

## Über das Plastein.

Von

W. W. Sawjalow.

(Der Redaktion zugegangen am 6. November 1907.)

Beim Vermischen von stärkeren Albumosenlösungen mit Magensaft (etwa im Volumverhältnis 3:1) und bei der darauffolgenden Digestion des Gemisches im Thermostaten bildet sich ein Niederschlag eines Eiweißkörpers, welcher den Namen Plastein erhalten hat (Reaktion von A. Danilewsky).

Bei der Erforschung dieser Reaktion entstehen folgende Fragen:

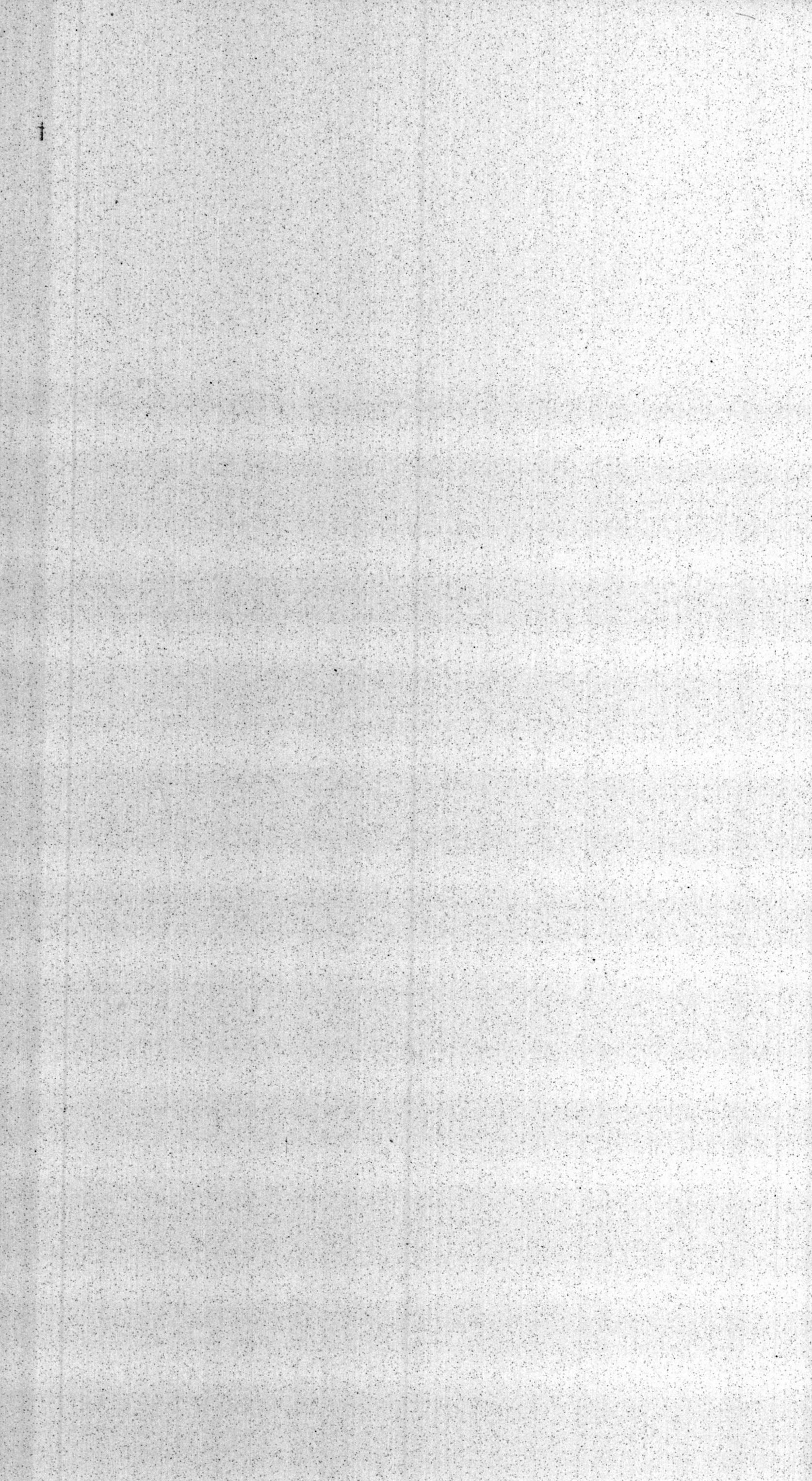
1. Aus welchem Material bildet sich das Plastein?
2. Was für eine Veränderung erleidet dieses Material bei der Umwandlung in Plastein?
3. Welche Agentien rufen diese Veränderung hervor?
4. Wie sind die Eigenschaften und die Zusammensetzung des Plasteins?
5. Welche physiologische Bedeutung hat die beschriebene Reaktion in der Gesamtheit des chemischen Geschehens im Organismus?

Prof. Lawrow<sup>1)</sup> war der erste, welcher zeigte, daß nur diejenigen Verdauungsprodukte, welche durch Ammonsulfat ausgesalzt werden, Plastein geben können. Sawjalow<sup>2)</sup> beobachtete die Reaktion in den Proto- und Deuteroalbumosenlösungen, welche nach Kühnes Vorschrift bereitet wurden; Amphopepton reagierte sehr schwach und Antipepton gab gar keinen Niederschlag. M. Lawrow und Salaskin<sup>3)</sup> erhielten

<sup>1)</sup> Dissertation, russisch, 1897.

<sup>2)</sup> Dissertation, russisch, 1899. Auch Pflügers Archiv, Bd. LXXXV.

<sup>3)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XXXVI, 1902.



Plastein aus allen den Albumosenfraktionen, welche aus dem Witte-Pepton nach der Methode von Pick gewonnen waren. (So resümieren die Verfasser ihre Versuche; in dem Text sind nur die Versuche mit der II., III. und IV. Fraktion beschrieben.) Kurajew<sup>1)</sup> beobachtete die Plasteinbildung aus verschiedenen Pickschen Albumosen unter dem Einflusse sowohl des Magensaftes als auch des Papaiotins; mit dem Magensaft reagierte die sekundären Albumosen, die primären bildeten keinen Niederschlag (allerdings führte die Mischung von Proto- und Heteroalbumose einen Niederschlag herbei). Mit dem Papaiotin bildete sich umgekehrt ein Niederschlag nur in den Lösungen von primären Caseosen; die sekundären Albumosen geben kein Plastein. Albumosen, aus dem Witte-Pepton gewonnen, gaben in allen ihren Fraktionen mit dem Papaiotin einen Niederschlag. Wait<sup>2)</sup> fraktionierte die Albumosen des Witte-Peptons mit Alkohol und Äther. Indem der Verfasser den Alkoholgehalt von 20 % bis 75 % erhöhte, gewann er 4 Fraktionen (d. 1. bei 20 % Alkoholgehalt, d. 2. bei 40 %, d. 3. bei 60 % und d. 4. bei 75 %). Das Filtrat von dem 4. Neiderschlage wurde mit Äther vermischt (auf 10 T. Filtrat 6 T. Äther); dabei bildete sich ein Niederschlag, welcher d. 5. Fraktion darstellt; diejenigen Albumosen, welche dabei in der Lösung geblieben sind, bilden die 6. Fraktion. Der Verfasser betrachtet seine erste Fraktion als Protalbumose, die übrigen Fraktionen nennt er Deuteroalbumosen. Seine Versuche resümiert Wait folgendermaßen: die Proto- und Heteroalbumosen reagieren mit dem Magensaft nicht; alle die Deuteroalbumosen geben Plasteinniederschläge, am stärksten die 6. Fraktion.

Aus allen den angeführten Versuchen kann man den Schluß ziehen, daß verschiedene Forscher in der Frage nach dem Material zur Plasteinbildung keineswegs einstimmig sind. Das hängt wahrscheinlich von der Verschiedenheit der Bedingungen, erstens von der ungleichen Stärke der Fermentlösungen, zweitens von den Verschiedenheiten der Albumosenpräparate ab. So, z. B., sind die Alkoholfällungen von Wait mit den Salzniederschlägen

<sup>1)</sup> Hofmeisters Beiträge, Bd. I und II.

<sup>2)</sup> Dissertation, russisch, 1905.

anderer Forscher keineswegs identisch. Alle die Fraktionen, welche Wait Deuteroalbumosen nennt, gaben bei der Sättigung ihrer neutralen Lösungen mit Kochsalz Niederschläge, besonders stark die sechste Fraktion. Die Niederschlagsbildung unter diesen Bedingungen ist, wie bekannt, eine charakteristische Reaktion von Kühnes primären Albumosen. Die Straßburger Schule hält, wie bekannt, die Präparate von primären Albumosen nach Kühne mit denen nach Pick für identisch. Pick selbst erwähnt,<sup>1)</sup> daß sogar die Protalbumose bei der Sättigung mit Kochsalz aus neutralen Lösungen sehr schwer ausfällt. Alles dies beweist, daß all die Deuteroalbumosenfraktionen von Wait auch primäre Albumosen enthielten. Daher erscheint sein Schluß, daß nur die sekundären, aber nicht die primären Albumosen Plastein zu bilden imstande sind, sehr unsicher, da Wait mit unreinen Lösungen arbeitete.

Aber wahrscheinlich tritt die Frage nach dem Material zur Plasteinbildung in eine ganz neue Phase ein dank folgendem Versuche.

