

Ueber das Schicksal des Lecithins im Körper, und eine Beziehung desselben zum Sumpfgas im Darmcanal.

Von

Dr. Karl Hasebroek,

Assistent an der medicinischen Klinik zu Rostock.

(Der Redaction zugegangen am 14. September 1887.)

Das Lecithin zerfällt nach A. Bokay¹⁾ durch das Fette zerlegende Ferment der Bauchspeicheldrüse sehr schnell und leicht in fette Säuren (Olein- oder Palmitin- oder Stearinsäure), Cholin und Glycerinphosphorsäure. Das Schicksal des Lecithins, resp. dieser Spaltungsprodukte, im Körper ist nach demselben Autor Resorption, da es ihm nicht gelang, im Alkohol- und Aetherauszuge der Fäkalstoffe auch nur Spuren von Phosphorsäure nachzuweisen; damit übereinstimmend ist die Thatsache eruiert worden, dass der Phosphorsäuregehalt des Harns nach lecithinreicher Nahrung steigt.

Dass das Lecithin zum grössten Theil als solches in den Körper übergehen sollte, ist bei der so leichten Spaltbarkeit desselben wenig wahrscheinlich, es wird sich vielmehr nach der obenerwähnten Spaltung durch das Pankreasferment um die gesonderte Aufsaugung der fetten Säuren, der Glycerinphosphorsäure und des Cholins handeln müssen.

Die fetten Säuren aus dem Lecithin verhalten sich ohne Zweifel ebenso, wie andere Fettsäuren; sie werden theilweise als Seifen, Calciumverbindungen ausgeschieden, theilweise resorbirt und weiter oxydirt zu Kohlensäure und Wasser.

¹⁾ A. Bokay, Ueber die Verdaulichkeit des Nucleins und Lecithins. Diese Zeitschrift, Bd. I, S. 157.

Grösseres Interesse beansprucht das zweite Spaltungsprodukt, das Cholin.

Das Cholin hat durch die Arbeiten Brieger's über die Fäulnissalkaloide eine erhöhte Bedeutung gewonnen; die Beziehung des Cholins zum isomeren Neurin — mit dessen Nomenclatur es übrigens durchaus noch nicht genau genug genommen wird —, das Verhältniss wiederum des Neurins, als «Vinylbase», zu den giftigen Fäulnissalkaloiden, hat zu vielen Vermuthungen und Hypothesen über die Genese dieser Alkaloide Anlass gegeben. Nach vielen praktischen Erfahrungen scheint der Mutterboden der giftigen Alkaloide das Lecithin zu sein, die Substanz, die in organischen Gebilden sich überall findet, und dessen charakteristisches Spaltungsprodukt, das Cholin, man meistens neben den Giften selbst vorfindet. Ob in der That, und unter welchen Umständen die giftigen Ammoniumbasen aus dem viel weniger giftigen Cholin entstehen, ist noch nicht nachgewiesen worden.

Um so sicherer steht aber fest, dass niedere Organismen es sind, durch welche die Alkaloide gebildet werden können, und rechtfertigen diese Körper dadurch ihre Bezeichnung als «Fäulnissalkaloide».

Die Fäulniss spielt im thierischen Organismus eine bedeutende Rolle, es kommt zu dem Magen- und Pankreasferment die Einwirkung der Fäulniss als ein Drittes hinzu und schafft, eben so gut wie jene, Produkte, welche resorbirt und weiter verwandt werden. Es reicht in sehr vielen Fällen die Zeit nicht aus, dass eingeführte Nahrungsmittel vollständig resorbirbar gemacht werden, und viele Stoffe, z. B. die Cellulose, werden absolut nicht durch die Fermente dieser Organe genügend verarbeitet: hier greift die Fäulniss ein und schafft resorbirbare Substanzen.

