantitäten sehen wir Hemmung, die jedoch, bei 8 grm ausgenommen, unbedeutend ist. In dieser Hinsicht gleicht KNO₃ dem NaNO₃, das die Verdauung ebenfalls schwach gehemmt hat. Bei 8 grm KNO₃ ist die Hemmung grösser als bei 8 grm NaNO₃. Mit KCl verglichen, wirkt KNO₃ viel beständiger, aber KCl hemmt bei 8 grm fast zwei Mal stärker als KNO₃.

Tabelle VIII.

K_2SO_4 .

	K_2SO_4 .	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Bemerkungen.
I	0,5	24 S.	100	0,887	0,046	0,841	Beschl. 0,5 pCt.
II	1,0	24	100	0,887	0,064	0,823	Hem. 2 pCt.
III	2,0	24	100	0,887	0,125	0,762	Hem. 9 "
IV	4,0	24	100	0,905	0,153	0,752	Hem. 14 "
V	6,0	24	100	0,905	0,211	0,694	Hem. 20,6 pCt.
VI	8,0	24	100	0,905	0,282	0,623	Hem. 28,8 "

Auch dieses Salz wirkt hemmend; allerdings bei kleinen Mengen sehen wir eine minimale Beschleunigung; die geht aber schon bei 1 grm in Hemmung über, wächst progressiv bei grösseren Mengen, erreicht jedoch, sogar bei 8 grm, nicht mehr als 28 %.

Die drei Kalisalze vergleichend, finden wir die grösste Hemmung bei KCl, dessen Durchschnittszahl 24 % gleicht, ihm folgen K_2SO_4 mit 14,8 % und KNO_3 mit 10,8 % Hemmung. Bei Natrium-Verbindungen hemmte Na_2SO_4 am stärksten, dann kamen $NaNO_3$ und NaCl. Der Unterschied in der Wirkung der Kali- und Natronsalze wird besonders bei Vergleich der schwefelsauren Verbindungen ersichtlich, so z. B. hemmt Na_2SO_4 bei 4 grm um 93,7 %, K_2SO_4 hingegen bei 8 grm nur um 28,0 %, folglich drei Mal schwächer bei einer zwei Mal grösseren Quantität.

Sehr neugierig war ich die Wirkung der ammoniakalischen Salze beobachten zu können; es schien mir a priori, auf Nasse's Versuche gestützt, dass diese Salze die Fermentation resp. Verdauung beschleunigen müssen; Nasse (l. c.) sah die Zuckerinversion immer durch Ammon-Salze beschleunigt. Derselbe Forscher sagt weiter unten in seiner Arbeit (l. c. siehe Literatur), dass dieselben Salze nicht analog wirken auf verschiedene Fermente; durch ein und dasselbe Salz wird die Wirkung eines Ferments gehemmt, eines anderen beschleunigt. Einen schlagenden Beweis liefern für diesen Satz folgende von mir angestellte Versuche:

Tabelle IX.

 NH_4Cl .

	NH_4Cl	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Bemerkungen.
I	0,5	24 S.	100	0,905	0,053	0,852	Hem. 1,4 pCt.
II	1,0	24	100	0,905	0,073	0,832	Hem. 3,7 "
III	2,0	24	100	0,905	0,068	0,837	Hem. 3,4 "
IV	4,0	24	100	0,910	0,012	0,898	Beschl. 0,4 pCt.
V	6,0	24	100	0,910	0,025	0,885	Hem. 0,9 pCt.
VI	8,0	24	100	0,910	0,040	0,870	Hem. 2,6 "

Die bei 0,5—1,0—2,0 grm geringe hemmende Wirkung dieses Salzes geht bei 4 grm sogar in Beschleunigung über, um dann bei 6 und 8 grm wieder zur Hemmung zurückzukehren. Im Ganzen wird die Verdauung durch dieses Salz wenig beeinflusst, jedenfalls aber ist die Wirkung eine hemmende.

Tabelle X.

 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Bemerkungen.
I	0,5	24 S.	100	0,910	0,104	0,806	Beschl. 0,6 pCt.
II	1,0	24	100	0,910	0,178	0,732	Hem. 4,8 pCt.
III	2,0	24	100	0,910	0,187	0,723	Hem. 6,0 "
IV	4,0	24	100	0,894	0,117	0,777	Hem. 7,8 "
V	6,0	24	100	0,894	0,256	0,638	Hem. 24,3 "
VI	8,0	24	100	0,894	0,318	0,576	Hem. 31,6 "

Auch dieses Salz hemmt die Verdauung, nur bei 0,5 grm wird dieselbe ein wenig befördert. Die hemmende Wirkung dieser Verbindung im Vergleich mit NH_4Cl kann man geradezu kolossal nennen, bei 8 grm haben wir 31,6% Hemmung, eine sogar das K_2SO_4 übertreffende hemmende Wirkung.

