

(Physiologisches Laboratorium in Bonn.)

Ueber die Gesundheitsschädigungen, welche durch den Genuss von Pferdefleisch verursacht werden.

(Nebst einem Beitrag über die Resorption der Fette.)

Von

E. Pflüger.

Inhalt.

	Seite
§ 1. Ueber die bei fortgesetzter Ernährung mit Pferdefleisch zu beobachtenden Gesundheitsstörungen	111
§ 2. Gegenmittel zur Beseitigung der Gesundheitsstörungen . .	114
§ 3. Ueber die bei sehr lang dauernder Ernährung mit Pferdefleisch auftretenden Verdauungsstörungen	117
§ 4. Versuche zur Isolirung des im Pferdefleisch enthaltenen giftigen Stoffes	118
§ 5. Besprechung der Ergebnisse und Erklärung der Fettresorption.	128
§ 6. Vorschriften für die Küche besonders im Hinblick auf belagerte Festungen	138

§ 1. Ueber die bei fortgesetzter Ernährung mit Pferdefleisch zu beobachtenden Gesundheitsstörungen.

Der Genuss des Pferdefleisches hat sich in den letzten Jahrzehnten auch in Deutschland ausserordentlich gesteigert, und es wird desshalb angemessen sein, wenn ich über gewisse Gesundheitsstörungen berichte, welche ich bei der Fütterung von Thieren mit dieser Nahrung beobachtete. Ich habe desshalb die beiläufig gemachten Erfahrungen in neuerer Zeit durch systematische Versuche ergänzt.

In auffallender und höchst störender Art machte sich die schädigende Wirkung des Pferdefleisches zuerst bei einem sehr kräftigen und gesunden Hunde von ungefähr 30 Kilo Gewicht geltend, den ich viele Monate ausschliesslich mit Pferdefleisch ernährte, allerdings unter besonderen Bedingungen, die folgende Gründe hatten:

In Folge der von Carl Voit ausgeführten Untersuchungen war man in den letzten Decennien zu der Ansicht gelangt, dass die Quelle der Muskelkraft in Fett und Kohlehydrat zu suchen sei. So erklärte Rubner, der hervorragendste Schüler von Carl Voit im Bd. 19 der Zeitschr. f. Biol. S. 322:

„Wir kennen ja eine Reihe mächtiger Einflüsse (Kälte, Wärme, „Arbeitsleistung“), welche nur auf die Fettzersetzung einwirken¹⁾.“

Ich wünschte deshalb den Beweis zu erbringen, dass ein Hund, der fast nur mit Eiweiss ernährt wird, dauernd, d. h. viele Monate lang, die schwerste Arbeit zu leisten vermöge. Der Versuch lässt sich nicht anders ausführen, als indem man möglichst mageres Fleisch füttert.

Ich wählte zuerst Schellfischfleisch, das die Hunde sehr gern fressen. Obwohl wir täglich mehrere Stunden das gekochte Fischfleisch von seinen Gräten zu befreien suchten, gelang dies doch nicht in ausreichender Weise. Allmählig brachten die kleinen im Fleischbrei noch versteckten Stacheln eine Reizung des Magens hervor, die zu Erbrechen führte, und blutige Streifen im Koth mit grösseren Fischknochen bezeugten die stattgehabten Verwundungen des Darmes.

Ich war deshalb gezwungen, eine andere Fleischart auszuwählen, die ebenfalls oft erstaunlich arm an Fett ist. Ich fütterte also mit Pferdefleisch. Sobald ein Pferd geschlachtet wurde, dessen Fleisch beträchtlich weniger als 1% Aetherextract enthielt, kaufte ich mehrere Centner, putzte sorgfältig durch Entfernung der Sehnen und des sichtbaren Fettes, verwandelte es in der Wurstmaschine in Brei und sterilisirte gleiche abgewogene Mengen in hermetisch verschliessbaren Büchsen. Hierin hielt sich das Fleisch Wochen lang ganz frisch.

Als bald stellten sich bei dem Hunde Durchfälle ein und schwanden nicht, da das magere Fleisch fortwährend gefüttert wurde. Da ich täglich den Koth auffing und den Stickstoff bestimmte, den das Thier verlor, sah ich, dass von Monat zu Monat keine Gewöhnung an die Nahrung eintrat. Denn der tägliche Verlust an Stickstoff wuchs fortwährend, und die Entleerungen wurden immer dünnflüssiger. Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht der Thatsachen.