Die Betrachtung, dass wir das Lecithin täglich in nicht unerheblicher Quantität einführen und dass es zum grössten Theil nach seiner ersten Spaltung durch das Pankreasferment im Darm weiter zur Fäulniss kommen muss, ferner, dass oben erwähnte Beziehungen des Lecithins zum Neurin be-

stehen, legte es nahe, extra corpus die Produkte zu untersuchen, die bei seiner Fäulniss entstehen, und habe ich während meiner Assistentenzeit am Phys.-chem. Institut in Strassburg die im Folgenden mitgetheilten Fäulnissversuche angestellt.

Da sich im Darm nach neueren, exakten Versuchen kaum Spuren von freiem Sauerstoff befinden, so musste auch der Fäulnissversuch extra corpus bei Abwesenheit von Sauerstoff angestellt werden; um so nothwendiger war dies, als der Sauerstoff gerade bei Fäulnissversuchen bei einer eventuellen Activirung durch Wasserstoff im status nascens sehr störend eingreift und Produkte schafft, die erst secundär durch Oxydation und Condensation entstanden, nichts mit der ursprünglichen Gährung zu thun haben.

Um ferner keine complicirenden Verhältnisse zu haben und um möglichst wenig fremde organische Zusätze zu machen, verwandte ich als Fäulnissreger Kloakenschlamm, der nach den Untersuchungen von Hoppe-Seyler starke fermentative Eigenschaften besitzt, ohne viele organische Bestandtheile zu enthalten. Der Schlamm stammte aus der Ill, war gesiebt, geschlämmt und hatte lange verschlossen im Dunkeln gestanden, wodurch er frei von Würmern und Infusorien wird, ohne seine Fermentwirkung einzubüssen. 10 ccm. dieses, für die Versuche in Wasser zertheilten Schlammes enthielten 0,024 gr. organische Bestandtheile, bestimmt durch den Gewichtsverlust des in 10 ccm. enthaltenen, getrockneten Schlammes nach dem Veraschen.

Die Versuche wurden in Standgläsern gemacht, wie sie von Hoppe-Seyler für Gährungszwecke construirt und näher beschrieben worden sind¹⁾, unter fast völliger Anfüllung derselben, um den atmosphärischen Sauerstoff möglichst auszuschliessen, und in der von demselben Autor angegebenen Weise²⁾ mit aufwärts und abwärts gebogenen, unter Quecksilber mündenden Glasröhren versehen, um die

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. I, S. 561.

2) Eod. loc.

gasförmigen Produkte auffangen und analysiren zu können. Zur Neutralisation der vielleicht entstehenden Säuren setzte ich Calciumcarbonat zu.

Ich untersuchte in Folgendem die Fäulnisseinwirkung

- I. auf Cholin,
- II. auf Glycerinphosphorsäure.

I. Fäulniss von Cholin.

Ich verwandte nicht die freie Base, sondern die salzsaure Verbindung, die ich in bekannter Weise aus dem Lecithin (aus Eidotter) mir darstellte, durch Zerlegen der vorher bereiteten Platinverbindung¹⁾. Da es mir darauf ankam, die Fäulniss vollständig bis zu Ende zu führen, so verwandte ich eine relativ geringe Menge salzsauren Cholins; 1,17 gr., berechnet aus 2,589 gr. der durch Schwefelwasserstoff zerlegten Platinverbindung.

Versuch I. Angesetzt am 15. August 1886:

Salzsaures Cholin	1,17 gr.	
Schlamm	200 ccm.	= 0,48 gr. organ. Substanz.
Ca CO ₃	2,0 gr.	
Wasser	700,0 gr.	

Die Gährung begann nach kurzer Zeit schon bei Zimmertemperatur, wurde nach einigen Wochen lebhafter; bei einer Temperatur von 36° C. wurde sie jedoch so stürmisch und reichlich, dass ich mit den Analysen des nur in kleinen Absorptionsröhren zur Zeit aufgefangenen Gases bald nicht mehr folgen konnte; ich sammelte daher während der Zeit der stürmischen Entwicklung die einzelnen Portionen und vereinigte sie unter Quecksilber in einen grösseren Glascolben. Gegen Ende der Entwicklung fing ich das Gas wieder gesondert auf.

