

# Ueber das Verhalten des bei der Pepsindigestion des Caseïns abgespaltenen Pseudonucleïns.

Von

**John Sebelien.**

(Der Redaction zugegangen am 15. Januar 1895.)

In dem neulich erschienenen Doppelhefte 1 und 2 des XX. Bandes von Zeitschrift für physiologische Chemie befindet sich eine Arbeit von Waclaw v. Moraczewski, worin er werthvolle Beiträge über den Phosphorgehalt des Nucleïns und das Verhältniss zwischen diesem und dem des Caseïns liefert. Schon vor mehreren Jahren habe ich mich ziemlich viel mit den Verdauungsproducten des Caseïns beschäftigt, und da ich im Laufe der Zeit einige Erfahrungen über den bei der Pepsindigestion des Caseïns unlöslich abgespaltenen Bestandtheil (den wir mit Hammarsten (d. Z., Bd. XIX, S. 37) als Pseudonucleïn bezeichnen möchten) gesammelt habe, erlaube ich mir, jetzt dieselben mitzutheilen, umsomehr, als die Fortsetzung meiner Versuche in der von mir ursprünglich geplanten Richtung nach dem Erscheinen von v. Moraczewski's Abhandlung überflüssig erscheint.

Schon lange war es mir auffällig, dass das bei der Pepsindigestion entstehende Pseudonucleïn keine constante Zusammensetzung zeigte. Zwar erhielt ich bei einigen Präparaten Werthe für den procentischen Stickstoffgehalt, die wie 13,50% und 13,72% Stickstoff ziemlich mit dem von

Lubavin für seine Substanz A<sup>1)</sup> ermittelten Gehalt von 13,3% Stickstoff einigermaßen übereinstimmte; in anderen Fällen, und namentlich wenn ich das Präparat, um es von grösserer Reinheit zu erhalten, mehrere Male unter Zusatz von Alkali in Wasser löste und wieder mit Säure fällte, stieg der Stickstoffgehalt bis auf 14,97%. Doch hatte ich auch ein 6 Mal gefälltes Product, das nur 13,81% Stickstoff hielt.

Nachdem Liebermann<sup>2)</sup> nachgewiesen hatte, dass das Nuclein der Hefezellen als eine Verbindung der Metaphosphorsäure zu betrachten sei, wiederholte ich das ähnliche Experiment mit dem Pseudonuclein des Caseins und überzeugte mich, dass auch hiervon mittelst verdünnter Salzsäure Metaphosphorsäure sich auslaugen liess. Wenn nun aber das Pseudonuclein zu betrachten ist als eine Verbindung von Eiweiss mit Metaphosphorsäure, welche letztere wahrscheinlich durch Oxydation des im Caseinmolekül befindlichen Phosphors entsteht, so ist es wahrscheinlich, dass durch längere Digestion des ausgeschiedenen Metaphosphats mit der salzsauren Verdünnungsflüssigkeit ein Theil der Metaphosphorsäure in Orthophosphorsäure übergehen kann und somit der Verbindung entzogen wird.

Um zu sehen, in wiefern die Menge des entstehenden Pseudonucleins im Verhältniss zu dem Casein einigermaßen constant oder variirend ist, und zugleich einen Begriff davon zu erhalten, ob die Zusammensetzung des Pseudonucleins mit den Versuchsumständen wechselte, nahm ich folgende Versuche vor.

Aus frischer Kuhmilch<sup>3)</sup> wurde nach Hammarsten's Methode reines Casein dargestellt. Ferner wurde durch Digeriren bei Kellertemperatur aus der aus einem Kalbsmagen

<sup>1)</sup> Hoppe-Seyler: Medicin.-chem. Untersuchungen, 4. Heft, S. 47.

