

Einiges über die Eiweisskörper der Frauen- und der Kuhmilch.

Von

Dr. A. Dogiel.

(Aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium der deutschen Universität in Prag.)
(Der Redaktion zugegangen am 30. Juni 1885.)

I. Der Peptongehalt der Milch.

Die Frage über die Anwesenheit von Pepton in der Frauen- und Kuhmilch hat in Betracht ihrer theoretischen und praktischen Bedeutung die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Nachdem es F. Hofmeister¹⁾ gelungen war, eine Methode ausfindig zu machen, welche eine scharfe Trennung des Peptons von anderen Eiweisskörpern gestattete, konnte die Frage ihrer Lösung näher gebracht werden. Bei seinen Untersuchungen gelangte Hofmeister zu dem Resultate, dass sowohl in der Frauen- als Kuhmilch in frischem Zustande kein Pepton enthalten sei und dass erst bei der Säuerung Pepton in der Milch nachweisbar wird.

Unter Anwendung einer anderen Methode konnte nun aber Schmidt-Mülheim²⁾ die Erfahrungen Hofmeister's nicht bestätigen. Nach ihm lässt sich in der Kuhmilch neben Casein und Albumin stets auch Pepton nachweisen. Die Menge des Peptons mache 0,08—0,19%, im Mittel 0,13% der Milch aus. Dass Hofmeister das Pepton übersehen habe, liege in seinem fehlerhaften Versuchsverfahren; denn erstens werde

1) F. Hofmeister, diese Zeitschrift, Bd. 2, S. 288, 1878.

2) Schmidt-Mülheim, Pflüger's Archiv, Bd. 28, S. 287, 1882.

bei der Anwendung von Bleioxyd zur Fällung der Eiweisskörper auch Pepton in beträchtlicher Menge (0,1—0,2%) mit abgeschieden und zweitens sei die Biuretprobe zum Nachweiss des Peptons in der Milch ungeeignet, weil der Milchzucker die Biuretprobe undeutlich mache und ein in der Milch enthaltener gelber Farbstoff die Biuretprobe völlig verhindern könne.

Diesen Gegenstand habe ich unter Leitung des Herrn Professor Huppert auf's Neue einer Prüfung unterzogen und bin dabei so zu Werke gegangen, dass ich zunächst die Grösse des Verlustes von Pepton bestimmte den man erleidet, wenn man Pepton in kleiner Menge Milch oder Wasser hinzugesetzt hat. Alsdann habe ich die so controlirte Methode zum Aufsuchen von Pepton in der Milch, sowie zur Prüfung des Schmidt-Mülheim'schen Verfahrens benützt.

Isolirung des Peptons. Die Peptonlösung, welche der Milch hinzugefügt wurde, gab beim Ueberschichten mit Ferrocyankwasserstoff keine Spur einer Trübung. Die zu den Versuchen verwandte Kuhmilch war frisch gemolken. Ihre Menge betrug in den Versuchen, welche ich hier zuerst darstelle, immer 40 ccm. Aus der Mischung wurden die übrigen Eiweisssubstanzen mittels Eisenchlorid nach bekannter Methode entfernt; die Fällung galt als gelungen, wenn eine kleine Probe der über dem Niederschlag stehenden klaren Flüssigkeit beim Ueberschichten mit Ferrocyankwasserstoff keine Trübung mehr erkennen liess. Flüssigkeit sammt Niederschlag wurden darauf ohne Verlust in einen Maasscylinder gebracht, bis zu einem bestimmten Volumen (190—250 ccm.) aufgefüllt und unter häufigem Umschütteln bis zum anderen Tage (16 bis 20 Stunden) stehen gelassen. Dann wurde filtrirt und vom Filtrat ein bestimmtes Volumen (40 ccm.) für die Peptonbestimmung abgemessen. Aus der in diesen 40 ccm. Filtrat gefundenen Menge Pepton ist dann die in dem gesammten Filtrat enthaltene Peptonmenge berechnet worden.

Da es sich hier um die Bestimmung nur sehr kleiner Quantitäten Pepton handelte, so konnte nur das colorimetrische

Verfahren zur Verwendung gelangen. Es sollte das Filtrat mit einer Peptonlösung von bekanntem Gehalt mittels der Biuret-färbung verglichen werden; zur Färbung wurde eine auf das Doppelte verdünnte Fehling'sche Flüssigkeit benützt. Da aber die Fehling'sche Flüssigkeit in dem Milchfiltrat einen Niederschlag von Magnesiahydrat erzeugte, so wurde aus den 40 ccm. Filtrat die Magnesia durch gleichzeitigen Zusatz von Natriumhydrat und Natriumphosphat entfernt, das Volumen der Mischung auf 55 ccm. gebracht und filtrirt. Selbstverständlich wurde die Volumänderung bei der Berechnung des Peptons berücksichtigt. Die Peptonlösung war dieselbe, mit welcher die Milch versetzt worden war; nur wurde sie, um sie bei der Probe genau abmessen zu können, in der Mehrzahl der Fälle auf das Zehnfache mit Wasser verdünnt. Ihr Gehalt an Pepton war, annäherungsweise, polarimetrisch bestimmt.

Eine besondere Schwierigkeit für die Vergleichung der Farbentöne bestand darin, dass das Milchfiltrat fast immer eine leicht gelbliche Färbung besass und dadurch ziemlich stark von der Peptonlösung abstach. Diese Differenz der Färbung musste ausgeglichen werden, und das habe ich so gemacht, wie Professor Hofmeister bei seinen colorimetrischen Peptonbestimmungen. Hinter das die reine Peptonlösung enthaltende Glaskästchen wurde ein ebensolches Kästchen mit Wasser gestellt, dem so viel Harn zugesetzt wurde, dass die Peptonlösung im durchfallenden Lichte dieselbe Färbung besass, wie das Filtrat. Manchmal wurde zur Correction ausser Harn noch eine geringe Menge Pikrinsäure oder Lackmuslösung beigelegt.

Solcherweise habe ich eine grössere Anzahl von Peptonbestimmungen in der Milch bei verschiedenem Gehalt derselben ausgeführt. Es wurden dabei immer je 2 gleiche Portionen Milch der Untersuchung unterworfen und die Vergleichen mit der Peptonlösung für jede Portion Milch auch zweimal vorgenommen. Die einzelnen Resultate sind in Tabelle I übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle I.