Die zur Analyse verwandten Absorptionsröhren sind nach Bunsen's Vorschrift eingerichtet und der Inhalt in ccm. mit Quecksilber calibriert. Die Analysen selbst wurden

¹⁾ Hoppe-Seyler's Chem. Analyse, V. Aufl., S. 164.

nach der Bunsen'schen Methode ausgeführt, die gebildete CO_2 im Absorptionsrohr mittelst Kalikugel entfernt, eine Portion des restirenden Gases im Eudiometer mittelst Knallgas verpufft; die im Eudiometer durch die Verbrennung gebildete CO_2 bestimmte ich durch Absorption mittelst 7% Natronlauge. Auf vorhandenen O_2 prüfte ich mit Hülfe einer mit alkalischer Pyrogallussäure angefeuchteten Kugel von Papier-maché.

Ich theile hier aus einer grossen Reihe von Analysen 3 derselben mit, und zwar aus den verschiedenen Zeiten der Gasentwicklung je eine:

V_1 = abgelesenes Volumen,

V = auf 0° und 1 m. Dr. reducirtes Volumen.

I. Analyse.

Gas aus der ersten Zeit der Entwicklung.

	V_1	Dr.	Temp. $^\circ$	V
Gas, feucht gemessen	58,829	0,6925	11,4	39,110
Nach Absorption der CO_2	47,126	0,6593	11,0	29,868
Nach Absorption des O_2	46,632	0,6645	10,7	29,815

Uebergeführt in's Eudiometer:

Luft	97,765	0,4694	11,4	44,742
+ Gas	110,929	0,5215	10,8	54,619
Nach der Explosion.	101,456	0,4776	10,3	46,700
Nach der Absorption der CO_2	93,660	0,4734	10,4	42,713

$$V_k = 3,987; V_c = 7,919.$$

Resultat:	CO_2	23,63 %.
	O_2	0,13 »
	CH_4	30,48 »
	N_2	45,76 »

Da der Werth 0,13% innerhalb der Fehlergrenze liegt, so ist das Gasgemenge bereits als O_2 -frei anzusehen.

II. Analyse.

Probe von den vereinigten Gasportionen aus der Zeit der lebhaftesten Entwicklung.

	V,	Dr.	Temp. °	V
Gas, feucht gemessen . . .	62,026	0,7168	12,0	42,592
Nach der Absorption der CO ₂	50,530	0,6913	12,0	33,970
Uebergeführt in's Eudiometer:				
Luft	104,745	0,4731	12,0	47,471
+ Gas	110,171	0,5051	11,4	53,415
Nach der Explosion	96,165	0,4485	10,7	41,503
Nach der Absorption der CO ₂	85,153	0,4329	10,7	35,474

$$V_k = 6,029; V_c = 11,912.$$

Durch Na(OH) absorb. CO₂ entsprechend CH₄ = 6,029.

Angewandtes Gasvolumen = 5,944.

Resultat: CO₂ 20,24 %
CH₄ 70,76 %

III. Analyse.

Gas aus der letzten Zeit der Entwicklung.

	V,	Dr.	Temp. °	V
Gas, feucht gemessen . . .	50,775	0,6956	9,6	34,119
Nach der Absorption der CO ₂	42,756	0,6684	9,6	27,976
Uebergeführt in's Eudiometer:				
Luft + O ₂	122,240	0,5583	9,5	65,959
+ Gas	132,567	0,5952	9,5	76,224
Nach der Explosion	111,524	0,5175	9,5	55,774
Nach der Absorption der CO ₂	98,593	0,4776	9,2	45,653

$$V_k = 10,124; V_c = 20,447.$$

Durch Na(OH) resorb. CO₂ entsprechend CH₄ = 10,124.