<sup>2)</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 1888. — Uebrigens machte schon Worm-Müller in 1874 (Pflüger's Arch., Bd. VIII, S. 190) auf die wechselnde Zusammensetzung der Nucleine aufmerksam, und wies nach, dass sich durch einfache Säurebehandlung Phosphorsäure abspalten liess.

<sup>3)</sup> Aus abgerahmter Milch ist es viel schwieriger, das Casein rein und fettfrei zu erhalten, als aus Vollmilch.

abgeschabten Schleimhaut mit einem Liter  $\frac{1}{4}$  procentiger Salzsäure ein künstlicher Magensaft dargestellt.

1. 2,172 gr. Casein, das bei  $110^{\circ}$  getrocknet war, wurde in 4 Tagen mit 200 cbcm. salzsaurer Verdauungsflüssigkeit digerirt, wobei 0,166 gr., d. h. **7,6%** Pseudonuclein als unlöslich hinterlassen wurde. In dem filtrirten, getrockneten und gewaschenen Niederschlage wurde nach Kjeldahl's Methode der Stickstoff bestimmt. Es war 0,02814 gr., d. i. **16,95%** Stickstoff.

Von dem reinen Casein wurde ferner ein Theil in  $\frac{1}{4}$  procentiger Salzsäure gelöst. Die Lösung enthielt pro 100 cbcm. 1,870 gr. Casein mit 0,293 gr. Stickstoff.

Von dieser Lösung wurden:

2. 100 cbcm. in 2 Tagen mit 100 cbcm. des künstlichen Magensaftes verdaut. Es wurde hierbei Pseudonuclein ausgeschieden; der Niederschlag wurde filtrirt, gewaschen, getrocknet und gewogen und machte 0,330 gr., also **17,6%** Pseudonuclein aus. Hierin ergab die Stickstoffbestimmung 0,04032 gr., d. h. **12,22%** Stickstoff.
3. 33 cbcm. der Lösung wurden ebenfalls in 2 Tagen mit 67 cbcm. des künstlichen Magensaftes bei Brutwärme digerirt. Der Pseudonuclein-niederschlag wog 0,064 gr., also **10,50%** vom Gewichte des Caseins. — Die Stickstoffbestimmung ergab 0,00916 gr., d. h. **14,22%** Stickstoff im Pseudonuclein.

Die Versuche zeigen, dass sowohl die Ausbeute an Nuclein, als der Stickstoffgehalt des letzteren sehr von den Versuchsumständen abhängig ist, und zwar zeigen besonders die beiden letzteren Digestionsversuche, dass die Pseudonuclein-ausbeute im Verhältniss zur Caseinmenge mit wachsender Fermentmenge abnimmt, während gleichzeitig der unlösliche Rest procentisch reicher an Stickstoff wird.

In folgender Versuchsreihe wurde ein lufttrockenes Präparat von bekanntem Gehalte in mehreren Portionen mit je 50 cbcm. einer klaren Lösung von 3 gr. Pepsinum germanicum in 300 cbcm. Salzsäure mit 0,25% HCl in 5 Tagen digerirt und die Menge des hinterlassenen ungelösten Pseudonucleins bestimmt. Ausserdem wurde in zwei Versuchen die in der genannten Substanz vorhandene Phosphormenge bestimmt, wobei wir in der von Weibull<sup>1)</sup> angegebenen Weise ver-

<sup>1)</sup> Chemiker-Zeitung, Bd. XVI, 1892, Nr. 90.

führen. Der auf einem aschefreien Filter getrocknete und gewogene Pseudonucleinrest wurde mit sammt dem Filter wie für die Stickstoffbestimmungsmethode nach Kjeldahl mit wenig concentrirter Schwefelsäure und ein wenig Kupferoxyd verbrannt, darauf mit Wasser verdünnt, mit Ammoniak schwach übersättigt, mit Salpetersäure angesäuert und mit Molybdänlösung gefällt. Der gelbe Niederschlag wurde in üblicher Weise weiter behandelt.