No.	Flüssig- keit.	P e p t o n						
		zugesetzt.		wieder gefunden.			verloren.	
	cbcm.	gr.	‰	gr.	Mittel.	‰	gr.	‰
1	250	0,0400	0,0160	{ 0,0367 / 0,0369 }	0,0368	0,0147	0,0032	0,0013
2	250	0,0400	0,0160	{ 0,0354 / 0,0361 }	0,0358	0,0143	0,0042	0,0017
3	250	0,0400	0,0160	{ 0,0386 / 0,0356 / 0,0387 }	0,0376	0,0150	0,0024	0,0010
4	250	0,0400	0,0160	{ 0,0372 / 0,0361 }	0,0367	0,0147	0,0033	0,0013
5	250	0,0640	0,0256	{ 0,0575 / 0,0575 }	0,0575	0,0230	0,0065	0,0026
6	250	0,0640	0,0256	{ 0,0601 / 0,0610 }	0,0606	0,0242	0,0034	0,0014
7	250	0,0640	0,0256	{ 0,0503 / 0,0570 / 0,0570 / 0,0529 }	0,0543	0,0217	0,0097	0,0039
8	250	0,0426	0,0170	{ 0,0351 / 0,0349 }	0,0350	0,0140	0,0076	0,0030
9	225	0,0426	0,0189	{ 0,0324 / 0,0324 }	0,0324	0,0144	0,0102	0,0045
10	225	0,0398	0,0177	{ 0,0301 / 0,0310 }	0,0306	0,0136	0,0092	0,0041
11	225	0,0398	0,0177	{ 0,0299 / 0,0303 }	0,0301	0,0133	0,0097	0,0041
12	250	0,0160	0,0064	{ 0,0166 / 0,0158 }	0,0162	0,0065	0	0
13	250	0,0160	0,0064	{ 0,0134 / 0,0134 }	0,0134	0,0054	0,0026	0,0010

Fortsetzung der Tabelle I.

No.	Flüssig- keit.	P e p t o n						
		zugesetzt.		wieder gefunden			verloren.	
		cbcm.	gr.	%	gr.	Mittel.	%	gr.
14	250	0,0320	0,0128	{ 0,0291 } { 0,0257 }	0,0273	0,0109	0,0047	0,0019
15	250	0,0160	0,0064	{ 0,0130 } { 0,0130 }	0,0130	0,0052	0,0030	0,0012
16	230	0,0218	0,0095	{ 0,0157 } { 0,0157 }	0,0157	0,0068	0,0061	0,0027
17	190	0,0218	0,0114	{ 0,0164 } { 0,0164 }	0,0164	0,0086	0,0054	0,0028
18	200	0,0199	0,0100	{ 0,0152 } { 0,0151 }	0,0152	0,0076	0,0047	0,0024
19	190	0,0199	0,0104	{ 0,0142 } { 0,0144 }	0,0143	0,0075	0,0056	0,0029

Nach diesen Zahlen ist der Verlust an Pepton unabhängig von der Menge des der Milch zugesetzten Peptons; er betrug unter der Voraussetzung, dass die Milch kein Pepton enthält, im Mittel 0,0053 gr. oder es gingen für je 100 cbcm. Endflüssigkeit im Mittel 0,0024 gr. Pepton verloren.

Um zu erfahren, welchen Einfluss die Milch, aus welcher das Pepton isolirt worden war, als solche auf den Verlust an Pepton ausübt, habe ich noch einige Versuche angestellt, bei welchen bekannte Mengen Pepton statt in Milch in Wasser vertheilt wurden. In dieser Lösung wurde dann ein Eisenoxydniederschlag erzeugt, gerade so, wie es bei der Milch geschehen war, das Volumen der Flüssigkeit sowie die zugesetzte Menge Eisenchlorid waren denen in den Versuchen mit Milch gleich. Es wurden dabei folgende Werthe gefunden:

Tabelle II.

No.	Flüssigkeit.	P e p t o n						
		zugesetzt.		wieder gefunden.			verloren.	
		cbcm.	gr.	%	gr.	Mittel.	%	gr.
1	250	0,0320	0,0128	{ 0,0159 0,0189 0,0161 }	0,0170	0,0068	0,0150	0,0060
2	180	0,0392	0,0206	{ 0,0299 0,0299 }	0,0299	0,0157	0,0093	0,0049

In diesen zwei Versuchen belief sich der Verlust an Pepton also auf 0,0093 und 0,0150 gr. oder pro 100 cbcm. Endflüssigkeit auf 0,005 und 0,006 gr.; er erreichte und überstieg demnach sogar die höchsten Werthe der bei der Milch bisher zum Vorschein gekommenen Verluste.

Die Einbusse an Pepton ist, wie sich vermuthen lässt, hauptsächlich dadurch bedingt, dass ein Theil von dem Niederschlag zurückgehalten wird. Dass dem so ist, ergibt sich aus dem Umstande, dass sich der Verlust an Pepton, wenn auch nicht völlig beseitigen, doch erheblich vermindern lässt, wenn man den Eisenoxydniederschlag, nachdem man die Flüssigkeit von ihm abgossen hat noch mit Wasser auskocht. In zwei solchen Versuchen, welche im Uebrigen unter ganz denselben Umständen angestellt waren, wie der 2. Versuch in der 2. Tabelle, betrug der Verlust an Pepton nur 0,0018 und 0,0033 gr.

Zu den bisher beschriebenen Versuchen dienten immer nur 40 cbcm. Milch. Da aber zum Aufsuchen des Peptons in der Milch grössere Mengen derselben verwendet werden sollten, so musste noch untersucht werden, welchen Einfluss die Menge der Milch auf den Peptonverlust ausübt. Im Ganzen wurden 8 solche Versuche, in 4 Paaren angestellt. Zu je 2 Paaren diente dieselbe Milch, aber in verschiedener Menge. Von den Paaren wurde immer je in einem Versuch der Niederschlag noch einmal ausgekocht. In der folgenden Tabelle sind die Verluste, welche die ausgekochten Proben auswiesen, mit * bezeichnet.

Tabelle III.

No.	Flüssigkeit.	P e p t o n						Milch.	
		zugesezt.		wiedergefunden.			verloren.		
		chem.	gr.	%	gr.	Mittel.	%		gr.
1	250	0,0392	0,0156	{ 0,0265 0,0238 }	0,0254	0,0102	0,0138	0,0054	40
2	200		0,0195	{ 0,0303 0,0294 }	0,0299	0,0150	0,0093*	0,0045	
3	330		0,0118	{ 0,0311 0,0285 }	0,0298	0,0091	0,0094	0,0027	80
4	200		0,0195	{ 0,0286 0,0279 }	0,0283	0,0142	0,0109*	0,0053	
5	250		0,0156	{ 0,0242 0,0231 }	0,0237	0,0095	0,0155	0,0061	40
6	140		0,0279	{ 0,0305 0,0299 }	0,0302	0,0216	0,0090*	0,0063	
7	350		0,0111	{ 0,0238 0,0238 }	0,0238	0,0068	0,0154	0,0043	120
8	150		0,0261	{ 0,0258 0,0278 }	0,0268	0,0179	0,0124*	0,0082	

Die soeben angeführten Versuche beweisen, dass es ziemlich gleichgültig ist, ob sich das Pepton in einer grösseren oder kleineren Menge Milch befindet; der Verlust beträgt, wenn der Niederschlag nicht ausgekocht wird bei 40 chem. Milch 0,0147 gr., bei 80 chem. 0,0094, bei 120 chem. 0,0154 gr.; er ist hier höher als in den früheren entsprechenden Versuchen. Durch Auskochen des Niederschlages lässt sich der Verlust um eine geringe Grösse vermindern; er macht bei 40 chem. 0,0092, bei 80 chem. 0,0109, bei 120 chem. 0,0124 gr. aus. Auf 100 chem. Endflüssigkeit gingen im Mittel aller dieser Versuche 0,0054 gr. Pepton verloren.