Bayer<sup>2)</sup> untersuchte das Verhalten von verschiedenen Albumosenfraktionen, welche nach Pick dargestellt waren, zum Magensaft und konnte dabei konstatieren, daß keine einzige derselben einen Niederschlag gab. Als wir die Versuche von Bayer wiederholten, konnten wir auch mit keiner Fraktion die Plasteinbildung erzielen, selbst nicht nach mehrtägigem Verweilen im Thermostaten. Die Versuchsbedingungen: 35—40°/oig Albumosenlösungen in  $n/10$  HCl wurden mit  $1/3$  Volumen natürlichen Magensaftes vermischt.)

Mithin müssen wir die Beobachtung von Bayer vollständig bestätigen. Aber seinem Schlusse, daß die Albumosen keineswegs als Material zur Plasteinbildung betrachtet werden sollen, können wir nicht beipflichten. Unsere Versuche beweisen, umgekehrt, daß die Albumosenfraktionen, welche nach Pick<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XXVIII, S. 245.

<sup>2)</sup> Hofmeisters Beiträge, Bd. IV.

<sup>3)</sup> Zu unseren Zwecken genügte die erste Fraktionierungsmethode von Pick, welche bekanntlich aus dem Witte-Pepton 6 verschiedene Fraktionen darstellen läßt.

gewonnen wurden, das typische Plastein geben. Zum Beweise dient folgender Versuch: Diejenigen Fraktionen, welche einzeln mit dem Magensaft keine Spur von Niederschlag geben, bilden miteinander vermischt einen reichlichen Plasteinniederschlag. Wir haben unsere Versuche mit verschiedenen Albumosenkombinationen angestellt und können behaupten, daß nur in der Mischung, welche alle Fraktionen enthält, die Plasteinbildung beobachtet wird.

Wir haben folgende Mischungen von Fraktionen bereitet:

I + II

I + IV

I + II + III

I + II + III + IV

I + III

I + II + III + IV + Heteroalbumose

II + III + IV

III + IV

I + II + III + IV + V + Heteroalbumose

I + II + III + IV + VI + Heteroalbumose.

In keiner einzigen dieser Mischungen wurde ein Niederschlag erhalten, wenn man von einer winzigen Trübung absieht, welche in der Fraktion VI und in allen diese Fraktion enthaltenden Mischungen erscheint. Umgekehrt in der Mischung, welche alle diese Fraktionen enthält (I + II + III + IV + V + VI + Heteroalbumose). Hier bildete sich ein ganz typischer Plasteinniederschlag.

Als wir im Jahre 1899 die Versuche mit verschiedenen Albumosen anstellten, hatten wir keineswegs im Auge, die Frage zu entscheiden, aus welchem «Körper» das Plastein sich bildet und zwar aus dem Grunde, weil wir die Niederschläge, welche aus der Verdauungsflüssigkeit bei der Salzfraktionierung ausfallen, schwerlich für chemisch bestimmte Körper halten konnten. Wir beabsichtigten, nur festzustellen, mit welcher Fraktion die Plasteinbildung sicherer beobachtet werden kann. Diese unsere Versuche zogen eine lange Polemik nach sich, verschiedene Forscher reinigten ihre Fraktionen in verschiedener Weise und bekamen verschiedenartige Resultate, bis dieser Weg in

den Versuchen von Bayer ad absurdum führte. Unsere jetzigen Versuche setzen, wie es scheint, dieser unendlich weit geführten analytischen Methode in der Erforschung dieser Frage eine Grenze und zeigen einen andern Weg, welcher außerdem viel leichter ist. Wir verdauten nämlich 5 g Plastein (aus Witte-Pepton) mit Hilfe von 250 ccm natürlichen Magensaftes vom Hunde. Nach zwei Tagen wurde die Flüssigkeit neutralisiert (wobei ein geringer Niederschlag von unverändertem Plastein sich bildete) und in üblicher Weise nach Pick fraktioniert. In der Lösung waren all 4 Grundfraktionen von Albumosen vorhanden. Den reichlichsten Niederschlag haben wir bei der Halbsättigung mit Ammonsulfat erhalten. Nach dem Abfiltrieren von der 4. Fraktion fiel die Biuretreaktion im Filtrate stark positiv aus.

Somit bilden sich bei der Verdauung des Plasteins alle Albumosen- und auch Peptonfraktionen. Dieser analytische Versuch bestätigt also die Resultate des oben beschriebenen synthetischen Versuchs: an der Molekülkonstruktion des Plasteins nehmen alle die Fraktionen von Pick teil. Unsere Versuche über dies Thema dauern fort.

Von dem Standpunkte dieser Resultate werden die abweichenden und sehr widerstreitenden Angaben anderer Forscher so erklärt, daß das Plastein nur in denjenigen Versuchen mit einzelnen Albumosen erhalten werden konnte, in welchen die Reinigung der Albumosenpräparate nicht so weit geführt wurde, und wo neben der Hauptfraktion auch Beimischung anderer Fraktionen in der Lösung vorhanden war.

Der wichtigste Schluß aus unseren Versuchen besteht darin, daß mehrere Albumosenmoleküle bei der Bildung des Plasteins teilnehmen, daß die betrachtete Reaktion also einen synthetischen Prozeß darstellt. Damit treten wir an die zweite Frage nach dem Charakter der chemischen Umwandlung, welche die Albumosen bei der Plasteinbildung erfahren. Es sind verschiedene Ansichten über dieses Thema ausgesprochen worden,<sup>1)</sup> da sich aber keine derselben auf Tatsachen stützt, sondern alle

---

<sup>1)</sup> Vgl. Salaskin, l. c.; Sawjalow, l. c.

bloße Vermutungen sind, so ist es überflüssig, auf dieselben einzugehen.

Wir gehen darum zum Tatsachenmaterial über, welches den synthetischen Charakter der Plasteinbildung beweist.

Wir haben eine Reihe von Versuchen angestellt, um diese Ansicht zu stützen; wir bestimmten nämlich die Ordnung der Reaktion der Plasteinbildung.

Aus allen Methoden, welche zur Bestimmung der Reaktionsordnung gebraucht werden, betrachten wir nur die Methode der gleichen prozentischen Umwandlung als für unseren Fall zuverlässig. Diese Methode stützt sich, wie bekannt, auf folgende Regel: bei verschiedenen Konzentrationen der reagierenden Stoffe ist die Zeit, in welcher die gleiche prozentische Menge dieser Stoffe in eine neue Form umgewandelt ist, von der Ordnung der Reaktion abhängig; so sind bei den monomolekularen Reaktionen die Zeiten der gleichen prozentischen Umwandlung gleich bei allen Konzentrationen, bei den bimolekularen Reaktionen verhalten sich die Zeiten den Konzentrationen umgekehrt proportional, bei den trimolekularen Reaktionen sind diese Zeiten dem Quadrat der Konzentrationen umgekehrt proportional.

Der Vorteil dieser Methode für unsere Aufgabe besteht darin, daß es hier nicht nötig ist, die absolute molekulare Konzentration der reagierenden Stoffe zu bestimmen. Wir wissen bisher nicht genau, welche Stoffe bei der Plasteinbildung beteiligt sind und in welchem Maße dies der Fall ist. Wenn wir auch annehmen, daß alle die Fraktionen der Verdauungsmischung dabei in gleichem Maße teilnehmen, so können wir die molekulare Konzentration doch nicht bestimmen, da das Molekulargewicht dieser Stoffe unbekannt ist. Daher sind wir auf die Methode der gleichen Umwandlung verwiesen, da es sich hier nur um relative Konzentrationen handelt.

Es ist aber noch eine Schwierigkeit vorhanden und zwar in der Bestimmung des richtigen Titors der Salzsäure bei verschiedenen Konzentrationen der Albumosenlösungen. Die Rolle der Salzsäure bei der Plasteinbildung ist ebenso unklar, wie bei der Peptonisation des Eiweißes. Man kann annehmen, daß die Salzsäure mit dem Pepsin die Pepsinchlorwasserstoffsäure

bildet, aber die Verbindung mit Albumosen nicht eingeht; bei dieser Voraussetzung muß der Titer der Säure bei verschiedenen Albumosenkonzentrationen gleich bleiben, ebenso wie die Konzentration des Pepsins dabei gleich bleibt. Wenn aber die Salzsäure mit den Albumosen Verbindungen (Chlorhydrate) eingeht und nur diese Chlorhydrate bei der Plasteinbildung beteiligt sind, dann muß sich auch der Gehalt an Salzsäure mit der Konzentrationsänderung der Albumosen ändern. Mit einem Worte, bei der ersten Voraussetzung müssen wir unsere Albumosenlösungen mit der Salzsäure desselben Titers verdünnen, bei der zweiten Voraussetzung ist die Verdünnung mit Wasser notwendig. Da wir theoretisch zwischen diesen zwei Möglichkeiten nicht entscheiden können, so haben wir unsere Versuche nach beiden Voraussetzungen hin angestellt. Bei der ersten Voraussetzung ist das Verhältnis des Chlorwasserstoffs zum Gesamtvolumen der Mischung konstant ( $\frac{\text{HCl}}{V} = \text{Konst.}$ ), bei der zweiten Voraussetzung bleibt das Verhältnis von HCl zur Albumosenmenge konstant ( $\frac{\text{HCl}}{\text{Alb}} = \text{Konst.}$ ).