Angewandtes Gasvolumen = 10,265.

Resultat: CO₂ 18,00 %
CH₄ 82,00 %

Zur sicheren Feststellung der Thatsache, dass nicht doch etwa Spuren von H im Gasgemenge vorhanden seien, die der Analyse durch unvermeidliche Fehlerquellen bei der Explosion entgangen wären, untersuchte ich eine Probe des von CO_2 befreiten Gases in dem von Hoppe-Seyler modificirten Winkler'schen Apparat zur Bestimmung von kleinsten Mengen H neben CH_4 , in welchem der Wasserstoff durch Ueberleiten über feinvertheiltes erwärmtes Palladium absorbiert und bestimmt wird¹⁾.

	V,	Dr.	Temp. °	V
Gas + Luft	48,005	0,5779	9,9	26,772
Nach Ueberleit. üb. Palladium	48,367	0,5693	8,5	26,744

Resultat: H nicht vorhanden.

Die Gährung sistirte fast vollständig gegen Mitte November und setzte ich jetzt noch 2,0 gr. Calciumcarbonat zu, um eventuell gebildete, gährungshemmende Säure zu neutralisiren. Es zeigte sich jedoch von jetzt an überhaupt keine erhebliche Gasentwicklung mehr, und selbst nach langem weiteren Stehen bis zum Januar hatten sich nur minimale Mengen von Gas entwickelt. Die Gährung war also ohne Zweifel als beendet zu betrachten.

Die Gesammtmenge der gasförmigen Produkte betrug ca. 1 Liter bei Zimmertemperatur und gewöhnlichem Druck.

Es ist dies eine so grosse Quantität, dass der bei Weitem grösste Antheil dem zersetzten Cholin zuzurechnen ist; auch der ganze Verlauf der Gährung: die lebhaft entwickelte und das ziemlich plötzlich wieder Aufhören derselben nach einigen Wochen, lassen es zweifellos erscheinen, dass in der That das Cholin vergohren war.

Die Analysen II und III stimmen gut überein und sprechen durch ihr annähernd constantes Verhältniss der CO_2 : CH_4 für einen Gährungsvorgang, der specifisch quan-

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, XI. Bd., IV. Heft, S. 259.

titativ verlaufen ist. Der CO_2 -Werth ist jedenfalls in Wirklichkeit höher, wie der gefundene, da dieselbe in der vergohrenen Flüssigkeit theilweise absorhirt, theilweise noch an Ammoniak gebunden ist, wie nach der Untersuchung des Rückstandes anzunehmen ist.

Ende Januar öffnete ich die Flasche und schritt zur Untersuchung der vergohrenen Flüssigkeit.

Der Inhalt hatte keinen intensiven Geruch, es war der des Kloakenschlammes; die Gährung war vollständig beendet, da auch bei Erschütterungen keine Gasblasen mehr aus dem Bodensatz entwichen. Die Flüssigkeit war klar, nur verdunkelt durch fein vertheilten Schlamm an den Wandungen des Gefäßes, der bei der heftigen Gasentwicklung mitgerissen war; auf der Oberfläche befand sich eine feine Haut.

Die mikroskopische Untersuchung ergab zahlreiche kugelige Gebilde, einzelne Zoogloea-Colonien; ferner undeutlich krystallinische Körper, keine Bacterien. Im Niederschlag, am Boden der Flasche, Bacterien in geringer Menge, die jedoch weder sofort, noch nach längerer Berührung mit der Luft auf dem Objektträger Bewegung zeigten.

Die vom Bodensatz abfiltrirte Flüssigkeit, fast 900 cbcm., reagirte sehr schwach sauer, fast neutral, war klar, schwach gelblich gefärbt und trübte sich nach einigem Stehen (Calciumcarbonat). Mehrere Cubikcentimeter der Flüssigkeit einem Kaninchen unter die Haut injicirt, hatten nicht die geringsten Veränderungen im Wohlbefinden des Thieres zur Folge.