1. 1,2586 gr. Casein, worin 0,0114 gr. Phosphor, lieferten nach dem 5tägigen Verdauen 0,1810 gr. Pseudonuclein. Aus letzterem wurde in beschriebener Weise erhalten 0,018 gr.  $Mg_2 P_2 O_7 = 0,0050$  gr. P.
2. 1,0282 gr. reines Casein, worin war enthalten 0,0090 gr. Phosphor, hinterliess bei der Verdauung 0,1200 gr. Pseudonuclein. Die Phosphorbestimmung ergab 0,012 gr.  $Mg_2 P_2 O_7 = 0,003$  gr. P.
3. 0,7611 gr. reines Casein hinterliess bei der Pepsindigestion 0,0740 gr. Pseudonuclein.
4. 0,6108 gr. reines Casein hinterliess bei der Pepsindigestion 0,0500 gr. Pseudonuclein.

Die in beistehender Tabelle zusammengestellten Resultate dieser Versuchsreihe ergeben:

No.	Angewandtes Casein. gr.	Pseudonuclein in % des Caseins.	Proc. P-Gehalt des Pseudonucleins.	Caseinphosphor : Nucleinphosphor.
1.	1,2586	14,4	2,76	100 : 44
2.	1,0282	11,7	2,50	100 : 33
3.	0,7611	9,7	—	—
4.	0,6108	8,2	—	—

dass eben wie früher eine Vergrösserung der Fermentmenge im Verhältniss zum Casein den ungelösten Pseudonucleinrest verringert; dass das Pseudonuclein lange nicht alles in Casein vorhandene Phosphor enthält; dass bei relativ grösseren Fermentmengen weniger von dem Caseinphosphor in das Pseudonuclein hinübergeht, als wenn relativ weniger Pepsinlösung zur Anwendung kommt.

Diese Ergebnisse stehen in guter Uebereinstimmung mit den Resultaten v. Moraczewski's.

Von nicht geringerer Bedeutung als die Versuche, das Verhalten des Caseïns und des daraus entstandenen Pseudonucleïns bei fortgesetzter Pepsindigestion klarzulegen, schien es mir, zu untersuchen, wie das Pseudonucleïn sich bei der Trypsindigestion verhält.

Bei den nach Einführung der Stutzer'schen Digestionsmethoden in den Laboratorien sehr bequem auszuführenden Bestimmungen der Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Futterbestandtheile ist es nicht ungewöhnlich, die bei der Pepsin- und Pancreatindigestion ungelösten Bestandtheile wenigstens zum Theil als Nucleïne anzusehen<sup>1)</sup>. Es klingt indessen überraschend, dass die Nucleïne als unverdauliche Substanzen betrachtet werden, wenn man erinnert, dass ein wesentlicher Theil des Phosphors der menschlichen Nahrung, sowie des thierischen Futters eben in nucleïnartiger Verbindung auftritt. Da ferner die Nucleïne in alkalischen Flüssigkeiten, sowie diese bei der Pancreasdigestion zur Wirkung kommen, ziemlich leicht löslich sind, scheint es jedenfalls nicht ganz correct, die nach vollendeter Pancreasdigestion in der alkalischen Fermentlösung unlöslichen Bestandtheile ohne Weiteres als Nucleïne zu bezeichnen.

Noch weniger begründet scheint es mir jedenfalls bis aufs Weitere zu sein, wenn man einen grossen Nucleïngehalt als Beweis für den Geringwerth eines Nahrungstoffes anführt. Die Pseudonucleïne, wie z. B. das aus dem Caseïn abspaltbare, haben mit den ächten Nucleïnen ja die Unlöslichkeit (oder Schwerlöslichkeit) in saurer Pepsinflüssigkeit gemeinsam, doch sind dieselben ja in schwach alkalischen Flüssigkeiten leicht löslich, und scheint es von vornherein nicht unwahrscheinlich, dass der phosphorhaltige Bestandtheil des Caseïns, der bei der Magenverdauung als unlöslich ausgeschieden würde, durch Einwirkung des Bauchspeigels zur Lösung und wohl auch zur Resorption gelangt. Nun hat ja freilich Popoff (diese Zeitschr., Bd. 18, S. 537) dargethan, dass die Nucleïnverbindungen der Thymusdrüse durch Pancreasdigestion ziem-