1) Da in Folge meiner Untersuchungen die Vorstellungen über die Quelle der Muskelkraft sich sehr wesentlich geändert und den meinigen genähert haben, gleichwohl aber neuerdings behauptet wird, man habe sich das niemals anders gedacht, desshalb führe ich Rubner's Worte ausdrücklich an.

Tabelle I.

Datum 1890	Gewicht des Hundes im Mittel in Kilo	Gewicht des gefütterten Fleisches in Gramm	Abstammung des Fleisches	Taglicher Verlust an Stick- stoff im Koth in Gramm im Mittel	Besondere Bemerkungen
13. Mai bis 9. Juni	30,9 bis 30,0	1500 bis 1629	Fischfleisch	1	Periode von 26 Tagen mit 10 Arbeitstagen. Fast tägliche Entleerung geformten Kothes
14. Juni bis 1. Aug.	30,9 bis 28,7	1750 bis 1852	Pferdefleisch	1,77	Periode von 48 Tagen mit 21 Arbeitstagen. Meist dünnflüssiger Koth.
1. Aug. bis 31. Aug.	29,0 bis 27,8	1852 bis 2169	"	2,65	Periode von 30 Tagen mit 30 Arbeitstagen. Dünnflüssiger Koth.
31. Aug. bis 1. Oct.	28,25 bis 30,5	2166 bis 2249	"	3,12	Periode von 31 Tagen mit 5 Arbeitstagen. Dünnflüssiger Koth. Brunst beginnt am 25. Sept.
1. Oct. bis 1. Nov.	29,6 bis 30,9	2090 bis 2249	"	3,66	Periode von 31 Tagen mit 12 Arbeitstagen. Dünnflüssiger Koth.
1. Nov. bis 1. Dec.	28,4 bis 29,7	2090 bis 2368	"	3,78	Periode von 30 Tagen mit 29 Arbeitstagen. Dünnflüssiger Koth.
1. Dec. bis 20. Dec.	28,1 bis 28,8	1937 bis 2368	"	3,82	Periode von 19 Tagen mit 8 Arbeitstagen. Dünnflüssiger Koth.

Ich zog Erkundigungen ein bei der Direction und dem Wärterpersonal des zoologischen Gartens in Cöln und erfuhr, dass das Pferdefleisch bei allen Raubthieren Durchfälle erzeugt, die durch Fütterung mit Knochen als Gegenmittel behandelt werden. In neuerer Zeit hat man aber dort vielfach das Pferdefleisch aufgegeben und durch minderwerthiges Kuhfleisch ersetzt, bei dessen Anwendung keinerlei Verdauungsstörungen eintreten.

Diese Erfahrungen zeigen beiläufig, dass die abführende Wirkung des Pferdefleisches sich sowohl bei dem Genusse des rohen wie des gekochten Fleisches geltend macht. Durch besondere Versuche habe ich mich überzeugt, dass das gekochte Fleisch eine stärker abführende Wirkung als das rohe äussert.

Seitdem habe ich festgestellt, dass das Pferdefleisch bei allen Hunden Durchfälle erzeugt, die allerdings nicht bei allen Individuen mit gleicher Stärke auftreten; bei der Hauskatze wirkt das Pferdefleisch ebenfalls nicht so stark wie bei den Hunden, denn der Koth wird nur salbenartig, aber nicht wässrig. Es schien mir der Mühe werth, zu untersuchen, welches die Ursache der Gesundheitsschädigung sei, um Abhülfe zu schaffen.

§ 2. Gegenmittel zur Beseitigung der Gesundheitsstörungen.

Ich dachte zuerst daran, dass sich das Pferdefleisch in mehreren Punkten auffallend von dem Fleische der anderen Haussäugethiere unterscheidet: nämlich durch den Reichthum an Glykogen, durch die Armuth an Fett.

Sollte der Fettmangel die Ursache sein?

Ich stellte alle Versuche an einem kräftigen, jungen, beinahe ausgewachsenen Hund an, der anfänglich 22 Kilo wog. Da man dem Hammelfleisch im Gegensatz zum Pferdefleisch stopfende Wirkung zuschreibt, fütterte ich den Hund mit 2 Kilo Pferdefleisch, dem ich nur 50 g ausgelassenes Nierenfett vom Hammel beifügte. Der Erfolg war ganz überraschend. Denn das Thier, welches täglich ein Mal kothete, entleerte feste, geformte Cylinder.