Die Flüssigkeit wurde der Destillation unterworfen, es ging ein stark alkalisches Destillat über, welches nach Uebergang von ca. 300 cbcm. neutral wurde. Die Destillation wurde unterbrochen, der Vorlageinhalt mit HCl schwach angesäuert und über H_2SO_4 verdunstet. Es hinterblieb eine deutlich krystallinische Masse (A).

Der Retortenrückstand wurde mit HCl schwach angesäuert und wieder destillirt. Das sehr schwach saure Destillat, welches mit AgNO_3 keine Fällung gab, wurde mit Ba(OH)_2

versetzt, etwas digerirt, durch CO_2 vom Ba befreit, filtrirt und eingedampft. Es hinterblieb jedoch nur ein ganz minimaler Rückstand, der schwerlich Anspruch auf ein Bariumsalz machen konnte und daher nicht weiter zu analysiren war (a).

Der Rückstand im Kolben (B) wurde fast zum Trocknen eingedampft und mit Alkohol extrahirt: es löste sich alles bis auf Spuren. Die Lösung gab mit Platinchlorid einen Niederschlag, der sorgfältig ausgewaschen und getrocknet 0,1982 gr. betrug. Nach nochmaligem Lösen des Niederschlages in Wasser und Umkrystallisiren erhielt ich eine geringe Menge schön krystallisirter, goldgelber Octaeder.

0,1020 gr Subst. hinterliessen 0,0451 Pt = 44,22%.

Platinsalmiak verlangt 44,2.

Der Verdunstungsrückstand des mit HCl angesäuerten Destillates (A) löste sich ebenfalls ganz in Alkohol und gab mit Platinchlorid starke Fällung, die gut ausgewaschen und getrocknet 0,6694 gr. ergab; nach nochmaligem Lösen in warmem Wasser krystallisirte die grösste Menge des Platindoppelsalzes nach kurzem Stehen in schönen Octaedern aus.

0,1774 gr. Subst. gaben 0,079 Pt = 44,53%.

Platinsalmiak verlangt 44,2.

Die weiter eingedampfte Mutterlauge lieferte noch eine geringe Menge krystallinischen Rückstand.

0,1378 gr. Subst. gaben 0,0578 Pt = 41,94%.

Methylammoniumplatinchlorid verlangt 41,68% Pt.

Das Filtrat der Platinfällung von A wurde durch Schwefelwasserstoff vom Platin befreit, bis auf ein geringes Volumen eingedampft und mit Goldchlorid versetzt: es zeigte sich kein Niederschlag, auch nach längerem Stehen nicht.

Es war also in der vergohrenen Flüssigkeit in überwiegender Menge Ammoniak vorhanden, in geringer Quantität die erste substituirte Ammoniumbase. Von höher substituirten basischen Produkten war mit Sicherheit nichts vorhanden, nicht einmal das Trimethylamin, wie man nach der Zeretzungsweise des Cholins mittelst Alkalien, und aus dem Vor-

kommen des Trimethylamins in dem Mutterkorn, in welchem es nach Brieger aus dem Cholin herrührt, hätte erwarten dürfen. Ob es sich nun als Durchgangsprodukt vielleicht doch gebildet hat und nur durch die lange und vollständige Vergärung weiter verändert ist, steht dahin; als Beweis hierfür die geringe Menge gefundenen Methylamins zu Hülfe zu ziehen, ist wohl nicht erlaubt. Es bleibt diese Frage somit noch zu beantworten.

Nach der Constitution des Cholins, welche die C_2H_4-OH -Gruppe verlangt, müsste ausser dem Ammoniak noch ein Körper vorhanden sein, der den Glycolen angehört; es war mir natürlich unmöglich, bei dieser geringen Quantität des angewandten Cholins einen dieser Gruppe zugehörigen Körper nachzuweisen.