<sup>1)</sup> Cfr. z. B. J. König: die Untersuchung landwirthschaftl. und gewerblich wichtiger Stoffe, Berlin 1891, S. 219.

lich schnell in Lösung gehen, und nach den von Gumlich (ibid. S. 508) ausgeführten Fütterungsversuchen scheint es ja auch, als wenn der Phosphor der Nucleine zur Resorption gelangt. Ueber das Verhalten des Pseudonucleins des Caseins und dessen Phosphorgehalt sind aber, so viel mir bekannt, keine Versuche ausgeführt. Solange keine Beweise hierüber vorliegen, darf man doch wohl eher den phosphorhaltigen Caseinbestandtheil als werthvoll für die Ernährung ansehen, als denselben als unverdaulich und nutzlos betrachten.

Freilich lässt diese Frage sich durch einen künstlichen Digestionsversuch ausserhalb des Organismus nicht abmachen, und die folgenden Versuche können also durchaus nicht beanspruchen, einen Beitrag zur Lösung der Frage von der Resorbirbarkeit des Pseudonucleins zu geben; aber dennoch ist es ja nicht ohne Interesse, zu constatiren, in wiefern das Pseudonuclein durch die Pancreasdigestion in alkalischer Flüssigkeit mehr oder weniger tiefgreifenden Zersetzungen unterliegt, oder ob es nur durch die alkalische Flüssigkeit einfach gelöst wird und nach dem Neutralisiren in unveränderter Menge wieder ausfällt.

Wir zogen es jedoch vor, in den folgenden Versuchsreihen nicht das Pseudonuclein, sondern das Casein direct mit dem pancreatischen Ferment zu digeriren.

Das Casein wurde wie für die Pepsindigestionsversuche durch wiederholtes Fällen und Lösen nach Hammarsten aus frischer Kuhmilch dargestellt und durch minimalen Alkalizusatz in Wasser gelöst. Der Gehalt der Lösung wurde bestimmt entweder durch eine Stickstoffbestimmung und Umrechnen derselben auf Casein mit 15,67% N, oder durch Eindampfen in einer Platinaschale, Trocknen bei 110° C. und Glühen des Rückstandes.

Auch wurde der Phosphorgehalt der Lösung bestimmt und zwar gewöhnlich, wie oben berührt, nach Weibull's Methode durch nasse Verbrennung der im Kolben eingetrockneten Lösung mit Schwefelsäure, zum Theil auch nach Hammarsten<sup>1)</sup> durch Zerstörung mit Salpetersäure und Erhitzen

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr., Bd. VII, S. 257.

der gebildeten Nitrokörper mit Soda und etwas Salpeter, worauf die mit Salpetersäure angesäuerte Lösung der Alkalisalze mit Molybdänlösung gefällt wurde.

Die Fermentlösung wurde dargestellt theils aus natürlichem Rinderpancreas nach Stutzer, theils aus reinem Pancreatin von Merck bezogen.

### I. Versuchsreihe.

#### Gehaltsbestimmung der Caseinlösung:

1. 20 ccm. Lösung wurden nach Eindampfen mittelst Schwefelsäure zerstört, darauf bis 100 ccm. verdünnt. Hiervon gaben 10 ccm. bei der Destillation mit Natronlauge 0,01316 gr. N, d. h. pro 100 ccm. Caseinlösung 0,6580 gr. N = 4,19 gr. Casein.