Um zu sehen, ob nicht auch das feste Nierenfett vom Ochsen ebenso wirke, wiederholte ich den Versuch hiermit. Das Thier hatte ebenso täglich eine Entleerung von sehr normalem festem, geformtem Koth.

Ich ging dann zur Prüfung des oleinreichen Nierenfettes vom Schweine über, von dem ich auch 50 g der täglichen Ration von 2 Kilo Pferdefleisch beifügte. Hier war nun zwar eine Wirkung da; aber bei weitem nicht so entschieden wie bei Fütterung des festen Hammel- oder Ochsenfettes. Nur ein Theil des Kothes war geformt, ein beträchtlicher Theil erschien wie steifere Salbe. — Herr Dr. Schöndorff theilte mir mit, dass er im vorigen Jahr seinen Hund ebenfalls mit Pferdefleisch und Schweineschmalz gefüttert habe, ohne dass Durchfälle eintraten. — Obwohl Schöndorff's Hund ungefähr mit dem meinigen im Gewicht übereinstimmte, erhielt er nur 1000 g Pferdefleisch, aber 200 g Fett. d. h. vier Mal so viel als mein Hund.

Diese Versuche bewiesen also, dass eine verhältnissmässig kleine Zulage von Fett die abführende Wirkung des Pferdefleisches aufhebt. Ich stelle zum Belege die in Betracht kommenden Thatsachen in folgender Tabelle zusammen:

Tabelle II.

Datum 1900	Gewicht des Hundes in kg	Art des Futters in g	Art des Kothes
23. Jan.	21,950	2000 g rohes gemahlenes Pferdefleisch + 50 g Hammelfett	Fest und geformt
24. „	22,700	Wie am Tage vorher	Fest und geformt
25. „	23,300	Wie am Tage vorher	Keine Entleerung
26. „	23,800	2000 g rohes gemahlenes Pferdefleisch + 50 g Schweineschmalz	Halbdünn
27. „	24,450	Wie am Tage vorher	Salbenartig
28. „	24,650	Wie am Tage vorher. Fleisch gekocht	Salbenartig
29. „	24,750	Wie am Tage vorher	Salbenartig
30. „	25,00	2000 g gekochtes Pferdefleisch + 50 g Ochsenfett (Niere)	Keine Entleerung
31. „	25,250	Wie am Tage vorher	Fest und geformt
1. Febr.	25,750	Wie am Tage vorher	Fest und geformt
2. „	26,000	Wie am Tage vorher	Keine Entleerung

Es waren nun zwei Erklärungen möglich: Entweder ist die Fettarmuth des Pferdefleisches die Ursache der abführenden Wirkung, oder es befindet sich ein schädlicher Stoff in diesem Fleisch, und das feste Fett ist ein Gegengift.

Da ich nun beobachtet hatte, dass das bei gewöhnlicher Temperatur salbenartige Schweinefett ein viel schwächeres Heilmittel sei als das feste Hammel- oder Ochsenfett, prüfte ich zuerst, ob das bei Zimmertemperatur fast flüssige Pferdefett vielleicht eine abführende Wirkung äussere. Der Hund wurde demnach täglich mit 2 Kilo magerem Kuhfleisch gefüttert und erhielt eine Zulage von 50—100 g Pferdefett. Nicht die Spur einer Störung trat ein. Der Koth war fest und geformt. Die Tabelle III enthält die Thatsachen.

Tabelle III.

Datum 1900	Gewicht des Hundes in kg	Art des Futters in g	Art des Kothes
3. Febr.	26,300	2 kg Kuhfleisch + 50 g Pferdefett	Fest und geformt
4. "	26,600	Ebenso	Fest und geformt
5. "	26,850	2 kg Kuhfleisch + 100 g Pferdefett	Nicht gekothet
6. "	27,400	Ebenso	Fest und geformt
7. "	27,850	Ebenso	Fest und geformt

Es war also bewiesen, dass im Pferdefett der schädliche Stoff nicht enthalten ist.

Nachdem es feststand, dass Fett ein Mittel sei, welches die Diarrhöe aufhebt, war es geboten, zu prüfen, ob sich in diesem Falle auch die Amylacea bewähren würden. Ich wählte desshalb Reisbrei. Da aber gleichzeitig die Menge des Pferdefleisches herabgesetzt werden musste, prüfte ich, ob dann die abführende Wirkung weiter bestehe. Weil mit dem Reisbrei viel Wasser zugeführt wird, stellte ich die Versuche auch so an, dass der abgewogene trockene Reis mit dem Fleischbrei gemischt in hermetisch geschlossener Büchse ohne Wasserzusatz gar gekocht wurde.