Die Resultate der Versuche sind in den Tabellen I und II zusammengestellt. Die theoretischen Zahlen sind unter der Voraussetzung ausgerechnet, daß wir eine nicht umkehrbare Reaktion vor uns haben. Da aber die Gleichung der monomolekularen Reaktion, wie aus den Tabellen ersichtlich, den Versuchszahlen nicht entspricht, muß man schließen, daß die betrachtete Reaktion mindestens bimolekulär, also synthetisch ist. In diesem Falle aber, wenn wir nämlich die Verdaulichkeit des Plasteins im Auge halten, müssen wir (in Übereinstimmung mit allen anderen Versuchsergebnissen) annehmen, daß einerseits die Plasteinbildung aus Albumosen und andererseits seine Verwandlung in Albumosen zwei umkehrbare Reaktionen sind. Wenn dem so ist, so müssen, wie bekannt, die gewöhnlichen Geschwindigkeitsgleichungen entsprechend abgeändert werden. Jedoch in unserem Falle ist eine solche Abänderung nicht nötig und zwar aus zwei Gründen. Erstens wird die Verdauung der Eiweißstoffe in Anwesenheit von stärkeren Albumosenlösungen

Tabelle I.

1. Reihe,  $\frac{\text{HCl}}{V} = \text{Konst.}$ 

Num- mer	Gehalt des Trocken- rück- standes in der Albu- mosen- lösung %	ccm der nor- malen Salz- säure	ccm der Albu- mose- lösung	ccm Wasser	Fer- ment- lösung ccm	Stun- den	Plastein g	Plastein % des Trockenrückstandes der Albumoselösung													
								Ver- such	Theorie												
									der mono- mole- kular. Reakt.	der di- mole- kular. Reak- tion	der tri- mole- kular. Reak- tion										
1	38,174	5,0	45,0	—	20	12	1,5040	7,88													
		5,0	22,5	22,5	20	12	1,5165	5,41	7,88												
		2,5	25,0	—	10	12	0,4092	6,79													
2	26,14	2,5	12,5	12,5	10	12	0,1595	5,30	6,79												
		2,5	12,5	12,5	10	24	0,2068	<b>6,87</b>													
		2,5	12,5	12,5	10	48	0,2447	8,13													
3	32,275	2,5	25,0	—	10	5	0,8763	10,86													
		2,5	12,5	12,5	10	5	0,3861	9,58	10,86												
		2,5	12,5	12,5	10	10	0,4451	<b>11,04</b>													
4	29,542 HCl dezi- normal. Titers	0,25	10	—	2,25	6	0,1085	3,67													
		0,25	10	—	2,25	6	0,1077	3,64													
		1,5	10	9	4,5	6	0,0934	3,16	3,655												
5	29,542 Die Lösung enthält HCl dezinor- malen Titers	—	20	—	7,5	12,5	0,3925	6,64													
		2,0	20	18	15	12,5	0,3777	6,39													
		2,0	20	18	15	12,5	0,2839	4,80	6,52												
6	29,542 HCl dezinor- malen Titers	2,0	20	18	15	25	0,2841	4,81	6,52												
		2,0	20	18	15	25	0,3643	6,16													
		2,0	20	18	15	25	0,3506	5,94													
7	29,542 HCl dezinor- malen Titers	2,0	20	18	15	50	0,4032	<b>6,82</b>													
		2,0	20	18	15	50	0,4160	<b>7,04</b>													
		—	20	—	7,5	9	0,6216	10,52													
8	29,542 HCl dezinor- malen Titers	2	20	18	15	9	0,4323	7,32	10,52												
		2	20	18	15	9	0,4430	7,50	10,52												
		2	20	18	15	18	0,5514	9,33													
9	29,542 HCl dezinor- malen Titers	2	20	18	15	18	0,5588	9,46													
		2	20	18	15	36	0,6145	<b>10,40</b>													
		2	20	18	15	36	0,6134	<b>10,38</b>													
10	29,542 HCl dezinor- malen Titers	—	20	—	7,5	6	0,4465	7,56													
		—	20	—	7,5	6	0,4527	7,66													
		2	20	18	15,0	6	0,2526	4,12	7,61												
11	29,542 HCl dezinor- malen Titers	2	20	18	15,0	6	0,2550	4,16	7,61												

Tabelle II.

2. Reihe,  $\frac{\text{HCl}}{\text{Alb}} = \text{Konst.}$ 

Num- mer	Trocken- rück- stand der Albu- mose- lösung %	Nor- male Salz- säure ccm	Albu- mose- lösung ccm	Wasser ccm	Fer- ment- lösung ccm	Stun- den	Plastein g	Plastein % des Trockenrückstandes der Albumoselösung													
								Ver- such	Theorie												
									der mono- mole- kular. Reakt.	der di- mole- kular. Reak- tion	der tri- mole- kular. Reak- tion										
1	42,4	4,5	25,0	—	10	11	0,8130	7,63													
		2,25	12,5	14,75	10	11	0,2607	4,92	7,63												
		2,25	12,5	14,75	10	22	0,3260	6,15													
2	32,275	2,25	12,5	14,75	10	44	0,4075	<b>7,68</b>													
		2,5	25	—	10	5	0,8763	10,86													
		1,25	12,5	13,75	10	5	0,3019	7,49	10,86												
3	32,275	1,25	12,5	13,75	10	10	0,3172	7,87													
		1,25	12,5	13,75	10	20	0,4001	<b>9,93</b>													
		4,5	25	—	10	5	1,0032	12,44													
4	27,677	2,25	12,5	14,75	10	5	0,2709	6,72	12,44												
		3	25	—	5	12	0,5739	8,57													
		3	25	—	5	12	0,5448	8,18													
5	37,482	1,5	12,5	14	5	12	0,1390	4,15	8,37												
		1,5	12,5	14	5	12	0,1338	4,00	8,37												
		3	25	—	5	12	0,6852	7,31													
6	37,482	3	25	—	5	12	0,6910	7,38													
		1,5	12,5	14	5	12	0,2059	4,39	7,35												
		1,5	12,5	14	5	12	0,2125	4,53	7,35												
7	37,482	1,5	12,5	14	5	24	0,2865	6,14													
		1,5	12,5	14	5	24	0,2760	5,89													
		1,5	12,5	14	5	36	0,3102	<b>6,62</b>													
8	37,482	1,5	12,5	14	5	36	0,3035	<b>6,48</b>													

4) Interpoliert.

Tabelle II.

2. Reihe,  $\frac{HCl}{Alb} = \text{Konst.}$

Num- mer	Trocken- rück- stand der Albu- mose- lösung %	Nor- male Salz- säure ccm	Albu- mose- lösung ccm	Wasser ccm	Fer- ment- lösung ccm	Stun- den	Plastein g	Plastein des Trockenrückstandes der Albumoselösung			
								Ver- such	der mono- mole- kular. Reakt.	der di- mole- kular. Reak- tion	der tri- mole- kular. Reak- tion
1	12.4	4.5	25.0	—	10	11	0.8130	7.63			
		2.25	12.5	14.75	10	11	0.2607	4.92	7.63		
		2.25	12.5	14.75	10	22	0.3260	6.15		7.63	
		2.25	12.5	14.75	10	44	0.4075	7.68			7.63
2	32.275	2.5	25	—	10	5	0.8763	10.86			
		1.25	12.5	13.75	10	5	0.3019	7.49	10.86		
		1.25	12.5	13.75	10	10	0.3172	7.87		10.86	
		1.25	12.5	13.75	10	20	0.4001	9.93			10.86
3	32.275	4.5	25	—	10	5	1.0032	12.44			
		2.25	12.5	14.75	10	5	0.2709	6.72	12.44		
4	27.677	3	25	—	5	12	0.5739	8.57			
		3	25	—	5	12	0.5448	8.18			
		1.5	12.5	14	5	12	0.1390	4.15	8.37		
		1.5	12.5	14	5	12	0.1338	4.00	8.37		
5	37.482	3	25	—	5	12	0.6852	7.31			
		3	25	—	5	12	0.6910	7.38			
		1.5	12.5	14	5	12	0.2059	4.39	7.35		
		1.5	12.5	14	5	12	0.2125	4.53	7.35		
		1.5	12.5	14	5	24	0.2865	6.14		7.35	
		1.5	12.5	14	5	24	0.2760	5.89		7.35	
		1.5	12.5	14	5	36	0.3102	6.62			
		1.5	12.5	14	5	36	0.3035	6.48			6.68 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Interpoliert.

Tabelle II.

Fortsetzung.