Fasst man die bisher erlangten Erfahrungen zusammen, so ergibt sich, dass beim Nachweis des Peptons in der Milch

immer ein kleiner Verlust statt hat und zwar hauptsächlich dadurch, dass der Eisenniederschlag Pepton zurückhält. Dieser Verlust ist bei Verwendung von Milch als Lösungsmittel des Peptons nahezu ebenso gross, wie wenn das Pepton aus wässriger Lösung isolirt wird. Das der Milch zugesetzte Pepton erfährt also bei seiner Wiedergewinnung keinen merklichen Zuwachs. Schon hieraus lässt sich der Schluss ziehen, dass in der Milch Pepton entweder gar nicht oder im günstigsten Falle nur in Spuren enthalten sein könne.

Der Gehalt der Milch an Pepton. Dieses Resultat ergibt sich in noch überzeugenderer Weise bei der direkten Untersuchung der Milch auf Pepton. Ich habe für diesen Zweck frische Milch von 12 verschiedenen Kühen verwendet, und zwar 2 mal in der Menge von 0,5 Liter, 10 mal in der Menge von 1 Liter. Die Milch wurde mit einem Volumen Wasser verdünnt und wie in den früheren Versuchen mit Eisenchlorid ausgefällt; in 8 der 12 Proben ist der Niederschlag noch mit Wasser ausgekocht worden. In den Filtraten war das Pepton aufzusuchen. Da nach den bisherigen Erfahrungen bestenfalls nur Spuren von Pepton zu erwarten waren, so waren die grossen Volumen der Filtrate für den direkten Nachweis des Peptons nicht geeignet, das etwa vorhandene Pepton musste daher auf ein kleineres Volumen gebracht werden. Andererseits war zu bedenken, dass die Reaktion mit Ferrocyanwasserstoff doch auch ihre Grenzen hat, dass also in den Filtraten noch der Fällung entgangene Spuren von Eiweiss enthalten sein konnten, welche zumal bei dem starken Salzgehalt der Flüssigkeit, durch das Reagens nicht mehr angezeigt würden. In concentrirter Lösung hätten sie aber sehr wohl eine Biuretreaktion geben und so zur Verwechslung mit Pepton führen können. Diese Reste der Eiweisssubstanz mussten daher vor der Anstellung der Biuretprobe entfernt werden.

Diese beiden Zwecke konnten in folgender Weise erreicht werden. Das jeweilige Filtrat wurde nach Zusatz von 0,1 Volumen concentrirter Salzsäure mit Phosphorwolframsäure vollständig

ausgefällt, der Niederschlag auf einem kleinen Filter gesammelt und mit verdünnter Schwefelsäure (1:20) gewaschen, bis kein Milchzucker mehr nachweisbar war, der ja, nach Schmidt-Mülheim, die Biuretprobe stören soll. Der Niederschlag wurde darauf mit wenig Wasser vollständig vom Filter weggespült und in Natronlauge gelöst; das Volumen der Lösung betrug 40—50 cem.; sie besass eine hellgelbe Farbe und gab sowohl mit Fehling'scher Flüssigkeit als auch direkt mit Kupfersulphat und Natronlauge eine mehr oder weniger deutliche Biuretreaktion. Da diese, wie bemerkt, von anderen Eiweisssubstanzen als von Pepton herrühren konnte, so wurde die Fällung mit Eisenchlorid wiederholt. Es wurde die Phosphorwolframsäure durch Chlorbaryum entfernt und das Filtrat durch einen kleinen Ueberschuss von Schwefelsäure von dem überschüssigen Baryt befreit. Die Entfernung des Baryts war darum nöthig, weil Ferrocyankwasserstoff auch mit Baryt einen Niederschlag giebt. Die Flüssigkeit wurde dann mitsammt dem Baryumsulphat mit wenig Eisenchlorid (höchstens einige cem.) behandelt. Liess sich jetzt in einer kleinen Probe der so erhaltenen klaren Flüssigkeit mit Ferrocyankwasserstoff keine Trübung mehr erhalten, so wurde filtrirt und mit dem Filtrat die Biuretprobe angestellt. In keiner der 12 verschiedenen Proben wurde mit Fehling'scher Flüssigkeit oder mit Kupfersulphat und Natronlauge eine Spur einer Biuretfärbung wahrgenommen, auch nicht in einer 10 cm. dicken Schichte (im Glaskästchen). Die Flüssigkeit bot nichts weiter dar, als eine kaum wahrnehmbare grünlich-blaue Färbung am Meniscus. Genau dieselbe Färbung konnte aber erhalten werden, wenn statt mit dem Milchfiltrat mit Wasser die Biuretreaktion angestellt wurde. In beiden Fällen waren die Proben einander so ähnlich, dass sie sich mit einander verwechseln liessen.

Die Untersuchung der Frauenmilch führte zu keinem anderen Resultate als die der Kuhmilch. Von dieser habe ich 4 Versuche mit je 500—660 cem. angestellt.¹⁾ Die Milch

¹⁾ Das überaus reiche Material an Frauenmilch, welches ich zu meiner Untersuchung benutzen konnte, habe ich dem freundlichen Ent-

wurde ebenso behandelt wie die Kuhmilch, nur wurde nach der Fällung mit Eisenchlorid nicht mit Ferrocyanwasserstoff auf Spuren Eiweiss geprüft, sondern mit Phosphorwolframsäure oder, da Metaphosphorsäure das Pepton nicht fällt, mit dieser. Diese Abweichung von dem gewöhnlichen Verfahren erwies sich darum als nöthig, weil die Flüssigkeit bei der Prüfung mit Ferrocyanwasserstoff einen Niederschlag von Berlinerblau gab. Der Milchzucker, an welchem die Frauenmilch ja reicher ist als die Kuhmilch, hatte Eisenoxyd in Lösung gehalten. In keinem Falle wurde zuletzt eine violette Färbung erhalten; die eiweissfreie Flüssigkeit wurde, wie die von der Kuhmilch, nur bläulich grün.

Der Ausfall meiner Untersuchung berechtigt also nicht zu der Annahme, dass die frische Frauen- und Kuhmilch Pepton enthält.