Von Wichtigkeit scheint mir zu sein, dass die untersuchte Flüssigkeit durchaus keine giftigen Eigenschaften besass: es sind also mit Sicherheit keine giftigen Cholin-, resp. Neurinderivate vorhanden gewesen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der O_2 eine Rolle spielt bei dem Entstehen der giftigen Alkaloide, und dass bei Abwesenheit von O_2 überhaupt die Fäulnissalkaloide nicht entstehen. Brieger liess bei seinen Macerations- und Fäulnissversuchen den Sauerstoff möglichst hinzutreten, und gelang es doch Schmiedeberg, durch Oxydation von Cholin mittelst Salpetersäure das giftige Muskarin darzustellen.

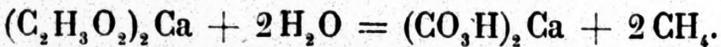
Was nun die gasförmigen Produkte bei der Cholinfäulniss betrifft, so ist die grosse Menge Methan beachtenswerth und deswegen besonders interessant, als sie einen neuen Gesichtspunkt für die Entstehung des Sumpfgas im Darmcanal liefern kann.

Man ist früher immer geneigt gewesen, als die ausschliesslichen Quellen des Sumpfgas im Darm das Eiweiss und die Cellulose zu betrachten. Ruge¹⁾ sowohl wie Tappeiner²⁾ erhielten bei Fütterungsversuchen mit Fleisch

1) Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. XLIV, 1862.

2) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. VI, S. 432 ff.

am Menschen und Schwein CH_4 im Darmcanal. Die Cellulose liefert bei der Fäulniss Methan (Hoppe-Seyler) und nach Tappeiner auch bei der Digestion mit den Fermenten des Pansen, der Haube und des Dickdarmes vom Rind. (Die letztere Tappeiner'sche Beobachtung wird aber wohl nicht auf die Fermente dieser Organe zurückzuführen sein, sondern auf die Einwirkung von Spaltpilzen, wie bei der Fäulniss, welche in diesem Fall mit dem Futter und aus der Luft in den Verdauungstractus hineingelangen.) Ferner schliesst Tappeiner aus seinen Fütterungsversuchen mit Kohl und Erbsenmehl, nach deren Eingabe er bei Gänsen reichlich im Darm CH_4 vorfand, auf die Cellulose als Bildungsmaterial von CH_4 und ist geneigt, die Cellulose als Hauptquelle des Methans anzunehmen. Zu diesen Ansichten ist in neuerer Zeit hinzugekommen, als weitere Quelle der Sumpfgasbildung die Substanzen anzusehen, welche bei der Fäulniss Essigsäure liefern, da nach den Resultaten der Versuche von Hoppe-Seyler¹⁾ Acetat durch Fäulniss bei Abwesenheit von Sauerstoff umgesetzt wird in Carbonat, unter Bildung von Sumpfgas:



Die Cellulose ist ungemein widerstandsfähig und wird eigentlich nur bei Pflanzenfressern mit langem Darmcanal einigermassen ausgenutzt; bei Fleischfressern und beim Menschen jedoch findet man bei Pflanzennahrung in den Fäkalstoffen fast die ganze Menge der eingeführten Cellulose wieder. Damit übereinstimmend erfolgt auch nach Hoppe-Seyler's klassischen Versuchen über die Gährung der Cellulose²⁾ die fermentative Umwandlung derselben in CO_2 und CH_4 nur sehr schwierig und langsam.

Ich will durchaus nicht bestreiten, dass die Cellulose bei Herbivoren im Darm eine gewisse Menge Methan liefert, bei Carnivoren und beim Menschen kann aber nach den oben erwähnten Umständen die Cellulose unmöglich

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. XI, Heft 6, S. 566 u. 567.