2. Reihe,  $\frac{\text{HCl}}{\text{Alb}} = \text{Konst.}$ 

Num- mer	Trocken- rück- stand der Albu- mose- lösung ‰	Nor- male Salz- säure ccm	Albu- mose- lösung ccm	Wasser ccm	Fer- ment- lösung ccm	Stun- den	Plastein g	% des Trockenrückstandes der Albumoselösung			
								Ver- such	Theorie		
									der mono- mole- kular. Reakt.	der di- mole- kular. Reak- tion	der tri- mole- kular. Reak- tion
6	37,482	3	25	—	5	12	0,6952	7,43			
		3	25	—	5	12	0,6910	7,37			
		1,5	12,5	14	5	12	0,2059	4,39	7,40		
		1,5	12,5	14	5	12	0,2125	4,54	7,40		
		1,5	12,5	14	5	24	0,2865	6,12		7,40	
		1,5	12,5	14	5	24	0,2760	5,89		7,40	
		1,5	12,5	14	5	36	0,3102	<b>6,62</b>			<b>6,70</b> <sup>1)</sup>
		1,5	12,5	14	5	36	0,3035	<b>6,48</b>			<b>6,70</b> <sup>1)</sup>
7	42,273	2	25	—	5	12	0,5502	5,26			
		2	25	—	5	12	0,5642	5,34			
		1	12,5	13,5	5	12	0,2428	4,59	5,30		
		1	12,5	13,5	5	12	0,2465	4,63	5,30		
		1	12,5	13,5	5	24	0,3392	<b>6,42</b>			<b>5,30</b>
		1	12,5	13,5	5	24	0,3410	<b>6,45</b>			<b>5,30</b>
8	33,273	2	25	—	3	8	0,3865	4,65			
		1	12,5	13,5	3	16	0,1471	3,54		4,65	
		1	12,5	13,5	3	16	0,1505	3,62		4,65	
		1	12,5	13,5	3	32	0,2085	<b>5,01</b>			<b>4,65</b>
		1	12,5	13,5	3	32	0,2243	<b>5,50</b>			<b>4,65</b>

1) Interpoliert.

vollständig unterdrückt. Durch spezielle Versuche haben wir uns überzeugt, daß die Mettschen Eiweißröhren in unseren Albumosen-Magensaftgemischen unverändert blieben. Aber wenn die Verdauung des gebildeten Plasteins in unseren Versuchen dennoch statthätte, so behielten doch die Gleichungen der nicht umkehrbaren Reaktionen ihre volle Kraft, weil das Produkt der Reaktion — das Plastein — einen unlöslichen Stoff darstellt, d. h. eine konstante Konzentration besitzt.

Bei dieser Bedingung übt die umgekehrte Reaktion, wenn sie überhaupt stattfindet, keinen Einfluß auf die Form der Gleichung.

Die angeführten Versuche beweisen, erstens, daß die Reaktion der Plasteinbildung kein einziges Mal die Geschwindigkeit der monomolekularen Reaktion zeigte. Mit anderen Worten, bei der Bildung des Plasteins nehmen mindestens zwei Moleküle teil, d. h. wir haben eine synthetische Reaktion vor uns. Welche Ordnung wir der betrachteten Reaktion zuschreiben sollen, ist ziemlich schwer zu sagen. In einigen Versuchen haben wir Zahlen erhalten, welche der dimolekularen Reaktion entsprechen, in anderen Fällen entsprechen sie der trimolekularen Reaktion. Wenn wir die Seltenheit der trimolekularen Reaktionen überhaupt in Betracht ziehen, so ist es zweifelhaft, daß drei Moleküle an der Bildung des Plasteins teilnehmen. Diejenigen Versuche, welche die trimolekulare Geschwindigkeit zeigten, können vielleicht durch eine nebensächliche Ursache erklärt werden, nämlich durch die Zerstörung des Fermentes, welche in unseren Versuchen unzweifelhaft stattfindet, teils wegen der allgemeinen Neigung der Fermente zur Zerstörung, teils weil das Ferment durch den Plasteinniederschlag mitgerissen wird.

Infolge dieser Fermentverminderung verkleinert sich die Reaktionsgeschwindigkeit besonders zum Ende des Versuches und diese anormalen Geschwindigkeiten können in langdauernden Versuchen (48—50 St.) die Zahlen geben, welche denen der trimolekularen Reaktion entsprechen. Daher können wir die richtige Reaktionsordnung nicht genau feststellen. Aber die besagte Einschränkung hat keine Bedeutung in der Lösung der Fragen nach der monomolekularen Reaktion. Im Falle der

monomolekularen Reaktion sind die Zeiten der gleichen prozentischen Umwandlung bei beliebigen Konzentrationen der reagierenden Stoffe einander gleich. Es ist einleuchtend, daß die Fermentzerstörung in gleicher Zeit sowohl in stärkeren als auch in schwächeren Albumosenlösungen gleich weit vorgeht und die Geschwindigkeitsverminderung in allen Proben gleichmäßig ist, unabhängig von den Albumosenkonzentrationen. Mit einem Worte, man kann, auf diese Versuche sich stützend, ganz sicher sagen, daß die Plasteinbildung keine monomolekulare, also eine synthetische Reaktion ist.

Aus den mitgeteilten Versuchen können wir schließen, daß das Plastein mindestens aus zwei, vielleicht aus drei Molekülen sich bildet, daß also das Plastein ein Produkt einer synthetischen Reaktion ist.

Wenn dieser Schluß richtig ist, so können wir erwarten, daß das Molekulargewicht des Plasteins höher ist, als das Molekulargewicht derjenigen Produkte (Albumosen), aus welchen es sich bildet. Es geht dies übrigens schon aus den sehr ausgesprochenen kolloidalen Eigenschaften des Plasteins hervor. Es war aber nötig, dasselbe durch einen direkten Versuch zu bestätigen. Zur Ermittlung des Molekulargewichtes des Plasteins kann man die Bestimmung seines Säureäquivalentes anwenden. Plastein ist eine Säure, welche in Wasser unlöslich ist, aber es bildet wasserlösliche Alkalisalze. Wenn man also bestimmt, welche Menge Alkali für die Lösung eines gegebenen Plasteingewichtes nötig ist, so kann man das minimalste Molekulargewicht leicht ausrechnen. Bei der Ausführung dieser Versuche erwies es sich aber, daß nach der Auflösung des Plasteins die Flüssigkeit keine Rosafärbung mit Phenolphthalein gibt. Um dieselbe zu erhalten, muß man noch Alkali zusetzen. Die einzige mögliche Erklärung dieses Verhaltens ist die Annahme der Wertigkeit der Plasteinsäure. Die Wertigkeit ist bei den meisten Präparaten dieselbe ( $= 3$ ), aber das Präparat Nr. 6 gibt die Zahlen, welche auf die zweiwertige Säure hinweisen. In dem Präparate Nr. 1 ist das Monometallsalz, bei den Präparaten Nr. 2, 3, 4 und 5 sind die Bimetallsalze in Wasser löslich. Wenn man die Leichtigkeit, mit welcher die Säureeigenschaften

bei den Eiweißkörpern hervorgerufen resp. verändert werden können, im Auge hält, so wird man sich über die beschriebenen Abweichungen nicht wundern. Die Resultate der Versuche sind in der Tabelle III zusammengestellt. Von den vielen Titrationsen, auf welche die Tabelle sich stützt, führe ich als Beispiel die zu dem Präparate Nr. 3 gehörenden an.

Das Plastein wurde in üblicher Weise aus Caseosen dargestellt, durch dreimaliges Ausfällen gereinigt. Die Lösung enthielt in 100 ccm 2,622 g Plastein und 0,1 g NaOH.

a) 10 ccm der Lösung wurden mit der dezinormalen Schwefelsäure bis zum Anfang der Ausfällung titriert. Verbraucht  
1,6 ccm  $H_2SO_4$ .

Zu dieser Flüssigkeit wurde dann dezinormale Alkalilösung bis zur Rosafärbung mit Phenolphthalein hinzugefügt. Verbraucht  
0,5 ccm NaOH.

Dann wurde das Gesamtalkali der Lösung neutralisiert und zur Flüssigkeit Alkali ( $n/10$ ) hinzugefügt.

Bis zur Auflösung des Niederschlages verbraucht  
1,05 ccm NaOH.

Bis zur Rosafärbung mit Phenolphthalein  
0,4 ccm NaOH.

b) 10 ccm der Lösung wurden mit der  $n/10-H_2SO_4$  titriert.

Bis zum Verschwinden der Rosafärbung mit Phenolphthalein verbraucht

1,2 ccm  $H_2SO_4$ .

Bis zum Anfang der Ausfällung

1,5 ccm  $H_2SO_4$ .

Das Gesamtalkali der Lösung neutralisiert. Man titriert mit dem dezinormalen Alkali. Bis zur Auflösung verbraucht

1,2 ccm.

Bis zur Rosafärbung

1,5 ccm.

c) 10 ccm der Lösung werden mit der Säure titriert. Bis zum Verschwinden der Färbung verbraucht

1,1 ccm  $H_2SO_4$ .

Bis zum Anfang der Ausfällung

1,5 ccm  $H_2SO_4$ .

d) 50 ccm der Lösung werden mit der Säure titriert. Bis zum Anfang der Ausfällung verbraucht

7,6 ccm  $H_2SO_4$ .

Dann gießt man Alkali zu bis zur Färbung mit Phenolphthalein. Verbraucht

2,6 ccm.

Zahl der Kubikzentimeter Alkali, welche in jeder der oben erwähnten Bestimmungen von dem Plastein gebunden waren.

	Volumen der Plasteinlösung	Zur Auflösung des Plasteins	Bis zur Rosafärbung mit Phenolphthalein
a <sub>1</sub> )	10	0,9	1,4
a <sub>2</sub> )	10	1,05	1,45
b <sub>1</sub> )	10	1,0	1,3
b <sub>2</sub> )	10	1,2	1,5
c)	10	1,0	1,4
d)	50	4,9	7,5
Summe . . .	100	10,5	14,55
Mittel für 10 ccm der Plasteinlösung		1,05	1,45

Wenn wir annehmen, daß ein Bimetallsalz bei der Auflösung und ein Trimetallsalz bei der Rosafärbung mit Phenolphthalein sich bildet, rechnen wir die Alkalimenge für ein Säureäquivalent von 1 g Plastein wie folgt:

$$14,5 : 2,622 = 5,53$$

$$5,53 : 3 = 1,84 \text{ ccm } n/10\text{-NaOH.}$$

Daraus ergibt sich das Molekulargewicht:

$$\frac{1000}{0,184} = 5434.$$

Tabelle III.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Num- mer	Plastein aus	Plastein- gewicht g	Menge des dezi- normalen Alkalis, welche zur Auflösung nötig ist ccm	Menge des dezi- normalen Alkalis, welche zur Färbung m. Phenol- phthalein nötig ist ccm	Ver- hält- nis V : IV	Wertig- keit des Plasteins	Mole- kular- ge- wicht
1	Witte-Pepton	3,2325	4,9	14,8	3,02	3	6596
2	"	2,5175	—	7,0	—	(3)	7143
3	Casein	2,622	10,5	14,55	1,37	3	5434
4	Pepton Gehe	3,927	12,9	18,6	1,44	3	6329
5	Ovalbumin	2,4585	9,7	13,15	1,46	3	5618
6	Casein	3,1865	5,9	11,5	1,96	2	5403
						Mittel	6087

Die Zahlen der Tabelle III erweisen, daß das Molekulargewicht des Plasteins im Mittel zweimal höher ist, als das größte bekannte Molekulargewicht der Albumosen (= 3000); jedenfalls stimmt die Größenordnung des Molekulargewichts von Plastein mit denen der echten Eiweißkörper gut überein.