Das Schmidt-Mülheim'sche Verfahren. Meinem negativen Befund steht der positive von Schmidt-Mülheim entgegen. Es bleibt nun noch zu prüfen übrig, weshalb unsere Resultate verschieden ausgefallen sind. Schmidt-Mülheim führte den Nachweis des Peptons in folgender Weise. Es wurden 20—40 cem. Milch mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, mit Kochsalz gesättigt und ein dem Gemisch ungefähr gleiches Volumen, von 1 Volumen Eisessig mit 5 Volumen concentrirter Kochsalzlösung hinzugefügt. Das Filtrat, welches mit Blutlaugensalz keine Spur einer Trübung erkennen liess, wurde mit Phosphorwolframsäure versetzt. Der Niederschlag gesammelt, gewaschen, und in Natronlauge gelöst. Die Lösung gab mit Kupfersulphat Biuret-

gegenkommen des Direktors des Prager Findelhauses, Hrn. Professor Epptein zu verdanken. An die Findelanstalt werden alle diejenigen im Gebärdhaus geborenen Kinder abgeliefert, welche die Mütter nicht selbst zu sich nehmen. Aus der Anstalt werden sie an Frauen vom Lande in Pflege gegeben. Diese haben sich vor der Uebnahme der Kinder als genügend milchreich auszuweisen, und pflegen, ehe sie sich vorstellen, die Milch sich stauen zu lassen. Es konnten so von mehreren Frauen mit Leichtigkeit 500 cem. und mehr Milch auf einmal gewonnen werden.

färbung. Schmidt-Mülheim fasste also eine Substanz, welche in essigsaurer Lösung mit Ferrocyankalium keinen Niederschlag gab, durch Phosphorwolframsäure gefällt wurde und die Biuretfärbung zeigte als Pepton auf. Man könnte dieser Anschauung beipflichten, wenn die Prüfung mit Blutlaugensalz unter den gegebenen Verhältnissen verlässlich wäre. Allein das ist sie nicht; bei Gegenwart von viel Salz entgehen kleine Mengen Eiweiss der Fällung mit Ferrocyanwasserstoff; um solche kleine Mengen handelt es sich aber in dem vorliegenden Falle. Es bleibt also für die Charakterisirung der Substanz als Pepton nur die Fällbarkeit derselben durch Phosphorwolframsäure und die Biuretfärbung übrig. Diese sind aber allen Eiweisskörpern eigenthümlich.

Nachdem ich mich davon überzeugt hatte, dass man mittels Eisenchlorid alle Eiweisskörper aus der Milch, mit Ausnahme des Peptons, entfernen kann, habe ich dieses Verfahren auch zur Untersuchung der von Schmidt-Mülheim als Pepton aufgefassten Substanz angewandt. Ich habe dazu zweimal je 100 ccm. frische Kuhmilch in Arbeit genommen. Jede Portion wurde mit einem Volumen Wasser verdünnt, mit 175 ccm. der Mischung von Eisessig und concentrirter Kochsalzlösung versetzt, und die Flüssigkeit nach einigem Stehen filtrirt, das Filtrat erschien völlig klar und hatte eine strohgelbe Farbe. Jetzt sollte mit Phosphorwolframsäure gefällt werden. Da aber die Eiweisskörper durch Phosphorwolframsäure bei Gegenwart von Essigsäure nur unvollständig abgeschieden werden, so wurde die Flüssigkeit vorher noch mit 0,1 Volumen concentrirter Salzsäure versetzt. Der reichliche flockige Niederschlag wurde auf einem Filter gesammelt, mit verdünnter Schwefelsäure (1:20) gewaschen, zuletzt in Natronlauge gelöst, und die Lösung auf 50 ccm. aufgefüllt. Das Filtrat davon besass eine intensiv gelbe Farbe und nahm (in einer Probe) auf Zusatz sowohl von Kupfervitriol als von Fehling'scher Lösung eine blaue Färbung an, welche jedoch nach einiger Zeit einer ziemlich deutlichen rosenrothen wich. Die Flüssigkeit wurde nun, nach Entfernung der Phosphorwolframsäure in beschriebener Weise, mit Eisenchlorid (4 ccm.)

behandelt und dabei eine farblose Flüssigkeit gewonnen, welche mit Ferrocyanwasserstoff keine Spur einer Trübung mehr zeigte. Auf Zusatz von Natronlauge und Kupfersulphat nahm sie eine leicht grünlich-blaue Färbung ohne die geringste Spur eines rosenrothen oder violetten Tones an; diese Färbung änderte sich auch im Verlauf mehrerer Stunden nicht.

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass die Substanz, welche Schmidt-Mülheim für Pepton gehalten hat, nur ein Rest der gewöhnlichen Eiweisskörper der Milch gewesen ist. Es lässt sich also im Einklang mit meinen anderen Erfahrungen auch durch das Schmidt-Mülheim'sche Verfahren kein Pepton in der Milch nachweisen.

Das Lactoprotein. Wenn man aus der Milch das Casein durch Säure, das Albumin durch Kochen entfernt, bleibt bekanntlich noch Eiweisssubstanz in Lösung. Woraus diese besteht, darüber gehen die Meinungen noch auseinander. Manche halten sie für einen peptonartigen Körper oder, wie Struve¹⁾, gradezu für Pepton. Gegen diese Meinung hat man jedoch geltend gemacht, und Struve²⁾ thut das selbst, dass die Fällung der Eiweiskörper der Milch keine ganz vollständige ist, und deshalb halten Andere die fragliche Substanz für einen Rest Casein oder Albumin. Dass es sich jedoch dabei keineswegs um Pepton handelt, ergibt sich aus folgender Untersuchung.

Es wurden 100 cem. ganz frische Kuhmilch auf 2 Liter verdünnt, mit Essigsäure bis zum Beginn eines Niederschlages versetzt, dann noch $\frac{1}{2}$ Stunde mit einem lebhaften Strome Kohlensäure behandelt. Das wasserklare Filtrat wurde zum Kochen erhitzt. Bei nochmaligem Filtriren wurde eine leicht opalisirende Flüssigkeit erhalten, welche mit Salzsäure und Phosphorwolframsäure ausgefällt wurde. Diesen Niederschlag, in welchem sich durch die Biuretprobe leicht Eiweiss nachweisen liess, verarbeitete ich in der mehrfach angegebenen Weise und erhielt zuletzt ein kleines Volumen einer kaum

1) Struve, Journal für praktische Chemie [2], Bd. 29, S. 73. 1884.

2) Struve, daselbst S. 84.

gelblichen Flüssigkeit, welche nun keine Spur einer Biuret-färbung mehr gab. — Diesen Versuch habe ich noch einmal mit demselben Erfolge wiederholt.

Das Gesamtergebnis der vorstehenden Untersuchung lässt sich dahin zusammenfassen, dass in der Milch mit den schärfsten und besten Methoden kein Pepton aufgefunden werden kann, dass also die Milch kein Pepton enthält, oder wenn dennoch, nur in so geringen Spuren, dass es sich dem Nachweis entzieht. Zwischen der Frauen- und der Kuhmilch findet in dieser Hinsicht kein Unterschied statt.

II. Vergleichung der Frauen- und der Kuhmilch.

Bei der Prüfung der Milch auf Pepton habe ich nicht bloß die Kuhmilch, sondern auch die Frauenmilch in den Bereich der Untersuchung gezogen. Eine derartige Vergleichung der beiden Milchsorten habe ich noch auf einige andere Punkte ausgedehnt in der Absicht, diejenigen Umstände aufzusuchen, welche die Verschiedenheit der beiden Milchsorten bedingen. Von den wenigen Resultaten, welche ich im Folgenden mitzutheilen habe, hoffe ich, dass sie eine brauchbare Unterlage für die weitere Bearbeitung der Frage abgeben können.