2) Eod. loc., Bd. X, S. 401 ff.

erhebliche Mengen von Sumpfgas liefern, und muss man hier die Essigsäure resp. ihre Muttersubstanzen als Quelle für das Methan mit ansehen.

Nach meiner Untersuchung liefert das Cholin sehr leicht und reichlich durch die Fäulniss Methan: es wurden nur 1,17 gr. der salzsauren Verbindung verwandt und daraus fast $\frac{4}{3}$ Liter Sumpfgas entwickelt. Es liegt also sehr nahe, auch in dem Cholin eine Substanz zu berücksichtigen, die im Darm zu CH_4 -Bildung Veranlassung geben kann. Es ist nach der Constitution des Cholins nicht wahrscheinlich, dass die Sumpfgasbildung nach intermediärer Essigsäurebildung erfolgt ist, vielmehr glaube ich das Cholin als ganz gesonderte Quelle im Darm ansehen zu dürfen. —

Das Lecithin, die Muttersubstanz des Cholins, ist sehr verbreitet und führen wir mit der Nahrung bedeutende Mengen desselben ein; es kommt in allen entwicklungsfähigen Zellen vor, im Pflanzensamen, im Getreide, Mais, Leguminosen, dann im Fleisch (nach Weyl und Zeitler enthält der frische Kaninchenmuskel 0,69% Lecithin im Mittel)¹⁾ und besonders reichlich im Eidotter, und sei hiermit eine kleine Rechnung gestattet:

Nach Parke²⁾ befindet sich an Lecithin im unbebrüteten Dotter:

a) im Aetherextrakt.	6,809 % ₀ .
b) im Alkoholextrakt	3,917 %
	<hr/>
	10,726 % ₀ .

Ein Ei wiegt im Durchschnitt ³⁾	53 gr.
Davon kommen auf das Dotter	16 >
Hierin Lecithin.	1,7 >
Dem Lecithin entsprechend (17,3% ₀) salzsaures Cholin	0,29 >

Rechnet man nun die grossen Mengen von Vegetabilien und Fleisch, die eingeführt werden, noch hinzu, so kann sich die Lecithineinfuhr unter Umständen sehr hoch stellen. Das

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. VI, S. 563.

2) Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie, S. 782.

3) J. König, Die menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel, 2. Aufl.

Lecithin muss durch Magen- und Pankreaseinwirkung gespalten werden, und damit ist in dem Cholin die Substanz vorhanden, die weiterhin Methan zu liefern vermag. Das wirkende Agens, die Fäulniss ist im ganzen Darm vorhanden und damit sind die Bedingungen gegeben zur Bildung von Methan.

Mit derselben Berechtigung, mit der man die Cellulose nach Fäulnissversuchen *extra corpus* als eine Quelle des Sumpfgases annimmt, kann man auch dem Cholin diese Eigenschaft vindiciren. Es ist ja möglich, dass ein Theil des Lecithins wie die Fette von den Chylusgefässen unverändert resorbirt wird — was man von der Cellulose nicht behaupten kann —, die Hauptmenge dieser leicht veränderlichen Substanz wird aber jedenfalls zum grössten Theil gespalten; da die Fäulniss das Lecithin auch in Fettsäuren, Glycerinphosphorsäure und Cholin zu spalten vermag, so ist ein weiteres Moment gegeben, um etwa der Pankreasspaltung entgangenes Lecithin zu zerlegen und damit Cholin zu schaffen.

Bei den Ruge'schen und Tappeiner'schen Fütterungsversuchen ist das Lecithin nicht berücksichtigt worden, damit liegen Untersuchungen *intra corpus* über die Beziehungen des Lecithins zum Sumpfgas im Darm noch nicht vor; ich denke in nächster Zeit diesbezügliche Versuche zu machen, die zum Abschluss über diese Verhältnisse führen müssen.

II. Versuch.

Fäulniss von Glycerinphosphorsäure.