Das Plastein erscheint in der fermentierenden Flüssigkeit zuerst in einer löslichen Form. Wenn man nämlich eine stärkere Albumosenlösung mit dem Magensaft vermischt und die Mischung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich selbst überläßt, so erscheint nach 15—24 Stunden keine sichtbare Veränderung in der Flüssigkeit oder höchstens bemerkt man eine leichte Opalescenz. Aber beim Aufkochen bildet sich ein reichlicher Niederschlag eines Körpers, welcher sich weder in seiner Zusammensetzung noch in seinen Eigenschaften von dem Plastein unterscheidet. Der Niederschlag löst sich, wie das typische Plastein, in einer schwachen Alkalilösung; aus dieser Lösung fällt der Körper beim Neutralisieren, beim Kochen ohne Zusatz der Salze und bei Zimmertemperatur nach dem Zusatze der Neutralsalze. Mit einem Worte, der Niederschlag zeigt den gewöhnlichen hoch kolloidalen Charakter des Plasteins. Seine Zusammensetzung entspricht der des Plasteins, welches von mir im Jahre 1899 aus Wittepepton erhalten wurde, nämlich

Lösliches Plastein	Plasteinniederschlag (1899)
C — 53,70%	53,36—53,62%
H — 6,94%	7,35—7,20%
N — 14,58%	15,33—15,33%

Die Bildung des löslichen Plasteins in der Fermentationsflüssigkeit bestätigt nochmals den synthetischen Charakter des Prozesses; es bildet sich nämlich in der Fermentationsflüssigkeit ein in der Hitze koagulierbarer Eiweißkörper, d. h. ein entschieden kolloidaler, resp. hochmolekularer Körper. Das lösliche Plastein fällt dann aus (wahrscheinlich unter dem Einflusse der Elektrolyte der Flüssigkeit). Diese Ausfällung wird schon bei Zimmertemperatur beobachtet, wenn man das Fermentationsgemisch längere Zeit sich selbst überläßt. Bei Körpertemperatur wird die Ausfällung beschleunigt und beim Kochen tritt sie, wie gesagt, sofort auf. Das Auftreten dieses kolloidalen

löslichen Plasteins entzieht sich der Beobachtung bei der Digestion des Gemisches im Thermostaten wegen des schnellen Verlaufes der Reaktion bei dieser Temperatur. Die Herabsetzung der Temperatur verlangsamt den Prozeß und läßt somit verschiedene Phasen desselben einzeln beobachten.

Herr Wait in seiner Dissertation sowie Prof. Lawrow in seiner letzten Mitteilung<sup>1)</sup> weisen viele Male darauf hin, daß es ihnen nicht gelungen ist, die Bildung von löslichem Plastein zu beobachten. Als ich aber die Versuchsprotokolle von Wait durchsah, fand ich zu meiner großen Verwunderung, daß er alle seine Versuche bei 40° C. angestellt hat. Bei dieser Temperatur habe ich auch niemals Bildung von löslichem Plastein beobachtet. Um das lösliche Plastein zu erhalten, muß man den Versuch bei Zimmertemperatur ausführen, wie dies in meiner vorläufigen Mitteilung<sup>2)</sup> ausdrücklich erwähnt wurde. Es ist also kein Wunder, daß Herr Wait, der doch meine Versuchsbedingungen kannte, in seinen Versuchen die Bildung von löslichem Plastein nicht konstatieren konnte. Aber ich weiß dann nicht, gegen wen diese seine Polemik gerichtet ist.

Die Frage nach der Natur des Agens, welches die Bildung des Plasteins in den Albumosenlösungen hervorruft, muß allem Anschein nach zugunsten des Pepsins entschieden sein.

Die Bildung von Plastein ist eine synthetische Reaktion. Das Labferment, wenn es überhaupt existiert, bewirkt die Spaltung des Caseins in zwei Körper. Die Grundcharakteristik des Labfermentes liegt also nicht in seiner spezifischen Wirkungsweise, da es dieselbe Hydrolyse eines Eiweißstoffes hervorruft wie das Pepsin, sondern in seinem streng spezifischen Verhalten zu einem einzigen Eiweißkörper (Casein). Das Lab spaltet das Casein ebenso, wie das Pepsin es tut, aber Lab unterscheidet sich vom letzteren dadurch, daß es nur auf Casein und auf keinen anderen Eiweißkörper einwirkt.

Wenn wir also dem Lab die Wirkung auf Albumosen zuschreiben wollen, so sprechen wir ihm seine bisher ange-

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. LI, 1907.

<sup>2)</sup> Zentralblatt f. Physiologie, Bd. XVI, 1902.

nommene Charakteristik völlig ab, die neue Eigenschaft paßt nicht in den früheren Charakter des Labfermentes: es ist daher gleichgültig, ob wir ein neues plasteinbildendes Ferment annehmen, oder dem alten Terminus «Lab» eine ganz neue Bedeutung zusprechen. So verhält es sich mit dem Lab.

Es gibt aber keine theoretischen Hindernisse, um die Bildung von Plastein als eine umgekehrte Reaktion von Pepsin anzusehen. Alle die Bedingungen der Niederschlagsbildung sprechen dafür. Die Reaktion gelingt gut nur in stärkeren Albumosenlösungen, das Plastein entspricht in seinen Eigenschaften dem gewöhnlichen Eiweißcharakter, es wird von dem Magensaft verdaut unter Bildung der gewöhnlichen Albumosen, es bildet sich aus seinen Albumosen ein typisches Plastein, die Bildung von Plastein ist eine synthetische Reaktion — alle diese Umstände lassen die Plasteinbildung als umgekehrte Wirkung des Pepsins ansehen und das ganze Verhalten in dem Symbol ausdrücken



Der Prozeß geht von der linken zur rechten Seite in starken Albumosenlösungen: in den Plasteinlösungen ohne Anwesenheit von großen Albumosenmengen geht er von der rechten zur linken Seite; für beide Fälle ist die Anwesenheit des Magensaftes, d. h. des Pepsins unentbehrlich.

Was die Eigenschaften des Produktes anbelangt, so wurden sie von mir schon früher<sup>1)</sup> beschrieben und seit dieser Zeit hat diese Charakteristik fast keine Veränderung erlitten. Das Plastein stellt einen Stoff dar, welcher in reinem Wasser unlöslich und in Kochsalzlösungen sehr wenig löslich ist: er löst sich sehr leicht in kaustischen und kohlen-sauren Alkalien und in Säuren. Aus alkalischer Lösung fällt der Stoff beim Kochen aus; die Ausfällung wird auch bei der Zimmertemperatur beobachtet, wenn nur die Neutralsalze zugegen sind. Bei geringen Konzentrationen der letzteren koaguliert das Plastein nach 24 bis 3 × 24 Stunden, bei Steigerung der Salzkonzentration wird der Stoff augenblicklich ausgefällt. Alle erwähnten Plasteinnieder-

<sup>1)</sup> Pflügers Archiv, Bd. LXXXV.

schläge sind in Alkalien löslich, diese Lösung bewahrt alle ihre ursprünglichen Eigenschaften unverändert. Zu den Eigenschaften des Plasteins läßt sich in neuerer Zeit noch eine weitere anreihen, nämlich seine Löslichkeit in warmem Weingeist (Rosenfeld).

Die Zusammensetzung des Plasteins ist nach meinen früheren Analysen im Durchschnitt folgende:

C — 54,93%

H — 7,29%

N — 14,73%

S — 1,29%

O — 21,27%

In dieser meiner Mitteilung bin ich in der Lage, die angeführte Zusammensetzung auf Grund meiner neuen Analyse zu bestätigen.

Die neuen Präparate von Plastein wurden aus dem Mandelglobulin, Ovoglobulin, Ovalbumin, Pepton Witte, Pepton Gehe, Serumalbumin, Serumglobulin, unkrystallisiertem Edestin aus Kürbissamen und krystallisiertem Edestin aus denselben Samen gewonnen. Im folgenden sind die analytischen Belege angeführt und in zwei großen Tabellen (Nr. IV und V) stelle ich zum Vergleich meine Analysen und die anderer Forscher zusammen, da wir in den letzteren auch viele Präparate von derselben Zusammensetzung finden.