A. Die Caseine.

Das Hauptgewicht muss bei der Bearbeitung der gestellten Aufgabe jedenfalls auf eine Vergleichung der Caseine beider Milchsorten gelegt werden. Ein dieselbe betreffender wichtiger Punkt, nämlich die Fällbarkeit des Frauenmilchcaseins durch Säure, hat bereits durch die gleichzeitigen Untersuchungen von E. Pfeiffer¹⁾ und J. Schmidt²⁾ seine Erledigung gefunden.

¹⁾ E. Pfeiffer, Berliner klinische Wochenschrift, 1882, Nr. 44, S. 666. — Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 22, S. 14. 1883. — Jahrbuch für Kinderheilkunde, N. F., Bd. 19, S. 463; im Auszug Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 23, S. 445. 1885.

²⁾ J. Schmidt, Materialien zur Erklärung der Eigenschaften der Frauen- und Kuhmilch. Dissertation. Moskau 1882. (Russisch.)

Von diesen zwei Methoden beschreibe ich die Schmidt's noch einmal, weil sie die Aehnlichkeit beider Caseine in noch überraschenderer Weise darthut, als die Pfeiffer's, und weil ich sie selbst mehrfach benützt habe.

Schmidt hat 20 ccm. Milch auf das Zehnfache verdünnt, auf 40° erwärmt, tropfenweise mit 0,4procentiger Essigsäure versetzt, bis ein körniger Niederschlag entstand, dann noch $\frac{1}{2}$ Stunde lang Kohlensäure eingeleitet und 20—24 Stunden stehen lassen. Die Fällung ist, wie es scheint, quantitativ. Das Verfahren von Schmidt ist also dem von Hoppe-Seyler für die Kuhmilch ganz analog. Man könnte demnach sagen, dass sich in dieser Hinsicht das Casein aus der Frauenmilch wie das der Kuhmilch verhält, wenn nicht sowohl nach der Methode von Pfeiffer als nach der von Schmidt zur Gewinnung eines Niederschlags das Erwärmen der Milch nöthig wäre, wovon ich mich selbst überzeugt habe. Der Unterschied ist jedoch kein principieller, das Casein vielmehr auch bei gewöhnlicher Temperatur fällbar, wie aus folgender Erfahrung von Struve¹⁾ hervorgeht. Derselbe dialysirte Frauenmilch in Thierblase gegen Chloroformwasser und erhielt dabei ein vollkommen klares, alkalisches Diffusat, welches nach vorsichtigem Ansäuern mit verdünnter Essigsäure und nach dem Durchleiten von Kohlensäure einen Niederschlag von Casein gab. Es scheinen also beim Fällen des Caseins aus der nativen Milch Substanzen, welche bei der Dialyse zurückbleiben, das Auftreten des Niederschlags zu verhindern oder ihn der Wahrnehmung zu entziehen.

Bei dem Verfahren von Pfeiffer sowohl wie dem von Schmidt fällt das Casein aus der Frauenmilch immer in feinen und zarten, keineswegs in so grossen und derben Flocken aus, wie aus der Kuhmilch. Ich habe nun zu ermitteln versucht, wodurch der Unterschied in der Grösse und Consistenz der Caseinflocken bedingt sein könnte. Die verschiedene Concentration macht ihn, wie bekannt und wie ich selbst erfahren habe, nicht aus. Dagegen hat der Salzgehalt einen gewissen

¹⁾ Struve, a. a. O., Bd. 29, S. 111. 1884.

Einfluss. Die Frauenmilch enthält im Verhältniss zu den Eiweisskörpern weniger Salze als die Kuhmilch. Ich habe nun unter Benützung der von Bunge ermittelten Zusammensetzung der Milchasche den Gehalt der Frauenmilch an einzelnen Salzen auf dieselbe Höhe gebracht wie den der Kuhmilch, und dann das Casein gefällt. Es kamen von Salzen der Reihe nach und zwar auf 50 cbcm. Milch in folgender Menge zur Verwendung: Chlornatrium (1 cbcm. gesättigte Lösung), Chlorcalcium (2,8 cbcm. einer Viertelnormallösung), zweifach saures Kaliumphosphat (4,3 cbcm. Viertelnormallösung) und endlich einfach saures Natriumphosphat (ebenso viel wie vom zweifach sauren Phosphat und die zur Ueberführung des Salzes in zweifach saures erforderliche Menge Essigsäure). Die Milch wurde auf das Vierfache verdünnt, mit der ausprobirten, zur Fällung nöthigen Menge Essigsäure, in einer zweiten Reihe mit Salzsäure versetzt und nach Schmidt weiter behandelt. In allen acht Proben bildeten sich grobflockige, schnell zu Boden sinkende, wenn auch nicht ganz so compacte Niederschläge wie in Kuhmilch. Aus diesen Versuchen ist also ersichtlich, dass die Caseinniederschläge aus Frauenmilch bei einem erhöhten Salzgehalt denen aus Kuhmilch ganz ähnlich werden.

Nachdem es möglich geworden war, das Frauencasein nach wesentlich derselben Methode und ebenso unverändert aus der Milch abzuscheiden wie das Kuhcasein, habe ich beide Caseine in ihrem Verhalten zu Reagentien mit einander verglichen. Ein Versuch dazu wurde bereits von Biedert¹⁾ zu einer Zeit gemacht, als man das Casein der Frauenmilch noch nicht zu isoliren wusste. Biedert verglich diese beiden Milcharten direkt mit einander, oder die Alkoholniederschläge derselben oder endlich Lösungen dieser zum Theil unlöslich gewordenen Niederschläge in Alkali. Diese Bestrebungen konnten begreiflicher Weise zu keinem befriedigenden Resultat führen.

1) Biedert, Untersuchungen über die chemischen Unterschiede der Menschen- und Kuhmilch. Dissertation. Giessen 1869; 2. Aufl. Stuttgart 1884. — Virchow's Archiv, Bd. 60, S. 352. 1874.

Das Kuhcasein zu diesen Versuchen habe ich nach Hoppe-Seyler dargestellt und durch Decantiren chlor- und zuckerfrei gewaschen. Zur Darstellung des Frauencaseins habe ich die Methoden von Pfeiffer und Schmidt combinirt. Es wurde nämlich mit kleinen Quantitäten Milch die zum Fällen des Caseins erforderliche Säuremenge ermittelt, die Milch, welche gefällt werden sollte, hier ohne Salzzusatz, auf das Vierfache verdünnt, auf 40° erwärmt, mit der berechneten Menge Säure versetzt und mit Kohlensäure behandelt. Es wurde stets Salzsäure zum Fällen verwendet, jedoch in grösserer Verdünnung, als Pfeiffer angiebt, weil sich die verdünntere besser zum Ausprobiren der nöthigen Säuremenge eignet. Die Säure, welche Pfeiffer verwendet, ist ungefähr sechstelnormal; ich habe mich entweder doppelt so verdünnter oder auch zehntelnormaler bedient. Von der $\frac{1}{10}$ -Säure habe ich in den folgenden und vielen anderen Versuchen auf 100 ccm. Milch durchschnittlich 20 ccm. (= 0,075 gr. HCl) verbraucht mit Schwankungen von 1 ccm. darüber und darunter. Wenn man den Säurezusatz von vornherein richtig getroffen hat, ist das Einleiten von Kohlensäure wohl überflüssig, aber es hat dann doch noch den Vortheil, dass die Milch fortwährend gemischt wird und in allen Schichten die gleiche Temperatur besitzt. Auch dieser Niederschlag wurde chlor- und zuckerfrei gewaschen und dazu centrifugirt, jedoch, zur Verhütung der Fäulniss, unter Zusatz einer kleinen Menge Aether.