Die folgende Tabelle enthält die gefundenen Thatsachen, welche beweisen, dass auffallender Weise der Reisbrei bei Weitem nicht so sicher wie das Fett die Durchfälle aufhebt. Eine Wirkung ist aber vorhanden.

Tabelle IV.

Datum 1900	Gewicht des Hundes in kg	Art der Nahrung	Koth
13. März	29,500	1 kg rohes Pferdefleisch	Nicht ganz fest; dann Diarrhöe
14. "	29,400	Hunger	Kein Koth
15. "	28,700	Hunger	Kein Koth
16. "	28,200	2 kg Pferdefleisch + 100 g Reis mit 200 g H ₂ O gekocht	Fest, geformt
17. "	28,950	Ebenso	Morgens dünne, dann später nochmals halb- dünne Entleerung
18. "	29,700	Ebenso	³ / ₄ des Kothes fest, ¹ / ₄ dünn
19. "	30,200	2 kg Pferdefleischbrei mit 100 g Reis ohne Wasserzusatz in Büchse gekocht	Halbfest
20. "	30,400	1 kg Pferdefleischbrei in Büchse gekocht	Halbfest
21. "	30,100	Ebenso	Zuerst halbdünn, dann wässrig
22. "	29,700	Ebenso	Zweimal Diarrhöe,
23. "	29,500	2 kg Pferdefleischbrei roh	Morgens halbfest
24. "	29,700	Ebenso	Halbfest
25. "	29,900	Ebenso	Zweimal Diarrhöe
26. "	30,200	Hunger	Einmal Diarrhöe
27. "	29,350	Hunger	Nichts
28. "	28,750	Hunger	Nichts
29. "	28,200	Hunger	Nichts
30. "	27,650	Hunger	Fester Koth, viel Haare
31. "	27,150	Hunger	Nichts
1. April	26,750	Hunger	Nichts
2. "	26,350	Hunger	Nichts
3. "	25,950	Hunger	Nichts
4. "	25,550	Hunger	Nichts

§ 3. Ueber die bei sehr langdauernder Ernährung mit
Pferdefleisch auftretenden Verdauungsstörungen.

Wenn das Pferdefleisch allein sehr viele Monate gefüttert wird,
erscheint die Neigung zu diarrhöischen Entleerungen so gesteigert,

dass Fett und Reisbrei in selbst grossen Mengen trotz verringerter Fleischgabe die Störung nur unvollständig einzuschränken vermögen.

Nach Abschluss der langen Periode, in welcher ich nur Fleisch gefüttert hatte, beschloss ich, den Hund zu mästen, indem ich ihm neben Pferdefleisch reiche Mengen von Fett und Reis gab. Hierbei zeigte es sich, dass der Hund fast 14 Tage brauchte, ehe er sich an die veränderte Ernährung gewöhnt hatte. Ein Hund, der so lange Zeit nur mit Ochsenfleisch ernährt worden wäre, hätte schwerlich die Störungen gezeigt, welche beim Uebergang zur gemischten Nahrung an unserem Hunde beobachtet wurden. Ich stelle die That-sachen in folgender Tabelle zusammen, die also die Fortsetzung der bereits mitgetheilten Tabelle I ist.

Wie man bei der Betrachtung der Tabelle erkennt, hatte der Hund noch tägliche, meist mehrfache Entleerungen vom 18. December bis 1. Januar. Der Koth war ausserordentlich wasserhaltig und enthielt nur 12% feste Bestandtheile. Dies ist um so auffallender, als die täglich gefütterte Menge von Pferdefleisch ungefähr auf die Hälfte herabgesetzt worden war und daneben eine sehr bedeutende Menge von Fett und Reisbrei immer gefüttert wurde. Erst vom 1. Januar ab erschien der Koth normal und blieb es, obwohl die Fett- und Reiszulage bedeutend gesteigert worden war.

Man kann gegen diese Versuchsreihe nun allerdings einwenden, dass sie erst streng beweisend wäre, wenn ein Gegenversuch vorläge, in dem ein Hund erst viele Monate mit magerstem Kuhfleisch und dann plötzlich mit gemischter Nahrung gefüttert wird, ohne dass Verdauungsstörungen auftreten. Ich gebe die Berechtigung dieses Einwandes zu, glaube aber, dass die Kostspieligkeit und Arbeitslast einer neuen derartigen Versuchsreihe durch den Zweck nicht hinreichend bei meinen beschränkten Mitteln gerechtfertigt wird.