Tabelle XI.

 NH_4NO_3 .

	NH_4NO_3	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,5	24 S.	100	0,894	0,054	0,840	1,1 pCt.
II	1,0	24	100	0,894	0,072	0,822	3,2 "
III	2,0	24	100	0,894	0,089	0,805	5,2 "
IV	4,0	24	100	0,900	0,057	0,843	1,8 "
V	6,0	24	100	0,900	0,101	0,799	6,9 "
VI	8,0	24	100	0,900	0,106	0,794	7,5 "

Die hemmende Wirkung dieses Salzes ist in allen benutzten Quantitäten ersichtlich, obgleich nicht sehr beträchtlich; die grösste Hemmung (bei 8 grm) ist nur 7,5 %.

Die drei amoniakalischen Salze vergleichend, komme ich zur Ueberzeugung, dass die Verdauung durch alle diese Salze gehemmt wird (andere Fermentationen werden durch sie gefördert). Im Vergleiche mit anderen Salzen wirken die amoniakalischen schwach; am stärksten ist $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 14,4\%$, dann $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 4,3\%$ und $\text{NH}_4\text{Cl} = 2,0\%$.

Tabelle XII.
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (Borax, Sel de Conserve).

	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Bemerkungen.
I	0,5	24 S.	100	0,900	0,047	0,853	Beschl. 0,4 pCt.
II	1,0	24	100	0,900	0,239	0,661	Hem. 23,3 "
III	2,0	24	100	0,900	0,342	0,558	Hem. 34,4 "
IV	4,0	24	100	0,917	0,899	0,018	Hem. 98,0 "
V	6,0	24	100	0,917	0,901	0,016	Hem. 98,2 "
VI	8,0	24	100	0,917	0,917	Nichts.	Hem. 100 "

Dieses Salz beschleunigt bei 0,5 grm die Verdauung, aber von 1 grm beginnend hemmt es dieselbe und zwar sehr beträchtlich, die Hemmung wächst bei grösseren Quantitäten und erreicht bei 8 grm 100 %, d. h. kein einziges Milligramm Faserstoff wurde nach 24 Stunden bei dieser Quantität verdaut. In der letzten Zeit wurde die Aufmerksamkeit der Wissenschaft durch einen Brief Prof. E. Cyon's an den Herrn Vorsitzenden des medicinischen Rathes in Petersburg (Dr. Pelikan) auf die desinficirende Wirkung des Sel de Conserve gelenkt; dieses Salz soll ein starkes Desinficiens sein und wird zum inneren Gebrauche während Typhus, Pest und anderen Epidemien von Cyon empfohlen.

Die folgende Tabelle soll zur schnellen und vergleichenden Uebersicht der hemmenden Salzwirkung dienen. Indem ich Verbindungen, die verschiedene Säuren enthielten, mit einander verglichen habe, habe ich einige Winke über die Wirkung der Säuren auf die Verdauung erhalten; diese sollten aber noch selbständig untersucht werden, um bestimmend zu sein:

Tabelle XIII.
Vergleichende Tabelle.

Salz.	Quantität.	Einfluss.	Resultate.
NaCl	0,5 gr	Beschleun. 2,6 pCt.	Wir sehen, dass 1) amorphes Na_2SO_4 am stärksten hemmt. 2) NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl und $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ beschleunigen. 3) Säuren üben keine besondere Wirkung auf die Verdauung aus; am stärksten hemmt HCl , dann H_2SO_4 und HNO_3 .
Na_2SO_4 (geschmolzen).	—	Hemmung 14,5 "	
Na_2SO_4 (crystal.)	—	" 2,2 "	
NaNO_3	—	" 1,2 "	
KCl	—	" 1,5 "	
KNO_3	—	" 1,0 "	
K_2SO_4	—	Beschleun. 0,5 "	
NH_4Cl	—	Hemmung 1,4 "	
NH_4NO_3	—	" 1,1 "	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	Beschleun. 0,6 "	
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	—	" 0,4 "	
NaCl	1,0 gr	Hemmung 2,3 pCt.	1) Alle Salze hemmen bei dieser Quantität. 2) Am stärksten hemmt $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, am schwächsten KCl . 3) Von allen Salzen hemmen die schwefelsauren am stärksten.
Na_2SO_4 (geschm.)	—	" 13,6 "	
Na_2SO_4 (crystal.)	—	" 4,0 "	
NaNO_3	—	" 1,2 "	
KCl	—	" 0,3 "	
K_2SO_4	—	" 2,0 "	
KNO_3	—	" 2,2 "	
NH_4Cl	—	" 3,7 "	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	" 4,8 "	
NH_4NO_3	—	" 3,2 "	
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	—	" 23,3 "	
NaCl	2,0 gr	Hemmung 2,2 pCt.	1) Alle Salze, mit Ausnahme des KCl , hemmen. 2) Am stärksten wirkt Na_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ und K_2SO_4 . 3) Die schwefelsauren Salze sind stärker hemmend, als die salzsäuren, diese stärker als die salpetersauren.
Na_2SO_4 (geschm.)	—	Hemmung 90,8 "	
NaNO_3	—	Hemmung 1,7 "	
KCl	—	Beschleun. 0,4 "	
K_2SO_4	—	Hemmung 9,0 "	
KNO_3	—	" 2,5 "	
NH_4Cl	—	" 3,4 "	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	" 6,0 "	
NH_4NO_3	—	" 5,2 "	
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	—	" 34,4 "	