Endlich wurden die beiden Caseine in gelinder Wärme in der gerade hinreichenden Menge Natronlauge gelöst und zur Entfernung eines Restes von Fett durch nasse Filter filtrirt. Die Filtrate waren immer trüb. Besaßen sie noch schwache alkalische Reaktion, so wurden sie mit einem kleinen Ueberschuss von Essigsäure versetzt und nochmals filtrirt.

Die Lösungen zeigten nun folgendes Verhalten. Das Frauencasein gab mit Alkohol eine sehr geringe Trübung, bei gleichzeitiger Gegenwart von etwas Kochsalzlösung einen feinkörnigen Niederschlag; mit Tannin gab es einen gallertartigen Niederschlag, der sich in Natron und Ammoniak löste, dagegen

nicht in Säuren. Chlorcalcium erzeugte in der Kälte eine Trübung, beim Kochen einen reichlichen Niederschlag, der beim Erkalten blieb. Magnesiumsulphat bewirkte in der Kälte eine sehr schwache Trübung, beim Kochen einen feinflockigen Niederschlag, welcher im Gegensatz zu dem Calciumniederschlag wieder verschwand. Mit essigsäurem Blei wurde ein grober, im Ueberschuss unlöslicher, aber in Natron, sowie in Essigsäure löslicher Niederschlag erhalten; schwefelsaures Kupfer gab einen im Ueberschuss unlöslichen, in Natron und in verdünnter Schwefelsäure löslichen Niederschlag, salpetersaures Silber einen im Ueberschuss unlöslichen, in Ammoniak und in Essigsäure löslichen Niederschlag; salpetersaures Quecksilberoxyd und Quecksilberchlorid gaben Niederschläge, die sich nicht im Ueberschuss, wohl aber in Natron, sowie in Essigsäure lösten. Eisenchlorid erzeugte einen in Natronlauge löslichen, aber in Salzsäure selbst beim Kochen unlöslichen Niederschlag.

Das Kuhcasein verhielt sich ebenso wie das Frauen-casein; nur schien sich der Bleiacetatniederschlag ein wenig im Ueberschuss des Reagens und der Eisenchloridniederschlag etwas in heisser Salzsäure zu lösen. Diese Abweichungen in den Reaktionen sind zu geringfügig, als dass man daraus eine gänzliche Verschiedenheit der beiden Caseine ableiten könnte.

Mit dem Casein habe ich noch ein Natronalbuminat verglichen. Es wurde in folgender Weise aus einem Serumalbumin bereitet, welches durch Magnesiumsulphat völlig vom Globulin befreit war. Die salzhaltige Lösung wurde mit Wasser verdünnt, unter Zusatz der nöthigen Menge Säure durch Kochen coagulirt, der Niederschlag mit heissem Wasser salzfrei gewaschen und dieser endlich in einem geringen Ueberschuss verdünnter Natronlauge in der Wärme gelöst. Die Lösung wurde mit einem kleinen Ueberschuss von Essigsäure versetzt und die neutrale Flüssigkeit filtrirt.

Die Lösung gab mit Alkohol eine Trübung, welche sich beim Stehen als flockiger Niederschlag absetzte; der Niederschlag war jedenfalls wegen des relativ starken Salzgehalts der Lösung entstanden. Tannin schied eine Gallert ab, welche

sich in Natronlauge, aber auch in viel Essigsäure löste, was bei den Caseinen nicht der Fall war. Chlorcalcium lieferte in der Kälte eine Trübung, beim Kochen einen reichlichen flockigen Niederschlag. Magnesiumsulphat erzeugte in der Kälte eine kaum merkliche Trübung, beim Kochen einen flockigen Niederschlag, der beim Erkalten nicht wieder verschwand und sich auch nicht in Essigsäure löste, während das Magnesiumcaseinat beim Erkalten der Flüssigkeit wieder in Lösung ging. Essigsäures Blei erzeugte einen reichlichen, in Natron und in Essigsäure, aber, im Gegensatz zum Casein, auch im Ueberschuss des Reagens löslichen Niederschlag. Gegen Kupfersulphat, Silbernitrat, Quecksilbernitrat und Quecksilberchlorid verhielt sich das Albuminat wie das Casein. Der Eisenchloridniederschlag, der beim Casein in Salzsäure unlöslich war, löste sich hier in Salzsäure und in Essigsäure.

Die Differenzen zwischen dem Albuminat und dem Casein sind also bei Weitem beträchtlicher als die zwischen den beiden Caseinen, so dass man schon deshalb das Albuminat, welches zu den Versuchen diente, mit dem Casein nicht identificiren könnte.

Endlich habe ich auch auf Frauenmilch direkt die angeführten Reaktionen angewendet, hauptsächlich deshalb, weil Biedert diese unreine Caseinlösung zu seiner Untersuchung benützt hat. Es ergaben sich dabei einige im Folgenden aufgezählte Abweichungen von den Reaktionen des Caseins.

Die Frauenmilch habe ich vorher mit Essigsäure neutralisirt. Sie wurde durch Alkohol viel leichter gefällt als die reine Caseinlösung; Chlorcalcium, sowie Magnesiumsulphat gaben beim Kochen mit der Milch keine Niederschläge, und der Quecksilberchloridniederschlag aus der Milch war zwar in Essigsäure etwas löslich, in Natronlauge aber unlöslich. Die leichtere Fällbarkeit der Milch durch Alkohol liesse sich schon aus der Anwesenheit der Krystalloidsstoffen in der Milch erklären. Ein geringer Calcium- und Magnesiumniederschlag konnte in dem trüben Medium wohl übersehen werden. Das abweichende Verhalten des Quecksilberchloridniederschlags könnte auf die Gegenwart anderer Substanz bezogen werden.

Die Vergleichung der beiden Caseine habe ich noch auf einige andere Eigenschaften ausgedehnt.

Wenn man Casein in Wasser suspendirt und durch vorsichtigen Zusatz von Natronlauge löst, so zeigt die Flüssigkeit alsbald saure Reaktion, die an Stärke, je mehr Casein in Lösung geht, anfangs zu-, dann wieder abnimmt und endlich einer völlig neutralen Platz macht. Diese Erscheinung lässt sich am einfachsten durch die Annahme erklären, dass das Casein ein sauer reagirendes lösliches saures und ein neutral reagirendes normales oder neutrales Salz bildet. Beide Caseine verhalten sich in dieser Hinsicht gleich.