Die übrigen 90 ccm. wurden zur  $P_2O_5$ -Bestimmung benutzt und gaben 0,0220 gr. Pyrophosphat = 0,00615 gr. Phosphor, d. h. pro 100 ccm. Caseinlösung 0,034 gr. P. (Aus der Stickstoffbestimmung lässt sich unter der Voraussetzung von 15,67% N und 0,8% P. im Casein 0,0336 gr. P berechnen).

2. 10 ccm. Lösung gaben in ähnlicher Weise behandelt pro 100 ccm. 0,6580 gr. N und 0,035 gr. P.

Die Fermentlösung wurde aus natürlicher Drüse nach Stutzer's Vorschrift bereitet. Abgemessene Mengen von Caseinlösung wurden mit abgemessenen Mengen von Fermentlösung gemischt und unter Zusatz von einigen Tropfen Chloroform 4 Tage lang im Brütoven bei 40° C. stehen gelassen. Es hatte sich jetzt ein Niederschlag gebildet, der jedenfalls zum Theil aus ausgeschiedenen Amidosäuren bestand; dieselben verschwanden aber durch schwaches Ansäuern der Lösung nicht. Es wurde auf gewogenen Filtern filtrirt, sorgfältig mit Wasser gewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen. In zwei Fällen wurde die Phosphormenge des Niederschlages bestimmt.

1. 20 ccm. Caseinlösung = 0,838 gr. Casein mit 60 ccm. Pancreasextract behandelt gab nach dem Ansäuern 0,020 gr. Niederschlag = 2,4% des Caseins.
2. 20 ccm. Caseinlösung = 0,838 gr. Casein mit 50 ccm. Pancreasextract behandelt hinterliess 0,018 gr. = 2,15% Niederschlag.
3. 50 ccm. Caseinlösung = 2,095 gr. Casein mit 100 ccm. Pancreasextract behandelt gab 0,038 gr. unlösliches = 1,8% vom Gewichte

des Caseins. Im Niederschlag wurde 0,0007 gr P gefunden, d. h. 4,0% vom Phosphorgehalte des Caseins.

4. 30 cbcm. Caseinlösung = 1,257 gr. Casein wurden mit 50 cbcm. Pancreasextract behandelt und lieferten hierbei 0,025 gr. unlöslichen Rest = 2,0% vom Gewichte des Caseins. Im Niederschlage wurden gefunden 0,0005 gr. P, d. h. 5,0% vom Phosphorgehalte des Caseins.
5. 40 cbcm. Caseinlösung = 1,676 gr. Casein gaben nach der Digestion mit 50 cbcm. Pancreaslösung 0,019 gr. in Säure unlöslichen Rest = 1,1% vom Gewichte des Caseins.

## II. Versuchsreihe.

25 cbcm. der Caseinlösung hinterliessen 0,400 gr. aschefreien Rückstand, also pro 100 cbcm. Lösung 1,600 gr. Casein; mit 0,8% Phosphor berechnet sich 0,0128 gr. Phosphor.

90 cbcm Caseinlösung wurden mit Gerbsäure gefällt, der filtrirte Niederschlag mit Schwefelsäure verbrannt, und in der schwefelsauren Lösung der Phosphor nach der Molybdänmethode bestimmt. Es wurde gefunden 0,0345 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,00958 gr. P, d. h. pro 100 cbcm. Caseinlösung 0,01130 gr. Phosphor.

Die Fermentlösung wurde hergestellt nach Stutzer's Vorschrift, doch aus Pancreatin. puriss. absol. von E. Merck unter Voraussetzung, dass 1 gr. Pancreatin = 50 gr. rohe Drüse.

Es wurden in beiden Versuchen gleich grosse Flüssigkeitsmengen in demselben Verhältnisse mit einander vermischt, doch wurde die Digestion bei 40° C. ungleich lange fortgesetzt.