§ 4. Versuche zur Isolirung des im Pferdefleisch enthaltenen giftigen Stoffes.

Ich stellte mir zuerst die Aufgabe, zu prüfen, ob der schädliche Stoff beim Kochen des Fleischbreies in die Fleischbrühe übergehe.

2 Kilo Fleischbrei werden in 3 Liter siedendes Wasser eingetragen, $\frac{1}{2}$ Stunde tüchtig gekocht, dann das Ganze auf ein Sieb gegossen, so dass die Brühe abfloss. Der Brei wurde nicht ausgepresst und dann nach Zusatz von $\frac{1}{2}$ Liter Wasser wie früher

Tabelle V.

Datum 1890	Ge- wicht des Hundes in kg	Gefütterte Nahrung in g	Stick- stoff- zufuhr in g	Täglicher Verlust an Stickstoff im Koth in g	Feste Be- standtheile des Koths in %.	Beschaffenheit des Koths	Besondere Bemerkungen
18.—19. Dec.	28,58	2491,5 g Fleisch	78,6	4,6		2 mal dünn gekothet = 278 g	2. Ruhetag n. Arbeit
19.—20. "	28,80	2235,0 g	77,0	4,6	12	1 mal gekothet = 285 g	3. " " "
20.—21. "	28,37	1124,4 + 100 g Fett 100 g Reis	40,1	4,6		Morgens dicklicher schwarzer Koth = 287,5 g	4. " " "
21.—22. "	27,97	1124,4 + 100 g Fett 100 g Reis	40,1	2,3		Nachmittags gelblich-weiße schaumige Schmiere = 167,3 g im Ganzen	5. " " "
22.—23. "	28,17	1076,5 + 100 g Fett 100 g Reis	35,8	2,3		wie gestern, aber 2 mal dünne gelbliche Schmiere = 301,9 g	6. " " "
23.—24. "	28,10	1076,5 + 80 g Fett 160 g Reis	36,5	2,3		Morgens dickliche, Nachmittags 2 mal gelblich weiße Schmiere = 270,9 g	7. " " "
24.—25. "	28,15	1076,5 + 80 g Fett 160 g Reis	36,5	2,3	12,1	Morgens geförmt, Mittags dicklich, Nach- mittags schaumige gelbbraune Schmiere	8. " " "
25.—26. "	28,40	1076,5 + 80 g Fett 160 g Reis	36,5	2,3		Morgens erst geförmt, zuletzt salbenartig nur 1 malige Entleerung = 110,5 g	9. " " "
26.—27. "	28,55	1076,5 + 80 g Fett 160 g Reis	36,5	2,3		Morgens geförmt, Nachmittags gelbbraun- liche schaumige Schmiere = 224 g	10. " " "
27.—28. "	28,80	1076,5 + 100 g Fett 213 g Reis	37,1	2,3		Morgens geförmt = 129,4 g. Nur 1 malige Entleerung	11. " " "
28.—29. "	28,95	1076,5 + 100 g Fett 213 g Reis	37,1	2,3	16,4	Morgens erst geförmt, dann salbig. 1 malige Entleerung = 172,4 g	12. " " "

Tabelle V (Fortsetzung).

Datum 1890	Ge- wicht des Hundes in kg	Gefütterte Nahrung in g	Stück- stoff- zufuhr in g	Täglicher Verlust an Stickstoff im Koth in g	Feste Be- standtheile des Kothes in % Mittel	Beschaffenheit des Kothes	Besondere Bemerkungen	
29.—30. Dec.	29,25	1076,5 + { 100 g Fett 213 g Reis	37,1	2,3	{	Morgens geformter Koth. 1 malige Ent- leerung = 116,8 g	{ 13. Ruhetag u. Arbeit	
30.—31. "	29,45	1076,5 + { 100 g Fett 213 g Reis	37,1	2,3		wie gestern 121,1 g		14. " "
31.—1. Jan.	29,70	1076,5 + { 100 g Fett 213 g Reis	37,1	2,3		Morgens geformt, nachher dünn = 227,2 g		15. " "
1.—2. "	30,10	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,3	{ 16,4	Kothet Mittags geformte Masse = 122,9 g 1 mal	{ 16. " "	
2.—3. "	30,50	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,3		wie gestern = 111,1 g		17. " "
3.—4. "	30,80	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,3		wie gestern = 134,9 g		18. " "
4.—5. "	31,05	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,3	{	wie gestern = 143,4 g	{ 19. " "	
5.—6. "	31,10	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,3		wie gestern = 191,2 g		1. Arbeitstag
6.—7. "	31,15	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,8		wie gestern = 133,0 g		2. "
7.—8. "	31,25	1076,5 + { 120 g Fett 300 g Reis	38,1	2,8	20,2	wie gestern = 87,3 g	3. "	