Erwärmt man eine völlig neutrale Caseinlösung, so trübt sie sich. Die Trübung trat in einer Probe bei ungefähr 44° auf und war in der Siedehitze am stärksten. Beim Erkalten verschwindet die Trübung wieder, vollständig, wenn das Erhitzen nicht sehr lang gedauert hat. Ein eigentlicher flockiger Niederschlag entsteht nicht. Schwach alkalische Lösungen zeigen diese Erscheinung nicht oder nur in geringem Grade. Auch in dieser Hinsicht unterscheiden sich die beiden Caseine nicht von einander.

Ich habe ferner neutrale Lösungen beider Caseine in Pergamentschläuchen der Dialyse unterworfen. In beiderlei Proben gingen binnen 24 Stunden nur Spuren Eiweisssubstanz in das Aussenwasser über. Das Eiweiss war erst nach dem Eindampfen der Flüssigkeit auf ein kleines Volumen nachweisbar; aber auch dann gab Phosphorwolframsäure in der mit Salzsäure versetzten Flüssigkeit keinen Niederschlag, sondern nur eine Trübung.

Von besonderer Bedeutung scheint mir in der vorliegenden Frage auch das Verhalten der Caseine bei der Pepsinverdauung zu sein. Das Casein der Kuhmilch unterscheidet sich hierbei insofern von den meisten anderen Eiweisssubstanzen, dass es einen in der Verdauungssalzsäure unlöslichen Niederschlag von Nuclein giebt. Ganz ebenso verhielt sich auch das Casein der Frauenmilch; die Lösung desselben trübt sich bei der Verdauung mit der Dauer des Versuchs immer mehr und mehr

und kann endlich schwach gelatinös werden; der entstandene Niederschlag löst sich leicht beim Uebersättigen mit Natronlauge.

Die Verdauungsversuche habe ich noch von einem andern Gesichtspunkte aus unternommen. Identische Eiweisskörper müssen, wenn sie unter gleichen Verhältnissen verdaut werden, auch nach Menge und Art gleiche Produkte liefern. Ob dieser Fall eingetreten ist, darüber kann man sich in einfacher Weise dadurch Auskunft verschaffen, dass man das gebildete Pepton isolirt und seine Menge polarimetrisch bestimmt.

Diesen Versuch habe ich mit den beiden Caseinen ausgeführt. Das Kuhcasein wurde aus der Milch einfach durch Salzsäure gefällt, das Frauencasein nach der oben beschriebenen Pfeiffer-Schmidt'schen Methode mit der Modification, dass der Flüssigkeit auf 50 ccm. Milch 1 ccm. gesättigte Kochsalzlösung zugesetzt wurde. Beiderlei Niederschläge wurden durch Decantiren völlig zuckerfrei gewaschen; bei dem unter Salzzusatz gefällten Frauencasein führt das Decantiren schneller zum Ziele als das Centrifugiren. Der Niederschlag wurde mit Natronlauge in neutrale Lösung gebracht und durch nasse Filter filtrirt. Es kam nun darauf an, den Gehalt der Lösungen an Casein möglichst bald zu ermitteln, und ich glaubte, dass sich dieser Zweck noch am besten durch Feststellen des Stickstoffs erreichen liesse. Demgemäss wurde eine abgemessene Menge von jeder der Lösungen in einem Trockengläschen bei 100° verdunstet und mit mehreren Portionen des gewogenen Rückstandes Stickstoffbestimmungen nach Dumas ausgeführt. Auf 15,75 gr. Stickstoff wurde 100 gr. Casein gerechnet.

Bei den Verdauungsversuchen selbst wurden alle Bedingungen gleich gehalten (Volumen und Caseingehalt der Lösung, Gehalt an freier Säure, Temperatur, Dauer des Versuchs, Art und Menge des Pepsins). Es ist nicht schwer, die Versuchsbedingungen unter sich gleich zu machen, bis auf den Gehalt der Flüssigkeiten an freier Säure. Gerade hierauf kommt aber sehr viel an, weil die Menge des Peptons abhängig ist von der freien Säure. Die Schwierigkeiten liegen darin, dass sich, nach Mittheilung des Herrn Professor Huppert, auch die an das Casein gebundene Menge Säure bei der Ver-

dauung wie freie Säure verhält, und dass sich diese Säuremenge nur unsicher bestimmen liess. Zum Fällen des Caseins aus seiner neutralen Lösung braucht man gerade so viel Salzsäure, als zum Lösen des entstandenen Niederschlags. Es ist also die Hälfte der vom Beginn der Fällung bis zur Lösung verbrauchten Salzsäure als freie Säure zu rechnen; werden diese beiden Grenzpunkte nicht scharf genug bestimmt, so macht sich der Fehler bei der Ausbeute an Pepton bemerklich. Im Uebrigen wurden die Versuche, die Isolirung des Peptons und seine Bestimmung, so ausgeführt wie E. Schütz¹⁾ in der Beschreibung seiner Methode der Pepsinbestimmung angegeben hat.

In zwei solchen, mit verschiedenem Material unternommenen Versuchen wurde für das Pepton beobachtet bei dem Casein der

	Frau:	Kuh:
$2\alpha_D =$	—60,5'	—66,9'
	—38,0'	—31,8'
Summe:	—98,5'	—98,7'

Die Differenzen zwischen den einzelnen Bestimmungen des Peptons aus dem Frauen- und Kuhcasein sind zwar bedeutender als zwischen zwei je ein Paar bildenden Einzelversuchen, aber sie sind in entgegengesetztem Sinne ausgefallen und gleichen sich aus. Dass die Versuche keine grössere Uebereinstimmung zeigen, lässt sich sehr wohl aus der Unsicherheit der Säuredosirung erklären.

Ein ganz bestimmtes Urtheil über diese Angelegenheit wird sich freilich erst aus einer grösseren Anzahl ähnlicher Versuche gewinnen lassen. Dass es mir meine Zeit nicht gestattet hat, sie selbst anzustellen, bedaure ich um so mehr, als das Studium der Zersetzungsprodukte eines Eiweisskörpers mindestens ebenso werthvolles Material zur Beurtheilung seiner Natur liefert, als die Kenntniss seiner Reaktionen und seiner Zusammensetzung. Trotz der geringen Zahl der Versuche glaube ich es jedoch als sehr wahrscheinlich betrachten zu

¹⁾ E. Schütz, diese Zeitschrift, Bd. 9, S. 576.

dürfen, dass die beiden Caseine bei der Pepsinverdauung dieselben Peptone in gleichen Mengen liefern.

Aus der Gesamtheit der gewonnenen Resultate lässt sich wohl ohne Zweifel folgern, dass der als Casein bezeichnete Eiweisskörper der Frauenmilch nicht bloß wirklich ein Casein ist, sondern dass auch die beiden Caseine einander mindestens so nahe stehen, wie Eiweisssubstanzen derselben Gattung, z. B. die Albumine.