1. 200 cbcm. Caseinlösung = 3,200 gr. Casein mit 100 cbcm. Pancreatinlösung 2 Tage lang bei 40° digerirt, gaben 0,1012 gr. in Säure unlöslichen Rest, d. h. 3,2% vom Gewichte des Caseins.

Der Rest gab bei der Phosphorbestimmung 0,0060 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,0017 gr. P, d. h. 1,5% vom Caseinphosphor.

2. 200 cbcm. Caseinlösung = 3,200 gr. Casein mit 100 cbcm. Pancreatinlösung 4 Tage digerirt gaben 0,066 gr. ungelösten Rest, d. h. 2,1% vom Gewichte des Caseins.

Bei der Phosphorbestimmung im Rest wurde erhalten 0,0065 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,0018 gr. P, d. h. 8,0% vom Caseinphosphor.

Im letzten Versuche konnte trotz des Chloroformzusatzes zu der Verdauungsflüssigkeit, nach Ende der langen Digestion eine feine Haut auf der Oberfläche beobachtet werden; dieselbe erwies sich, unter dem Mikroskop betrachtet, als eine Vegetation aus Spaltpilzen.

### III. Versuchsreihe.

25 ccm. der Caseinlösung hinterliess 0,4905 gr. aschefreien Rückstand, d. i. pro 100 ccm. Caseinlösung 1,962 gr. Casein. Unter Voraussetzung von 0,8 % P-Gehalt lässt sich hierin 0,0157 gr. Phosphor berechnen.

200 ccm. Caseinlösung wurden zur Trockne verdampft, dann der Phosphor nach der Zerstörung mit Salpetersäure nach Hammarsten bestimmt. Es wurde erhalten 0,1205 gr.  $Mg_2P_2O_7 = 0,0337$  gr. P, d. h. pro 100 ccm. Lösung 0,0168 gr. P.

Die Fermentlösung wurde dargestellt durch Lösen von 5 gr. Pancreatin. pur. absol. in 1000 ccm. 0,5procentiger Sodalösung und Filtriren der während einer Stunde bei 40° behandelten Lösung. Die Digestion der mit der Fermentlösung und etwas Chloroform versetzten Caseinlösungen bei 40° dauerte 36 Stunden. Dann wurde wie gewöhnlich mit Salzsäure sauer gemacht.

1. 200 ccm. Caseinlösung = 3,924 gr. Casein mit 100 ccm. Fermentlösung behandelt gab 0,075 gr. Niederschlag, d. i. 1,9 % vom Caseingewichte.

Im Niederschlag wurde bestimmt 0,0056 gr.  $Mg_2P_2O_7 = 0,00156$  gr. P, d. h. 4,6 % vom Caseinphosphor.

2. 200 ccm. Caseinlösung = 3,924 gr. Casein mit 200 ccm. Pancreatinlösung behandelt gab 0,088 gr. Niederschlag, d. i. 2,2 % vom Caseingewichte.

Im Niederschlag wurde bestimmt 0,008 gr.  $Mg_2P_2O_7 = 0,00223$  gr. P, d. i. 6,6 % vom Caseinphosphor.

3. 200 ccm. Caseinlösung = 3,924 gr. Casein wurden mit 400 ccm. Pancreatinlösung digerirt, und gaben einen Rest von 0,116 gr. Gewicht, d. i. 2,9 % vom Caseingewichte. — Die Phosphorbestimmung ging in diesem Falle verloren.