verfüttert. Es zeigte sich, dass dieser Brei keine abführende Wirkung besass. Hierdurch war bewiesen, dass die Fettarmuth des Fleisches nicht die Ursache der abführenden Eigenschaften sein konnte und dass der schädliche Stoff sich in der Fleischbrühe befinden müsse; dies wurde bewiesen dadurch, dass Brei von Kuhfleisch, der auch in Wasser abgekocht und dann abgesiebt worden war, sofort abführend wirkte, wenn ihm die Fleischbrühe vom Pferdefleisch zugefügt wurde. Die beweisenden Thatsachen stelle ich in Tabelle VI zusammen.

Tabelle VI.

Datum 1900	Gewicht des Hundes in kg	Art des Futters	Beschaffenheit des Kothes
8. Febr.	28,000	2 kg ausgekochtes Pferdefleisch + $\frac{1}{2}$ Liter Wasser	Fest und geformt
9. "	27,800	Ebenso	Fest und geformt
10. "	27,700	2,2 kg ausgekochtes Pferdefleisch + $\frac{1}{2}$ Liter Wasser	Fest und geformt
11. "	27,650	Ebenso	Fest und geformt
12. "	27,450	2 kg Pferdefleisch in Büchse gekocht mit Brühe	Fest und geformt
13. "	27,450	Ebenso	3 mal gekothet am Tag zuerst weich, dann wie Wasser
14. "	27,400	2 kg rohes Kuhfleisch	Kein Koth
15. "	27,900	Ebenso	Fest und geformt
16. "	28,000	Brei von 2 kg Kuhfleisch ohne dessen Brühe + Brühe von 2 kg Pferdefleisch	Erst fest, dann dünnflüssig
17. "	27,900	Ebenso	Zweimal Diarrhöe
18. "	27,800	2 kg gekochter Pferdefleischbrei. Brühe abgegossen	Einmal dünner Koth
19. "	27,900	2 kg gekochter Kuhfleischbrei und die Brühe von 2 kg Pferdefleischbrei	Kein Koth
20. "	28,200	Ebenso	Erst halbflüssig; dann noch zweimal am Tag Diarrhöe

Nachdem mit Sicherheit festgestellt war, dass beim Kochen des Fleischbreies der schädliche Stoff in die Fleischbrühe übertritt, so dass das ausgekochte Fleisch nunmehr genossen werden kann, ohne dass eine Gesundheitsstörung auftritt, musste es die weitere Aufgabe sein, den schädlichen Stoff zu isoliren.

Demgemäss prüfte ich seine Löslichkeit in Alkohol. Die in beschriebener Weise aus dem Brei von 2 Kilo Pferdefleisch gewonnene Brühe wurde auf ungefähr 200 ccm auf dem Wasserbad eingedampft und dann mit 6 Volumina Alkohol von 96 Vol.-Procent gefällt. Die starke Fällung wurde abfiltrirt und mit wenig Alkohol gewaschen. Darauf brachte ich die gefällte krümlige Masse vom Filter in eine Porcellanschale und trocknete zur Verjagung des Alkohols auf dem Wasserbade. — In einer zweiten Schale wurde ebenso das alkoholische Filtrat zur Trockne abgedampft. Die so erhaltene Masse will ich Alkoholextract nennen, in dem sich die in starkem Weingeist löslichen Stoffe des Fleisches (strenger gesagt: der Fleischbrühe) befinden. Die durch Alkohol aus der Fleischbrühe gefällten Stoffe mögen als Alkoholfällung bezeichnet werden.

Es wurden nun die Versuche so eingerichtet, dass der Hund mit dem Brei von 2 Kilo Pferdefleisch gefüttert wurde, das in beschriebener Weise mit kochendem Wasser von dem schädlichen Stoff befreit worden war. Dieser Fleischbrei macht niemals Diarrhöe. Es wurde nun das eine Mal dieser Brei mit der Alkoholfällung versetzt, das andere Mal mit dem Alkoholextract. Es ergab sich, dass der abführende Stoff sich im Alkoholextract, nicht aber in der Alkoholfällung befand. Die Beweise liegen in den Thatfachen der folgenden Tabelle VII auf S. 124.