### 1. Plastein aus Serumalbumin (längere Verdauung).

Das Serumalbumin wurde aus dem Ochsen Serum dargestellt; das Serum, von dem Globulin durch Halbsättigung mit Ammonsulfat befreit, wurde zum Kochen erhitzt; das Hitze-koagulum mit Wasser sulfatfrei gewaschen, mit künstlichem Magensaft während 72 Stunden im Thermostaten digeriert. Das Verdauungsgemisch von dem Neutralisationspräzipitat und von dem koagulierbaren Eiweiße üblicherweise befreit, konzentriert, mit Salzsäure angesäuert und mit Magensaft vermischt, gibt nach 24 Stunden einen reichlichen Plasteinniederschlag. Der letztere ist abfiltriert, bis zum Verschwinden der Biuretreaktion mit Wasser gewaschen, durch dreimaliges Auflösen in Alkali und Ausfällung mit Essigsäure gereinigt,

endlich mit Alkohol und Äther gewaschen. Die Darstellungsweise des Plasteins bleibt in allen übrigen Fällen dieselbe; darum erwähne ich dieselbe bei den folgenden Präparaten nicht.

0,3272 g Substanz gaben beim Verbrennen nach Marchand 0,6753 g  $\text{CO}_2$ , 0,2239 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 0,0025 g Asche.

0,3365 g Substanz gaben 0,6954 g  $\text{CO}_2$ , 0,2270 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 0,0032 g Asche.

0,3073 g Substanz verbrauchten 31,8 ccm  $\frac{n}{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$  zum Neutralisieren des daraus gebildeten Ammoniaks (bei Behandlung nach Kjeldahl).

0,3434 g Substanz verbrauchten 35,3 ccm  $\frac{n}{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$ .

Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	56,73%	56,88%
H	7,67%	7,56%
N	14,62%	14,52%
Asche	0,77%	0,96%

## 2. Plastein aus Serumalbumin (kürzere Verdauung).

Die Gewinnungsmethode blieb dieselbe, nur dauerte die Verdauung des Koagulums 24 Stunden.

0,2712 g Substanz gaben 0,5489 g  $\text{CO}_2$ , 0,1847 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 0,0010 g Asche.

0,2661 g Substanz gaben 0,5359 g  $\text{CO}_2$ , 0,1820 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 0,0019 g Asche.

Zum Neutralisieren des aus 0,2369 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 25,5 ccm  $\frac{n}{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$  verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,3687 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 39,4 ccm  $\frac{n}{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$  verbraucht.

Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	55,40%	55,30%
H	7,60%	7,66%
N	15,15%	15,04%
Asche	0,35%	0,71%

## 3. Plastein aus Pepton Gehe.

Das Präparat wurde üblicherweise aus 40%iger Lösung des Peptons dargestellt.

0,2656 g Substanz gaben 0,5254 g  $\text{CO}_2$ , 0,1739 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 0,0030 g Asche.

0,2784 g Substanz gaben 0,5526 g  $\text{CO}_2$ , 0,1828 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 0,0027 g Asche.

Zum Neutralisieren des aus 0,4460 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 46,2 ccm  $\frac{n}{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$  verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,4185 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 43,4 ccm  $\frac{n}{10}\text{-H}_2\text{SO}_4$  verbraucht.

**Zusammensetzung der aschefreien Substanz:**

C	54,61%	54,62%
H	7,36%	7,37%
N	14,65%	14,65%
Asche	1,13%	0,93%

**4. Plastein aus Serumglobulin.**

Das Serumglobulin wurde aus Ochsen Serum durch Halbsättigung mit Ammonsulfat ausgefällt, mit halbgesättigter Ammonsulfatlösung albuminfrei gewaschen, im Wasser gelöst, durch Kochen koaguliert, das Hitzekoagulum mit Wasser sulfatfrei gewaschen.

0,2858 g Plastein gaben 0,5660 g CO<sub>2</sub>, 0,1896 g H<sub>2</sub>O und 0,0031 g Asche.  
0,3397 » Substanz » 0,6760 » » 0,2212 » » 0,0030 » »

Zum Neutralisieren des aus 0,3050 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 31,8 ccm  $\frac{n}{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,3672 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 38,6 ccm  $\frac{n}{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

**Zusammensetzung der aschefreien Substanz:**

C	54,60%	54,75%
H	7,45%	7,31%
N	14,75%	14,87%
Asche	1,10%	0,90%

**5. Plastein aus Casein.**

Casein wurde nach Hammarsten dargestellt.

0,2597 g Plastein gaben 0,5421 g CO<sub>2</sub>, 0,1740 g H<sub>2</sub>O und 0,0034 g Asche.  
0,2508 » Substanz » 0,5173 » » 0,1703 » » 0,0029 » »

Zum Neutralisieren des aus 0,3120 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 32,3 ccm  $\frac{n}{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

1,003 g Substanz gaben (bei Behandlung nach Liebig) 0,0857 g BaSO<sub>4</sub>.

**Zusammensetzung der aschefreien Substanz:**

C	57,68%	56,91%
H	7,53%	7,62%
N	14,68%	
S	1,17%	
Asche	1,32%	1,17%

**6. Plastein aus Mandelglobulin.**

Pulverisierte Mandeln wurden mit Äther entfettet, dann mit 10%iger Kochsalzlösung bei Zimmertemperatur ausgelaugt.

Die Lösung filtriert, dialysiert, das ausgeschiedene Globulin in Kochsalzlösung gelöst, durch Hitze koaguliert, Hitze-koagulum abfiltriert, gewaschen. Das Plastein wurde einfach durch anhaltendes Auswaschen, ohne Wiederauflösung, gereinigt.

0,2658 g Plastein gaben 0,5330 g CO<sub>2</sub>, 0,1817 g H<sub>2</sub>O und 0,0013 g Asche.  
0,2803 g Substanz » 0,5609 g » » 0,1905 g » » » 0,0028 g » »

Zum Neutralisieren des aus 0,2746 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 32,2 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,2080 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 24,4 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	55,01%	55,35%
H	7,63%	7,64%
N	16,53%	16,53%
Asche	0,49%	0,82%

### 7. Plastein aus Mandelglobulin.

Dieses Präparat wurde wie gewöhnlich durch Wiederauflösen gereinigt.

0,3008 g Substanz gaben 0,5974 g CO<sub>2</sub>, 0,1891 g H<sub>2</sub>O und 0,0039 g Asche.

Zum Neutralisieren des aus 0,2526 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 26,8 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	54,87%
H	7,07%
N	15,04%
Asche	1,29%

### 8. Plastein aus Ovoglobulin.

Das Globulin wurde aus filtriertem Eiklar durch Halbsättigung mit Ammonsulfat ausgefällt. Der Niederschlag ist abfiltriert ausgewaschen, in Wasser gelöst, durch Hitze koaguliert, das Koagulum sulfatfrei gewaschen.

0,3170 g Plastein gaben 0,6429 g CO<sub>2</sub>, 0,2132 g H<sub>2</sub>O und 0,0040 g Asche.  
0,2664 g Substanz » 0,5382 g » » 0,2618 g » » » 0,0046 g » »

Zum Neutralisieren des aus 0,2117 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 22,2 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,2298 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 23,8 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

## Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	55,97%	56,03%
H	7,57%	7,60%
N	14,90%	14,72%
Asche	1,28%	1,76%

## 9. Plastein aus Ovalbumin.

Das Filtrat von dem Globulinniederschlage wurde durch Hitze koaguliert, das Koagulum sulfatfrei gewaschen.

0,2570 g Plastein gaben 0,5189 g CO<sub>2</sub>, 0,1707 g H<sub>2</sub>O und 0,0032 g Asche.  
0,2700 » Substanz » 0,5444 » » 0,1811 » » » 0,0032 » »

Zum Neutralisieren des aus 0,2000 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 21,6 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,2165 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 23,5 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

## Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	55,79%	55,65%
H	7,48%	7,53%
N	15,30%	15,39%
Asche	1,26%	1,18%

## 10. Plastein aus Pepton Witte.

0,2839 g Substanz gaben 0,5759 g CO<sub>2</sub>, 0,1874 g H<sub>2</sub>O und 0,0024 g Asche.  
0,2808 » » » 0,5634 » » » 0,1846 » » » 0,0031 » »

Zum Neutralisieren des aus 0,2433 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 25,1 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,2612 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 27,3 ccm  $n_{10}$ -H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

1,1547 g Substanz gaben 0,0913 g BaSO<sub>4</sub>.

## Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	55,73%	55,34%
H	7,39%	7,39%
N	14,58%	14,77%
S	1,09%	
Asche	0,85%	1,10%

## 11. Plastein aus unkrystallisiertem Edestin der Kürbissamen.

Die geschälten Kürbissamen wurden zermahlen, mit Äther vom Fett befreit, mit 10%iger Kochsalzlösung digeriert. Die

Lösung ist abfiltriert, dialysiert, das ausgeschiedene Edestin in Wasser gelöst, durch Hitze koaguliert, abfiltriert, gewaschen.

0,2565 g Plastein gaben 0,5203 g CO<sub>2</sub>, 0,1821 g H<sub>2</sub>O und 0,006 g Asche.  
 0,2520 » Substanz » 0,5081 » » 0,1769 » » 0,0012 » »

Zum Neutralisieren des aus 0,3116 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 33,6 ccm n/10-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,2294 g Substanz gebildeten Ammoniaks wurden 25,4 ccm n/10-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

0,7360 g Substanz gaben 0,0099 g S in BaSO<sub>4</sub>.