Aus dieser Versuchsreihe scheint hervorzugehen, dass sowohl die bei der Digestion ausgeschiedene Totalsubstanz wie der nicht digerirte Phosphor mit steigender Fermentmenge sich vergrössert. Insofern aber die Wirkung des Fermentes in das Löslichmachen der zu verdauenden Substanz besteht (so wie es in der That aus den vorigen Versuchsreihen hervorgeht), ist die obige Schlussfolgerung im Streit mit allen bekannten Thatsachen über Fermentwirkungen. Der gefundene Umstand muss daher erklärt werden entweder dadurch, dass die angewendete Pancreatinlösung ausser dem Ferment eine

nicht unbeträchtliche Menge von einer in Säure unlöslichen Phosphorverbindung enthält, die bei der Verdauung nicht angegriffen wird und daher beim Ansäuern der digerirten Flüssigkeit ausfällt und zwar in einer mit dem angewendeten Fermente steigenden Menge, — oder dadurch, dass mit der grösseren Fermentmenge zugleich eine grössere Wassermenge zugeführt wurde, und also die Verdauung in einer mit Bezug auf den Caseingehalt verschiedene concentrirte Flüssigkeit vorging.

In der vorigen Versuchsreihe (II) hielt die benutzte Pancreatinlösung sich beim Ansäuern vollständig klar; versuchten wir aber die in der letzteren Versuchsreihe benutzte Paucreatinlösung anzusäuern, schied sich ein nicht unbeträchtlicher Niederschlag aus, wodurch schon die erstere der beiden ebengenannten alternativen Erklärungen an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Um indessen nähere Aufklärung hierüber zu erhalten, wurde die folgende Versuchsreihe angestellt.

#### IV. Versuchsreihe.

25 cbcm. Caseinlösung enthielt 0,5190 gr. aschefreien Trockenrückstand, also pro 100 cbcm. Caseinlösung 2,076 gr. Casein.

100 cbcm. Caseinlösung zur Trockne vordampft und mit Schwefelsäure destruiert gaben 0,0660 gr.  $Mg_2P_2O_7 = 0,0180$  gr. P, entsprechend 8,1% Phosphor im Casein.

Die gleichgrossen (200 cbcm.) Caseinlösungen wurden mit verschiedenen Mengen einer Lösung von 5 gr. Pancreatin pur. absolut. in 100 cbcm.  $\frac{1}{2}$  proc. Sodalösung versetzt, und dann noch soviel  $\frac{1}{2}$  proc. Sodalösung zugefügt, dass das Volumen der vereinigten Flüssigkeiten in allen Versuchen gleich gross, nämlich 300 cbcm., wurde. — Die Digestion dauerte überall 18 Stunden bei 40° C.

1. 200 gr. Caseinlösung = 4,152 gr. Casein wurde mit 10 cbcm. Pancreatinlösung + 90 cbcm. Sodalösung digerirt. Es wog der nach Ansäuern ausgeschiedene Niederschlag 0,0489 gr., d. i. 1,2% vom angewandten Casein.

Die Phosphorbestimmung gab 0,0028 gr.  $Mg_2P_2O_7 = 0,00078$  gr. P, d. i. 2,2% vom Caseinphosphor.

2. 200 cbcm. Caseinlösung = 4,152 gr. Casein mit 20 cbcm. Pancreatinlösung und 80 cbcm. Sodalösung digerirt gaben nach dem Ansäuern 0,094 gr. Niederschlag, d. i. 2,3% vom Casein.

Der Niederschlag gab bei der Phosphorsäurebestimmung 0,0030 gr.  $Mg_2P_2O_7 = 0,00084$  gr. P, d. h. 2,3% vom Caseinphosphor.

3. 200 ccm. Caseinlösung = 4,152 gr. Casein mit 40 ccm. Pancreatinlösung und 60 ccm. Sodalösung behandelt gaben nach dem Ansäuern 0,1070 gr. Niederschlag, d. i. 2,5% vom Caseingewicht.

Im Niederschlage wurde gefunden 0,0030 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,00084 gr. P, d. i. 2,3%, vom Caseinphosphor.

### V. Versuchsreihe.

25 ccm. der Caseinlösung enthielt 0,1365 gr. aschefreies Casein, also pro 100 ccm. 0,556 gr., worin unter Voraussetzung von 0,8% Phosphor sich 0,00445 gr. Phosphor berechnen lässt.