Da in dem Cölner zoologischen Garten Knochenfütterung als Heilmittel gegen die durch Pferdefleisch bedingten Diarrhöen in Anwendung gezogen wird, versuchte ich einen Zusatz von erst 20 g, später 30 g kohlensauen Kalks zu 2 Kilo Brei von gekochtem Pferdefleisch, von dem dann natürlich die Brühe nicht abgegossen wurde. Der kohlensaure Kalk war nicht ganz wirkungslos, erzeugte aber Verdauungsstörungen, die sich durch verringerte Fresslust zu erkennen gaben. Dass man auch in Cöln vom Pferdefleisch zum Kuhfleisch als Nahrung der Raubthiere übergegangen ist, scheint mir anzudeuten, dass die Knochenzulage doch nicht als genügendes Gegenmittel sich bewährt hat.

Tabelle VII.

Datum 1900	Gewicht des Hundes in kg	Art des Futters	Koth
21. Febr.	28,000	2 kg Brei von Pferdefleisch ohne die Brühe	Morgens einmal dün- ner Koth
22. "	28,000	2 kg Brei von Pferdefleisch ohne die Brühe + Alkoholfällung	Kein Koth
23. "	28,200	Ebenso	Fest und geformt
24. "	28,200	Ebenso	Fest und geformt
25. "	28,200	2 kg Brei von Pferdefleisch ohne die Brühe + Alkoholextract	Fest und geformt
26. "	28,200	Ebenso	Erst dünn, dann wie Wasser

Ich stellte mir nun die weitere Aufgabe, zu untersuchen, ob der abführende in starkem Weingeist lösliche Stoff auch in Aether löslich sei oder nicht.

Zu dem Zwecke wurde der Alkoholextract in Wasser gelöst und mit Aether so oft ausgeschüttelt, bis der Aether sich nicht mehr färbte. Drei bis vier Ausschüttelungen genügten. Ich dampfte dann den Aetherextract und ebenso die wässrige Lösung ab, die mit Aether ausgeschüttelt worden war. Ich will die beiden so erhaltenen Substanzen bezeichnen als ätherlösliche und ätherunlösliche Extractstoffe. Mit beiden wurden nun in ähnlicher Weise Versuche angestellt, wie es bei den alkohollöslichen und alkoholunlöslichen von mir bereits beschrieben worden ist.

Das Ergebniss der Versuche bestand darin, dass der abführende Stoff sich nicht in dem ätherunlöslichen, sondern im Aetherextract befindet. Der Stoff hatte aber nicht mehr die Stärke der Wirkung, welche sich im Wasser oder Alkoholextract des Fleisches offenbart. Mir machte diese Abschwächung den Eindruck, als habe sich ein beträchtlicher Theil desselben zersetzt. Der Beweis liegt in folgender Tabelle VIII auf S. 125.

Um den giftigen Stoff zu isoliren, sind weitere und wahrscheinlich mühevollere Arbeiten nothwendig. Zur vorläufigen Unter- richtung habe ich einige Reactionen angestellt, über welche ich be- richten will.

Tabelle VIII.

Datum 1900	Gewicht des Hundes in kg	Art der Nahrung	Koth
27. Febr.	28,000	2 kg Pferdefleisch in Büchsen gekocht mit 20 g CO ₂ Ca	3 mal dünner Koth
28. „	28,100	Ebenso	1 mal fest, dann we- nig dünner Koth
1. März	28,300	Ebenso, aber Zusatz von 30 g CO ₂ Ca	Erst halbfest, dann 2 mal dünne Ent- leerung
2. „	28,400	Brei von 2 kg Pferdefleisch ohne Brühe + 1/2 Liter Wasser	Halbfest
3. „	28,400	Ebenso, aber Zusatz des Aetherlöslichen	Halbfest, dann dünn
4. „	28,200	Ebenso, aber Zusatz des Aetherlöslichen	2 mal Diarrhöe
5. „	28,000	2 kg Kuhfleischbrei roh	Koth halbfest
6. „	28,200	Ebenso	Koth fest, aber wenig
7. „	28,350	Brei von 2 kg gekochtem Pferdefleisch ohne Brühe + 1/2 Liter Wasser + Zusatz von ätherunlös- licher Substanz	Koth fest, geformt
8. „	28,500	Ebenso	Koth fest u. geformt
9. „	28,700	Ebenso	Koth fest u. geformt
10. „	29,000	Brei von 2 kg gekochtem Pferdefleisch ohne Brühe + 1/2 Liter Wasser + ätherlösliche Substanz	Koth fest
11. „	29,200	Ebenso	Koth halbdünn
12. „	29,350	Ebenso	2 mal Diarrhöe