Zusammensetzung der aschefreien Substanz:

C	55,45%	55,26%
H	7,90%	7,81%
N	15,15%	15,55%
S	1,35%	
Asche	0,24%	0,48%

## 12. Plastein aus krystallisiertem Edestin der Kürbissamen.

Edestin wurde nach Osborne<sup>1)</sup> dargestellt. Entfettetes Samenpulver wurde mit 2%iger Kochsalzlösung bei 60°C. kurze Zeit digeriert, die Lösung filtriert, bei +5°C. stehen gelassen. Das auskrystallisierte Edestin ist abfiltriert, mit Wasser, Alkohol und Äther salz- und fettfrei gewaschen. Das Präparat enthielt 18,23% N.

Zum Neutralisieren des aus 0,3300 g Plastein gebildeten Ammoniaks wurden 35,5 ccm n/10-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Zum Neutralisieren des aus 0,3014 g Plastein gebildeten Ammoniaks wurden 32,5 ccm n/10-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

Die Substanz enthält:

N	15,06%	15,10%
---	--------	--------

## 13. Plastein aus krystallisiertem Edestin der Hanfsamen.

Edestin wurde ebenfalls nach Osborne dargestellt und enthielt 18,52% N.

Zum Neutralisieren des aus 0,3391 g Plastein gebildeten Ammoniaks wurden 38,2 ccm n/10-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht.

<sup>1)</sup> Die Proteide der Getreidearten, deutsch von Griesmayer.



geteilt. In der ersten sind die Plasteine einbegriffen, welche der ersten Gruppe des Verfassers entsprechen, in der zweiten die der zweiten Gruppe des Verfassers entsprechenden. Die dritte Gruppe bilden die Plasteine, welche sich sowohl nach ihrer Gewinnung, wie auch nach ihrer Zusammensetzung scharf von den früher erwähnten unterscheiden.

Aus allen den angeführten Analysen tritt ein Körper zutage, welcher in seiner Zusammensetzung der der ersten Gruppe des Verfassers entspricht; er enthält:

C	55,26%
H	7,44%
N	14,99%
S	1,16%
O	21,22%

Die dreizehn Präparate der ersten Gruppe des Verfassers entsprechen am besten diesem Mittel, indem sie Abweichungen von ihm nur in sehr beschränktem Maße geben, nämlich:

C	54,62—56,00%
H	7,07—7,86%
N	14,65—15,65%
S	0,71—1,42%
O	20,08—22,14%

Die sechs Präparate der ersten Gruppe anderer Forscher stimmen auch sehr gut mit diesem Mittel überein; ihre Abweichungen sind folgende:

C	55,22—56,47%
H	7,12—7,64%
N	14,30—15,35%

Somit entsprechen neunzehn Plasteinpräparate aus der Gesamtzahl (32 Präparate) dem angeführten Mittel ebensogut, wie die unkrystallinischen Eiweißpräparate überhaupt. Daher habe ich das Recht, wie mir scheint, den Schluß, welchen ich früher machte, zu bestätigen, nämlich daß ein und dasselbe Plastein aus verschiedenen Eiweißstoffen erhalten werden kann; ich sage «kann», weil wir die Präparate der zweiten Gruppe haben, welche eine etwas abweichende Zusammensetzung aufweisen.

Tabelle V.

Zusammensetzung der Plasteinpräparate anderer Forscher.

Nr.	Herkunft des Plasteins	Autor und Datum	C	H	N	S	O	S+O
Erste Gruppe								
1	Aus der II. Spiritusfraktion des Peptons Witte . . .	Wait 1905	55,22	7,30	15,31	—	—	—
2	Aus der III. Spiritusfraktion des Peptons Witte . . .	„	—	—	15,35	—	—	—
3	Aus der V. Spiritusfraktion des Peptons Witte . . .	„	—	—	15,33	—	—	—
4	Aus der VI. Spiritusfraktion des Peptons Witte . . .	„	55,70	7,12	14,30	1,30	21,58	22,88
5	Aus der «Lösung A» der Verdauungsprodukte von krystall. Ovalbumin . . .	Lawrow 1907	54,90	7,43	14,56	—	—	—
6	Aus der «Lösung B» derselben Produkte . . .	„	56,47	7,64	12,56	—	—	—
	Mittel . . .		55,57	7,27	14,57	1,30	21,58	22,88
Zweite Gruppe								
7	Aus Casein . . . . .	Kurajew 1902	57,02	7,14	—	—	—	—
8	Aus krystallis. Ovalbumin, 4tägige Verdauung . . .	1904	58,82	7,34	14,44	1,24	18,16	19,40
9	Dasselbe, 22täg. Verdauung	„	58,92	7,22	14,31	—	—	—
10	Aus Casein, 4 . . . . .	Rosenfeld 1907	59,01	7,66	14,25	0,87	18,21	19,08
11	Dasselbe . . . . .	„	58,70	7,83	14,58	0,74	18,15	18,89
12	Aus Plastein . . . . .	„	59,13	7,83	14,14	—	—	—
13	Aus Casein (spirituslösliches Plastein) . . . . .	„	59,41	7,48	14,03	—	—	—
14	Dasselbe (spiritusunlös. Pl.)	„	58,80	7,45	14,19	0,84	18,72	19,56
	Mittel . . .		58,32	7,46	14,32	0,92	—	—
Dritte Gruppe								
15	Aus Alkoholauszug des Witte-Peptons . . . . .	Bayer 1904	38,43	7,01	8,05	—	—	—
16	Aus der VI. Spiritusfraktion der Produkte der 1½-monatlichen Verdauung des Caseins . . . . .	Lawrow 1907	45,76	7,54	11,11	—	—	—
17	Aus der Unterfraktion N (dem Teil d. VI. Spiritusfraktion, welcher durch Phosphorwolframsäure nicht fällbar ist) . . . . .	„	44,58	8,07	12,31	—	—	—

Diese dreizehn Präparate (die II. Gruppe des Verfassers und der anderen Forscher) weichen in dem Kohlenstoffgehalt etwas ab; es schwankt nämlich der Kohlenstoffgehalt in den Präparaten des Verfassers von  $C = 53,49\%$  bis  $57,30\%$ , in den Präparaten anderer Forscher von  $57,02\%$  bis  $59,41\%$ . In dem Gehalte der anderen Elemente geben die Plasteine der zweiten Gruppe Schwankungen, welche nicht größer sind, als die der Plasteine der ersten Gruppe.

Die Ursache der Abweichungen in dem Kohlenstoffgehalte kann zweierlei sein. Es ist möglich, daß die Abweichungen von der geringeren Reinheit der Präparate, also von einem Zufall abhängen, wie es auch von verschiedenen Forschern ausgesprochen wurde. Aber niemand hat bisher objektive Belege für diese Ansicht erbracht. Wenn wir in Betracht ziehen, daß die Gewinnung der Plasteinpräparate in der ersten und zweiten Gruppe dieselbe bleibt, so ist es schwer verständlich, warum sich in einem Falle ein reineres, in anderem Falle ein weniger reines Präparat darstellen läßt. Daher wollen wir eine etwaige konstante Ursache der Abweichung suchen.

Ohne uns über diese Frage entscheidend äußern zu wollen, möchten wir auf die mögliche Ursache dieser Abweichung hinweisen. Aus der Zusammenstellung der Plasteinanalysen der zweiten Gruppe kann man ersehen, daß die Plasteine, welche aus einem und demselben Eiweißstoffe unter verschiedenen Bedingungen dargestellt werden, mehr Kohlenstoff enthalten, je länger die Verdauung des betreffenden Eiweißes andauerte. So enthält das Plastein aus den Produkten einer kurzen Verdauung (24 St.) des Serumalbumins  $55,35\%$  C (Tabelle IV, Nr. 7), während das Plastein der langdauernden Verdauung (4—5 Tage)  $56,81\%$  C enthält (Tabelle IV, Nr. 16). Plastein aus Casein enthält je nach der Länge der Verdauung von  $55,69\%$  (2 Tage) bis  $57,11\%$  (4 Tage) bis  $59,01\%$  C (4 Tage). Ich gebe zu, daß die erwähnte Ursache eine bloße, allerdings sehr wahrscheinliche Vermutung ist. Ich hoffe sie in Zukunft durch genaue Versuche zu bestätigen.

Dennoch, wenn man auch die angeführte Ansicht nicht teilt, erschüttern die Analysen der zweiten Gruppe keineswegs

den Grundsatz, daß ein und dasselbe Plastein aus verschiedenen Eiweißkörpern dargestellt werden kann. In der Tat, Plasteine mit abweichender Zusammensetzung (der II. Gruppe) sind aus dem Witte-Pepton, Serumalbumin, Casein, Mandelglobulin und Ovalbumin erhalten. Aber auch aus allen diesen Stoffen wurden Plasteine ganz typischer Zusammensetzung erhalten (Tabelle IV, Nr. 1, 2, 5, 7 und 13). Aus allen Plasteinanalysen kann man folgenden objektiven Schluß ziehen: es existieren Bedingungen, unter welchen Plastein einer und derselben Zusammensetzung aus verschiedenen Eiweißstoffen dargestellt werden kann: unter anderen Bedingungen weicht die Zusammensetzung des Plasteins von diesem Typus ab. Als normale, typische Zusammensetzung wollen wir dennoch die mittlere Zusammensetzung der ersten Gruppe annehmen und zwar aus dem Grunde, weil die meisten Plasteinpräparate augenscheinlich dieser Zusammensetzung sich am meisten nähern. So haben 19 Präparate aus 32 diese mittlere Zusammensetzung. Zweitens weil unter normalen Bedingungen, d. h. bei kurzdauernder Verdauung eben dieses typische Plastein am öftesten entsteht.