200 ccm. derselben Caseinlösung zur Trockne verdampft und nach Hammarsten mit Salpetersäure zerstört gab 0,0318 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,00888 gr. Phosphor.

In den folgenden Versuchen wurden je 200 ccm. der Caseinlösung mit verschiedenen Mengen einer Lösung von 2 gr. Pancreatin pur. absolut. in 200 ccm.  $\frac{1}{2}$  proc. Sodalösung gemischt, mit Wasser und verdünnter Sodalösung auf 300 ccm. ergänzt, so dass das Gesamtgemenge 0,208% Soda enthielt. Das Flüssigkeitsgemisch wurde 8 Stunden bis 40° C digerirt.

1. 200 ccm. Caseinlösung = 1,112 gr. Casein mit 25 ccm. Pancreatinlösung, 50 ccm. 1 proc. Sodalösung und 25 ccm. destill. Wasser digerirt, lieferten nach dem Ansäuern 0,0278 gr. Niederschlag, d. i. 2,5% vom angewendeten Casein.

Die Phosphorbestimmung des Niederschlages gab 0,0007 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,00019 gr. Phosphor, d. i. 2,1% vom Caseinphosphor.

2. 200 ccm. Caseinlösung = 1,112 gr. Casein mit 50 ccm. Pankreatinlösung und 50 ccm.  $\frac{3}{4}$  proc. Sodalösung digerirt, hinterliess nach dem Ansäuern 0,0385 gr. Niederschlag, also 3,5% von der Caseinmenge.

Der Niederschlag lieferte 0,0005 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,00014 gr. Phosphor, d. i. 1,6 vom Caseinphosphor.

3. 200 ccm. Caseinlösung enthielt nach dem Digeriren mit 75 ccm. Pancreatinlösung und 25 ccm. 1 proc. Sodalösung 0,0255 gr. in schwacher Salzsäure unlösliche Substanz, d. i. 2,5% vom Gewichte des Caseins.

Die Phosphorbestimmung gab im Niederschlage 0,0004 gr.  $Mg_2P_2O_7$  = 0,00011 gr. Phosphor, d. i. 1,2% vom Caseinphosphor.

Die beiden letzteren Versuchsreihen scheinen uns in hohem Grade dafür zu sprechen, dass das Casein bei der Pancreasdigestion fast vollständig digerirt wird. Selbst der als Pseudonuclein bezeichnete Bestandtheil des Caseins scheint

der genannten Digestion zu unterliegen, denn der bei dem Ansäuern der digerirten Flüssigkeiten ausfallende Niederschlag, der nur wenige Procent vom Caseingewichte ausmacht, lässt sich wohl kaum mit dem Pseudonucleïne, der doch einen weit grösseren Antheil vom Caseïne ausmacht, vergleichen. Auch sieht man deutlich, dass die in diesem Niederschlag enthaltene Phosphormenge einen weit geringeren Bruchtheil des Caseïnphosphors ausmacht, als der im Pseudonucleïn enthaltene Phosphor. Es wird gewiss nicht gewagt sein, zu sagen, dass der Caseïnphosphor durch die pancreatische Digestion so gut wie vollständig verdaut wird.

Die gewöhnliche Annahme von der Unverdaulichkeit der Nucleïne scheint von den von Bókay<sup>1)</sup> bei den Verdauungsversuchen mit einigen Nucleïnsorten erhaltenen ungünstigen Resultaten zu stammen. Die obengenannten Versuche von Popoff und von Gumlich scheinen das Recht zum Verallgemeinern der Bókay'schen Resultate auf andere Nucleïne zu bestreiten, und das Resultat der vorliegenden Untersuchung geht in derselben Richtung wie diejenigen der endgenannten beiden Forscher.

Chemisches Laboratorium des landwirthschaftlichen  
Institutes des norwegischen Staats zu Aas bei Christiania,  
Januar 1895.

---

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. I, 1877, S. 156.

---