In derselben Weise, wie beim ersten Versuch, und zu gleicher Zeit mit dem Ansetzen der Cholin-Fäulniss, wurde 3,5 gr. glycerinphosphorsaurer Kalk — dargestellt aus dem nach üblicher Weise gewonnenen glycerinphosphorsauren Baryt — der Fäulniss überlassen.

Glycerinphosphorsaur. Kalk	3,5 gr.
Schlamm	200,0 chem. = 0,480 gr. organ. Subst.
Ca CO ₃	2,0 gr.
Wasser	700,0 gr.

Während vieler Wochen ruhigen Stehens bei Zimmertemperatur zeigte sich keine Spur von Gasentwicklung, und

auch bei permanenter Temperatur von 36° C. wurde die Gasentwicklung nur eine spärliche, so dass es während fast eines halben Jahres kaum gelang, die zur Analyse nöthigen Gasmengen zu erhalten.

Ich theile hier in extenso die Analysen mit.

Die Volumina sind reducirt auf 0° und 1 Met. Dr.

	I. Analyse.	II. Analyse.
Gas, feucht gemessen	31,706	24,914
Nach der Absorption der CO ₂	26,494	20,728
Uebergeführt in's Eudiometer, nachdem kein O ₂ und H gefunden war:		
Luft + O ₂	55,613	67,599
+ Gas	67,032	79,530
Nach der Explosion	58,690	62,964
Nach der Absorption der CO ₂	54,596	54,804

Ad I $V_k = 4,094$; $V_c = 8,342$.

Ad II $V_k = 8,160$; $V_c = 16,566$.

Resultat:	I.	II.
CO ₂	16,44	16,80.
CH ₄	27,22	56,09.
N ₂	56,34	27,11.

Da die Gasentwicklung so minimal war, trotz angewendeter Temperatur von 36°, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die Glycerinphosphorsäure nicht zur Gärung gelangt ist. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass der Schlamm selbst die Gasmenge geliefert hat, die, bei den verwandten 0,480 gr. organischer Substanz überhaupt, unmöglich reichlich sein konnte.

Es war derselbe Schlamm wie bei Versuch I, mithin das Ferment zur Fäulniss nicht unwirksam; es bleibt somit nur übrig, anzunehmen, dass die Glycerinphosphorsäure eben nur schwer, resp. gar nicht, die Fäulniss eingetht und es nicht zu einer Abspaltung des Glycerins und damit weiterer Zerlegung kommen kann. Hierfür spricht die Thatsache, dass

man sie unverändert im Harn nach Sotnischewsky¹⁾ noch findet. Wie die aromatischen Körper, welche eine ausgesprochene Widerstandsfähigkeit gegen die Fäulniss besitzen, sich beim Durchgang durch den Körper ohne verändert zu werden — abgesehen natürlich von ihrer Paarung mit anderen Körpern — erhalten, so muss man es auch von der Glycerinphosphorsäure annehmen, und eben deshalb, weil sie im Darm sich unverändert länger aufhalten kann, wird sie als solche resorbirt. In den Geweben weiterhin wird jedenfalls ein Theil in Glycerin und Phosphorsäure zerlegt, wie viel, wird wohl schwer zu ermitteln sein.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung glaube ich in Verbindung mit Bokay's Angaben über das Verhalten des Lecithins im Verdauungstractus Folgendes annehmen zu dürfen:

I. Das Lecithin wird in den oberen Verdauungswegen gespalten in:

- a) Fettsäuren,
- b) Cholin,
- c) Glycerinphosphorsäure.

II. Die fetten Säuren werden theilweise verseift und ausgeschieden, theilweise resorbirt.

III. Das Cholin zerfällt weiter unter Bildung von CO_2 , CH_4 und NH_3 .

IV. Die Glycerinphosphorsäure wird zum grössten Theil unverändert resorbirt.

Rostock, im September 1887.

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. IV, S. 215.