B. Andere Eiweisskörper. Verdaulichkeit der Milch.

Wenn sich nun das verschiedene Verhalten der beiden Milcharten schwerlich auf eine wesentliche Verschiedenheit der beiden Caseine zurückführen lässt, so könnte es u. A. daran liegen, dass die Frauenmilch noch ganz andere Substanzen enthält als die Kuhmilch, oder die gleichen, jedoch in anderen Verhältnissen.

Dass das Pepton nicht zu diesen Körpern gehört, habe ich oben gezeigt. Dagegen hat J. Schmidt¹⁾ angegeben, dass die Frauen- und die Kuhmilch Hemialbumose, beide in ungleicher Menge, enthalten. Das Verfahren, dessen sich Schmidt zur Isolirung der Hemialbumose bediente, besteht im Wesentlichen darin, dass er die Milch mit Alkohol fällt, den Niederschlag mit Wasser auslaugt und den Auszug durch Kochen von einem Rest Albumin und Casein befreit. Auch ich habe nach diesem Eiweisskörper in der Milch gesucht und sie dazu mit Essigsäure und Kochsalz gefällt. Dabei bleiben in der Wärme allerdings kleine Mengen Eiweiss in Lösung, von denen es jedoch fraglich blieb, woraus sie bestehen. Ich bin auf die Frage nicht näher eingegangen, weil die Menge der Substanz eine sehr geringe war und beide Milcharten sie in ungefähr gleicher Menge lieferten. Der Gegenstand hatte deshalb für die mich beschäftigende Frage kein sonderliches Interesse.

Für Forschungen in der angedeuteten Richtung schien es mir dagegen von Wichtigkeit, sich im Allgemeinen darüber zu unterrichten, ob die Frauenmilch andere Eiweisskörper

¹⁾ J. Schmidt, a. a. O.

enthalte als die Kuhmilch, und versuchte ich hierüber durch vergleichende quantitative Verdauungsversuche der beiden Milcharten Aufschluss zu erhalten. Dazu war erst zu erörtern, wie sich das Milchalbumin im Vergleich zum Casein bei der Verdauung verhält. Ich bin dabei von der Voraussetzung ausgegangen, dass das Albumin der Milch Serumalbumin sei.

Das Albumin wurde aus Pferdeblutserum durch Ausfällen des Globulins mit Salzsäure und energische Dialyse dargestellt; es war noch nicht ganz globulinfrei. Der Gehalt der Lösung an Albumin wurde durch Bestimmung des Stickstoffs nach Dumas ermittelt, wobei der Stickstoffgehalt des Albumins mit 16% in Rechnung gesetzt wurde. Der Vergleich wurde angestellt mit Kuhcasein (15,75% N). In jedem Versuch wurden 0,94 gr. Eiweisssubstanz in 100 ccm. der Verdauung unterworfen. Im Mittel aus je zwei Einzelbestimmungen ergab sich für das Albumin $2^{\alpha_D} = -67,2'$, für das Casein = $-66,9'$. Enthielte die Milch der Frau sowie der Kuh neben dem Casein nur noch Serumalbumin, so hätte man also bei der Verdauung der ganzen Milch unter identischen Bedingungen gleiche Peptonmengen bekommen müssen. Die Verhältnisse schienen also dem Unternehmen günstig.

Ich habe eine Reihe solcher vergleichender Verdauungsversuche angestellt. Der Eiweissgehalt der Milch wurde durch Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl ermittelt und dazu sämtliches Eiweiss als Casein (mit 15,75% Stickstoff) berechnet¹⁾. Dass das Serumalbumin etwas reicher an Stickstoff ist, macht für die Peptonbestimmung nichts aus. Wäre alles Eiweiss als Albumin (mit 16% Stickstoff) berechnet worden, so hätte sich statt 100 Casein 98,4 Albumin ergeben. Da nun nach Versuchen im hiesigen Laboratorium die Peptonmengen innerhalb der Bedingungen meiner Versuche direkt proportional dem zur Verdauung verwendeten Eiweiss sind,

1) Der Gehalt der Frauenmilch an Eiweisssubstanz ergab sich dabei im Mittel 1,02 gr. in 100 ccm., mit Schwankungen zwischen 0,91 und 1,09; der der frischen Kuhmilch betrug 3,27—3,82 gr., im Mittel 3,61 gr.

so wären die Differenzen der Peptondrehungen noch innerhalb der Fehlergrenzen der Peptonbestimmung geblieben.

Die Verdauungsversuche wurden gerade so angestellt wie die der Caseine. Nur bei der Peptonbestimmung machte sich, des Milchzuckers wegen, eine Modification nöthig. Die Peptonlösungen drehten stark rechts. Nachdem ihre Drehungsgrösse ermittelt worden war, wurde ein abgemessenes Quantum durch Zusatz von Salzsäure und Phosphorwolframsäure vom Pepton befreit, auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt und vom Filtrat die Drehung wieder bestimmt. Diese wurde dann auf das ursprüngliche Volumen umgerechnet. Die Differenz zwischen beiden Drehungen entsprach der auf das Pepton entfallenden Drehung. Es ergab sich so für 2^{α}_D bei der

Frauenmilch :	Kuhmilch :
59,0'	53,3'
73,1'	43,3'
79,2'	53,8'
64,7'	42,7'
81,9'	40,7'
94,8'	64,8'
71,3'	61,8'
111,6'	65,3'
Mittel 79,5'	53,2'

Die Frauenmilch liefert also unter denselben Verhältnissen ein stärker drehendes Verdauungsprodukt als die Kuhmilch. Der Unterschied kann hier nicht, wie bei der Verdauung der Caseine, auf die Unsicherheit in der Dosirung der freien Säure bezogen werden, denn er fällt immer in demselben Sinne aus. Der Grund des beobachteten Unterschieds dürfte vielmehr in der Verschiedenheit der Eiweisskörper gesucht werden. Man hat dazu aber nicht nöthig anzunehmen, dass die Frauenmilch Eiweiss anderer Art enthält als die Kuhmilch. Als ich diese Versuche machte, war mir die Untersuchung von Sebelien¹⁾, nach welcher das Lactoalbumin vom Serumalbumin verschieden ist, noch nicht bekannt. Es lässt sich

¹⁾ Sebelien, diese Zeitschrift, Bd. 9, S. 453. 1885.

aber wohl denken, dass die Differenz in der Drehung der Verdauungsprodukte durch das Lactoalbumin veranlasst wird.

Aus diesen Zahlen aber auf eine leichtere Verdaulichkeit der Frauenmilch zu schliessen, wäre nur dann zulässig, wenn erwiesen wäre, dass alle Eiweisskörper der Milch Pepton von demselben Drehungscoefficienten lieferten. Enthielte die Frauenmilch gegenüber der Kuhmilch verhältnissmässig mehr von einem Eiweisskörper, der ein stark drehendes Pepton giebt, so liesse sich der Unterschied in der Drehung der Peptone beider Milcharten begreiflicher Weise auch ohne die Annahme einer leichteren Verdaulichkeit der Frauenmilch erklären.