Salz.	Quantität.	Einfluss.	Resultate.
NaCl	4,0 gr	Hemmung 4,0 pCt.	1) Alle Salze, NH_4Cl ausgenommen, hemmen. 2) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, Na_2SO_4 u. KNO_3 sind die stärksten. 3) Am beträchtlichsten hemmen die schwefelsauren, dann die salzsauren, dann die salpetersauren Verbindungen.
Na_2SO_4 (geschm.)	—	Hemmung 93,7 "	
NaNO_3	—	Hemmung 3,4 "	
KCl	—	" 5,2 "	
K_2SO_4	—	" 14,0 "	
KNO_3	—	" 3,4 "	
NH_4Cl	—	Beschleun. 0,4 "	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	Hemmung 7,8 "	
NH_4NO_3	—	" 1,8 "	
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	—	Hemmung 98,0 "	
NaCl	6,0 gr	Hemmung 5,4 pCt.	1) Alle Salze hemmen. 2) Am stärksten $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 u. NaNO_3 . 3) Die schwefelsauren sind stärker wie andere, die salpetersauren aber stärker wie die salzsauren (vergl. mit Bemerkg. bei 4 u. 2 gr).
NaNO_3	—	" 13,6 "	
K_2SO_4	—	" 14,0 "	
KNO_3	—	" 6,8 "	
NH_4Cl	—	" 0,9 "	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	" 24,3 "	
NH_4NO_3	—	" 6,9 "	
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	—	" 98,2 "	
NaCl	8,0 gr	Hemmung 44,6 pCt.	1) Alle Salze hemmen. 2) Am stärksten wirken $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, KCl, NaNO_3 , NaCl, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , NH_4NO_3 und NH_4Cl . 3) Am stärksten wirken die salpetersauren, dann die schwefelsauren und salzsauren Verbindungen.
NaNO_3	—	" 69,7 "	
KCl	—	" 89,0 "	
KNO_3	—	" 49,0 "	
K_2SO_4	—	" 28,8 "	
NH_4Cl	—	Hemmung 2,6 "	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	Hemmung 31,6 "	
NH_4NO_3	—	" 7,5 "	
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	—	Hemmung 100 "	

Allgemeine Endresultate über die Wirkung der Salze auf die Verdauung.

Ich untersuchte die Wirkung folgender zehn Salze: KCl, K_2SO_4 , KNO_3 , NaCl, Na_2SO_4 , NaNO_3 , NH_4Cl , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ und $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ und kam zu folgenden Postulaten:

- 1) Die Verdauung wird durch diese Verbindungen gehemmt.
- 2) Die Grösse der hemmenden Wirkung hängt nicht nur von der Salzart ab, sondern auch von der Qualität der in der Verbindung sich befindenden Säure.
- 3) Dem Hemmungsgrade nach kann man diese Salze in folgender Reihe aufstellen:

	Durchschnittszahl
Na_2SO_4 (wasserfrei)	59,5%
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (wasserfrei)	59,3
KCl	24,0
NaNO_3	15,1
K_2SO_4	14,8
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	14,4
NaCl	11,7
KNO_3	10,8
NH_4NO_3	4,3
NH_4Cl	2,0

- 4) Was die Wirkung des K, Na und NH_3 (auf Säuren nicht geachtet) betrifft, so hemmt NH_3 in kleinen Mengen stärker, als die anderen, von 4,0 grm aber angefangen, ist Na und K viel stärker, als NH_3 . In der Wirkung des Na und K sah ich keinen besonderen Unterschied.
- 5) Die mächtigste hemmende Wirkung übt die Schwefelsäure aus; die Salpetersäure ist der Salzsäure nur um ein Weniges überlegen.
- 6) Nur bei 6 grm sehen wir bei allen Salzen eine hemmende Wirkung. Bei 4 grm beschleunigte NH_4Cl noch ein wenig.