Die dritte Gruppe der Präparate, welche unter dem Namen Plastein beschrieben sind, hat offenbar mit dem Plastein nichts Gemeinsames, weder in ihren Eigenschaften, noch in ihrer Zusammensetzung. Zu dieser Gruppe gehören zwei Präparate von Lawrow und ein Präparat von Bayer.

Bayer weist selbst darauf hin, daß ihm nicht Albumosen, sondern wahrscheinlich Polypeptide als Material zur Plasteinbildung dienten. In einem seiner Fälle arbeitete Lawrow unzweifelhaft unter denselben Verhältnissen (Tabelle V, Nr. 17.) Dieses Präparat wurde aus Verdauungsprodukten erhalten, welche durch Phosphorwolframsäure nicht gefällt werden, d. h. weder zu den Albumosen, noch zu den Peptonen gehören. Die Herkunft des Präparates Nr. 16 (Tabelle V) ist nicht so klar: aber wenn wir in Betracht ziehen, daß es aus den Produkten der  $1\frac{1}{2}$  monatlichen Verdauung gewonnen wurde, daß weiter seine Zusammensetzung sich der des Präparates Nr. 17 nähert, kann man voraussetzen, daß dieses Präparat auch aus Polypeptiden stammt.

Es unterscheidet sich also die Entstehung der Präparate der III. Gruppe scharf von der der typischen Plasteine, ihren Eigenschaften nach entsprechen diese Präparate dem Typus des Plasteins auch nicht. Sie geben nämlich nicht alle Farbreaktionen der Eiweißstoffe, somit unterscheidet sich ihre Molekularstruktur von der der Eiweißstoffe bedeutend. Endlich weicht ihre Zusammensetzung von der des Plasteins und der Eiweißstoffe überhaupt so sehr ab, daß es ganz unmöglich ist, diese Präparate in etwaige Analogie mit den Plasteinen zu stellen oder sogar sie als «reiner» Plasteine zu betrachten (Bayer). In den Präparaten der III. Gruppe haben wir einen eigentümlichen Stoff, welcher aus einem ganz anderen Material erhalten wird, ganz andere Eigenschaften und andere Zusammensetzung hat. Diese Substanz ist für sich sehr interessant, aber sie spielt keine Rolle in der Plasteinfrage.

Die prozentische Zusammensetzung allein charakterisiert die Eiweißstoffe sehr unvollständig. Daher ist es für die genaue Identifizierung der Plasteine notwendig, womöglich in die innere Struktur dieser Stoffe einzudringen. Zu diesem Behufe haben wir eine Reihe der Analysen von Plasteinen verschiedener Herkunft nach der Methode von Hausmann-Osborne<sup>1)</sup> gemacht. Ohne in die Besprechung der Vorteile und Fehler dieser Methode einzugehen, erwähnen wir nur, daß Osborne mit dieser Methode Zahlen erhalten hat, welche den nach der genaueren Methode von Kossel erhaltenen vollständig entsprechen. Nachdem meine Analysen schon lange beendet waren, hatte ich das Vergnügen, die Bestätigung meiner Resultate in der Arbeit von Rosenfeld, welche nach der genauen Methode von Kossel ausgeführt ist, zu finden. Endlich, wenn die Methode von Hausmann-Osborne auch nicht absolute Zahlen gibt, so kann man mit ihr recht gute relative Zahlen erhalten, und für unsere Aufgabe sind nur relative Zahlen erforderlich. Die Resultate der Untersuchung der 4 Präparate sind in der Tabelle VI enthalten.

Die mittleren Zahlen der Tabelle VI beweisen in den Fehlergrenzen der Methode die Identität der Molekularstruktur der vier untersuchten Plasteine. Außerdem stimmen meine Zahlen

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. analyt. Chemie, Bd. XLIII, 1904.

Tabelle VI.

Nr.	Substanz	Verteilung des Stickstoffs in % des Substanzgewichtes		
		Amid- stickstoff	N der Poly- amino- säuren	N d. Mono- amino- säuren
1	Plastein aus Casein	0,75	2,42	11,32
2	Id.	0,74	2,75	10,95
3	Id.	0,76	2,94	10,88
4	Id.	0,63	—	10,61
5	Id.	0,86	2,71	11,04
6	Id.	0,84	2,53	11,24
7	Id.	0,86	2,66	11,09
8	Id.	0,79	2,67	11,15
9	Id.	—	—	11,68
	Mittel . . .	0,78	2,67	11,12
10	Plastein aus Ovalbumin	0,77	2,82	11,16
11	Id.	0,82	2,99	11,35
12	Id.	0,76	3,06	11,34
13	Id.	0,74	3,38	11,04
	Mittel . . .	0,77	3,06	11,22
14	Plastein aus Pepton Gehe	0,99	3,25	11,91
15	Id.	0,96	3,38	11,64
16	Id.	0,84	2,13	11,27
17	Id.	0,92	2,82	10,94
18	Id.	0,88	2,18	11,28
19	Id.	0,94	2,09	11,93
20	Id.	0,94	2,51	11,57
21	Id.	0,95	3,33	11,40
	Mittel . . .	0,92	2,59	10,90
22	Plastein aus Edestin der Hanfsamen	0,89	2,36	12,40
23	Id.	0,86	2,78	12,01
	Mittel . . .	0,87	2,57	12,20

für das Caseoplastein mit denen von Rosenfeld gut überein.  
Nämlich, auf 100 Teile Stickstoff

	Sawjalow	Rosenfeld
Basenstickstoff	23,67%	23,21%
N der Monoaminosäuren	76,33%	76,79%
N des Ammoniaks	5,35%	3,12%
N anderer Basen	18,32%	20,09%

Mit zwei anderen Plasteinpräparaten habe ich ein wenig abweichende Zahlen erhalten, aber ich habe gute Gründe, an der Richtigkeit dieser meiner Zahlen zu zweifeln, und daher behalte ich mir die Publikation dieser Zahlen vorläufig noch vor.

Zum Schluß einige Worte über die mögliche physiologische Bedeutung der untersuchten Reaktion. Auf meine frühere Arbeit<sup>1)</sup> verweisend, begnüge ich mich hier mit der Rekapitulation einiger Punkte.

Die Nahrungseiweißstoffe sind zum Aufsaugen ins Blut und zur temporären Umwandlung ins Bluteiweiß bestimmt. Es gibt keine physikalischen Hindernisse in bezug auf die Aufsaugung des unveränderten Eiweißes, aber es gibt wohl! Hindernisse chemischer Natur: nämlich sehr viele Nahrungseiweißstoffe scheiden sich beim Einspritzen direkt ins Blut durch die Nieren unverändert aus. Mit anderen Worten brauchen sie eine vorläufige chemische Umwandlung, um imstande zu sein, im Blute zu zirkulieren und eine wahre Nahrungssubstanz für die Zellen zu bilden. Die Blutuntersuchung lehrt, daß eine solche Umwandlung des Eiweißes unzweifelhaft stattfindet und zwar in einem ganz bestimmten Sinne. Die Nahrungseiweißkörper werden nach der Verarbeitung in dem Verdauungstraktus sowohl in ihrer Zusammensetzung, wie auch in ihren Eigenschaften nivelliert, sie verlieren ihre Arteigenschaften und verwandeln sich alle in ein und dieselbe Form des Bluteiweißes.

So lauten die physiologischen Vorbemerkungen zu einer jeden Theorie der Eiweißverdauung. Wie können wir uns den Mechanismus dieser Verdauungsnivellierung der Eiweißkörper vorstellen? Und sind wir imstande, eine solche Nivellierung

<sup>1)</sup> Pflügers Archiv, Bd. LXXXV.

außerhalb des Körpers zu bewerkstelligen? Der Versuch zeigt, daß wir in der Lage sind, durch zwei nacheinander folgende Reaktionen — durch die Verwandlung in Albumosen und durch Regeneration des Eiweißes aus den starken Albumosenlösungen — die Eigenschaften und die Zusammensetzung der Nahrungseiweiße zu nivellieren, indem wir alle Eiweißkörper in ein und dieselbe Form des Plasteins überführen.

Es ist klar, daß die Reaktion der Plasteinbildung zur Gewinnung eines und desselben Eiweißmoleküls führen kann, wie verschieden auch das Ausgangsmaterial ist. Die Auffindung der Plasteine abweichender Zusammensetzung erschüttert keineswegs diese Folgerung, man kann wie früher sagen, daß es Bedingungen gibt, unter welchen die Nivellierung der Eiweißstoffe tatsächlich statthat. Aber selbstverständlich wird keiner auf den Gedanken kommen, daß Plasteine abweichender Zusammensetzung bei abweichenden Bedingungen nicht erhalten werden können; dies erschüttert den Grundsatz nicht und erinnert nur an das logische Gesetz der konkomitierenden Veränderungen.

Welche tatsächliche physiologische Bedeutung die Plasteinbildung hat, das wissen wir vorläufig nicht. Aber jedenfalls haben wir in dieser Reaktion ein Paradigma jenes Nivellierungsprozesses, welcher im Tierkörper stattfindet. Möglich, daß das Plastein auch tatsächlich in der Reihe der Assimilationskörper als erstes Glied einsetzt und, indem es weitere Veränderungen erleidet, endlich ins Bluteiweiß übergeht. Jedenfalls werden wir beim Studium dieser Reaktion eine Vorstellung über den Molekularmechanismus gewinnen; welcher die Basis der Eiweißnivellierung bildet.