II. Abschnitt.

Der Einfluss der Alkaloide auf die Verdauung.

Materialien und Methode, bei diesen Versuchen von mir gebraucht, waren mit den oben beschriebenen vollkommen identisch. Die Alkaloide benutzte ich in kleinen Mengen von 0,1 Gran = 0,00625 gr; 0,2 Gr. = 0,01250 und 0,5 Gr. = 0,03125 gr.

Tabelle XIV.
Morphium muriaticum.

	Morphium muriat.	Zeit.	Flüssig- keit.	Fibrin.	Ge- blieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,1 gr	24 S.	100	0,917	0,054	0,863	0,1 pCt.
II	0,2	24	100	0,917	0,055	0,862	0,3
III	0,5	24	100	0,917	0,083	0,834	4,0 "
IV	ohne	24	100	0,917	0,053	0,864	—

Nr. IV liess ich ohne Alkaloid zum Vergleiche mit den anderen. Die Verdauung wird durch Morph. muriat. gehemmt; da die benutzten Mengen klein sind, so ist auch die Hemmung keine grosse, jedoch bei $\frac{1}{2}$ Gr. beträgt sie schon 4 %.

Tabelle XV.
Strichninum purum.

	Strichninum purum.	Zeit.	Flüssigkeit.	Fibrin.	Geblieben.	Verdaut.	Einfluss.
I	0,1 Gr.	24 S.	100	0,906	0,020	0,886	Beschl. 2,0 pCt. Hem. 2,3 " " 2,6 "
II	0,2	24	100	0,906	0,057	0,849	
III	0,5	24	100	0,906	0,060	0,846	
IV	ohne	24	100	0,906	0,037	0,869	

Strichninum hemmt schwächer als Morphinum, ja sogar in kleinen Quantitäten beschleunigt es die Verdauung und zwar um 2 %.

Tabelle XVI.
Chininum sulfuricum.

	Chininum sulf.	Zeit.	Flüssigkeit.	Fibrin.	Geblieben.	Verdaut.	Beschleunigung.
I	0,1 gr	24 S.	100	0,787	0,032	0,755	0,8 pCt.
II	0,2	24	100	0,787	0,033	0,754	0,7 "
III	0,5	24	100	0,787	0,037	0,750	0,1 "
IV	ohne	24	100	0,787	0,038	0,749	—

Dieses Alkaloid beschleunigt durchweg die Verdauung; da aber diese Wirkung im verkehrten Verhältnisse zur Vergrösserung der Quantität steht, so ist zu behaupten, dass in noch grösseren Dosen Chinin die Verdauung hemmen würde, was doch so oft am Krankenbett beobachtet wird.

Tabelle XVII.

Veratrinum purum.

	Veratrinum pur.	Zeit.	Flüssigkeit.	Fibrin.	Geblieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,1 Gr.	24 S.	100	0,787	0,040	0,747	0,5 pCt.
II	0,2	24	100	0,787	0,040	0,747	0,5 "
III	0,5	24	100	0,787	0,039	0,748	0,46 "
IV	—	24	100	0,787	0,036	0,751	—

Einen hemmenden Einfluss übt Veratrin auf die Verdauung; in allen drei Quantitäten ist diese Hemmung sichtbar, obgleich sehr niedrig.

Tabelle XVIII.

Narcotinum.

	Narcotinum.	Zeit.	Flüssigkeit.	Fibrin.	Geblieben.	Verdaut.	Einfluss.
I	0,1 Gr.	24 S.	100	0,880	0,060	0,820	Hem. 1,1 pCt.
II	0,2	24	100	0,880	0,049	0,831	Beschl. 0,2 "
III	0,5	24	100	0,880	0,065	0,815	Hem. 1,7 "
IV	—	24	100	0,880	0,051	0,829	—

Schwach hemmend ist die Wirkung des Narcotinum; es wirkt schwächer als das zweite von mir untersuchte Alkaloid des Opium's, das Morphinum.

Tabelle XIX.

Digitalinum (Merck. Darmstadt).

	Digitalinum.	Zeit.	Flüssigkeit.	Fibrin.	Geblieben.	Verdaut.	Hemmung.
I	0,1 Gr.	24 S.	100	0,880	0,047	0,833	0,6 pCt.
II	0,2	24	100	0,880	0,048	0,832	0,7 "
III	0,5	24	100	0,880	0,051	0,829	1,5 "
IV	ohne	24	100	0,880	0,042	0,838	—

Digitalinum hemmt in allen drei benutzten Quantitäten; die Hemmung wächst mehr oder weniger proportionell mit der Grösse der Quantität.

Nr. XX.

Vergleichende Tabelle.

Alkaloid.	Gran.	Einfluss.	Bemerkungen.
Morph. muriat.	0,1	Hem. 0,1 pCt.	Am stärksten hemmt Narcotinum, dann Digitalinum, Veratrinum und Morphinum. Chinin und Strichnin beschleunigen.
Strichninum	—	Beschl. 2,0 pCt.	
Chinin. sulf.	—	„ 0,8 „	
Veratrinum	—	Hem. 0,5 pCt.	
Narcotinum	—	„ 1,1 „	
Digitalinum	—	„ 0,6 „	
Morph. muriat.	0,2	Hem. 0,3 pCt.	Am stärksten hemmt Strichnin, der bei 0,1 Gr. stark beschleunigt. Chininum und Narcotinum beschleunigen.
Strichninum	—	„ 2,3 „	
Chininum sulf.	—	Beschl. 0,7 „	
Veratrinum	—	Hem. 0,5 „	
Narcotinum	—	Beschl. 0,2 „	
Digitalinum	—	Hem. 0,7 „	
Morph. mur.	0,5	Hem. 4,0 pCt.	Am stärksten hemmt Morphinum, alsdann Strichninum, Narcotinum, Digitalinum und Veratrinum. Nur Chininum sulfuricum beschleunigt.
Strichninum	—	„ 2,6 „	
Chin. sulf.	—	Beschl. 0,1 „	
Narcotinum	—	Hem. 1,7 „	
Veratrinum	—	„ 0,46 „	
Digitalinum	—	„ 1,5 „	

Allgemeine Endresultate über die Wirkung der Alkaloide auf die Verdauung.

Von den sechs untersuchten Alkaloiden wirken: 1) fünf hemmend auf die Verdauung, und nur Chininum sulf. beschleunigt dieselbe; aber diese Beschleunigung steht im umgekehrten Verhältniss zur Quantität der Alkaloide. 2) Die Hemmungen sind nicht gross, weil die Quantitäten der Alkaloide allzu gering waren. 3) a) Durchschnittszahlen der Hemmung

Morphium	1,466
Strichninum	0,966
Digitalinum	0,933
Narcotinum	0,866
Veratrinum	0,440

b) Durchschnittszahl der Beschleunigung

Chininum sulfur. 0,533 %.

4) Obgleich laut dieser Tabelle Morphinum am stärksten hemmt, so ist dies nur für das Quantum von 0,5 Gran zutreffend, hingegen bei 0,1 und 0,2 Gran hemmt es viel schwächer, als andere Alkaloide.

Ueber Wärmetönung bei Fermentwirkungen.

Von

v. Nägeli in München.

In der „Theorie der Gährung“ habe ich die Wirkung der (unorganisirten) Fermente und der (organisirten) Hefenpilze mit einander verglichen und im Gegensatze zu den herrschenden Ansichten gezeigt, dass zwischen beiden Processen nicht Uebereinstimmung, sondern gerade in den massgebenden Eigenschaften eine charakteristische Verschiedenheit besteht. Unter den Momenten, welche diese Verschiedenheit bedingen, betrifft eines die Wärmetönung, indem bei dem einzigen Gährprocess, den wir genau kennen, nämlich bei der Alkoholgährung, sicher Wärme frei, bei dem einzigen Process der Fermentwirkung, den wir etwas genauer kennen, nämlich bei der Invertirung des Rohrzuckers, höchst wahrscheinlich Wärme aufgenommen wird.

Gegen diese Theorie hat sich A. Kunkel ¹⁾ ausgesprochen. Nach seiner Darlegung würde bei der Invertirung des Rohrzuckers (durch Invertin oder Schwefelsäure) nicht Wärme aufgenommen, sondern abgegeben, und es würde somit die Wärmetönung bei der Fermentwirkung die nämliche sein wie bei der Gährwirkung ²⁾.

1) Ueber Wärmetönung bei den Fermentationen in Pflüger's Archiv f. Phys. Bd. XX, 509.

2) Bezüglich der Terminologie habe ich in der „Theorie der Gährung“ bereits bemerkt, dass ich Fermentwirkung nur als Concession an den jetzt allgemein gewordenen Sprachgebrauch im Gegensatz zu Gähr- oder Hefenwir-