2 Kilo Pferdefleischbrei werden mit 3 Liter Wasser 1/2 Stunde gekocht, dann auf ein Drahtsieb gebracht und 1/4 Stunde gewartet, damit die Flüssigkeit abtropft. Diese wird nun auf ungefähr 200 cm eingeeengt, mit dem 6 fachen Volum Alkohol von 96 % Tr. versetzt und nach längerem Stehen durch Papier filtrirt; zuletzt noch mit Alkohol von 96 % ein wenig nachgewaschen. — Dieses Alkoholfiltrat habe ich auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht, mit Wasser wieder aufgelöst und mit Aether wohl ausgeschüttelt, bis der Aether farblos bleibt. — Nachdem der Aetherauszug verdunstet ist, hinter-

bleibt eine durchsichtige, gelbbraune, wie dicker Honig oder Theer schwer fließende Masse.

Mit Wasser übergossen, wird sie weiss und undurchsichtig und löst sich auch beim Kochen zum grossen Theile nicht auf. Die trübe Lösung gibt mit Fehling's (Allihn) Reagens gekocht keine Abscheidung von Kupferoxydul. In Aether ist der klare gelbbraune Aetherextract leicht klar löslich ohne Rückstand und wird durch Zusatz von viel Alkohol stark milchig getrübt.

Diese Milch spülte ich in ein 100 ccm Kölbchen, fügte 50 ccm Salzsäure von 2,2 % hinzu und erwärmte zuerst zur Verjagung des Alkohols und Aethers. Da in dem Aetherextract gemäss der Untersuchungen von Baldi¹⁾ bei der von uns befolgten Methode der Darstellung Jecorin vorausgesetzt werden musste, erhitzte ich nun vier Stunden das Kölbchen zur Invertirung. Schliesslich erhielt ich ein rothgelbes klares Oel, welches über der klargewordenen Salzsäure schwamm.

Mit Hülfe des Scheidetrichters und Ausschüttelns mit Aether wurde die ölige Flüssigkeit von der wässrigen getrennt.

Nachdem die Salzsäure in der letzteren neutralisirt worden war, prüfte ich auf Zucker mit der Reaction von Trommer und mit der Allihn'schen Kupferlösung. Es trat eine zwar nicht starke, aber unzweifelhafte Abscheidung von Kupferoxydul ein. — Die Osazonreaction fiel positiv aus, doch hinderte die geringe Menge der erhaltenen Krystalle an einer genaueren Prüfung. Die polarimetrische Bestimmung ergab eine so schwache Rechtsdrehung, dass sie nicht als hinreichend gesichert angenommen werden durfte.

Nachdem der Aether aus der in ihm gelösten ölartigen Substanz verjagt war, wurde dieselbe mit sehr verdünnter Lösung von kohlensaurem Natrium ausgeschüttelt. Hierbei löste sich nur sehr wenig von der öligen Substanz, die sich in Berührung mit der Sodalösung in krümlige gelbweisse voluminöse Flocken verwandelt hatte.

Nachdem die Sodalösung von den weissen Flocken getrennt worden war, wurde sie mit Schwefelsäure angesäuert und mit Aether ausgeschüttelt. Nach Verdunsten des Aethers hinterblieb ein bei Zimmertemperatur steifes nicht ganz festes Oel, das auf Papier Fettflecken machte und etwas nach Caprylsäure roch. Die kleine Menge des Oels hinderte genauere Untersuchungen. Es handelte sich offen-

1) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1887 S. 100. Suppl.

bar wesentlich um Oelsäure, welche ein wenig mit flüchtigen Fettsäuren verunreinigt war. Aus diesen Reactionen ergibt sich, dass wahrscheinlich den Angaben Baldi's gemäss eine sehr kleine Menge von Jecorin in dem Aetherextract enthalten war. Hierfür spricht die weisse Fällung der ätherischen Lösung mit Alkohol sowie das Auftreten von Zucker und Fettsäuren nach Kochen mit verdünnter Salzsäure.

Nachdem die beim Ausschütteln mit verdünnter Sodalösung erhaltenen weissen Flocken in Aether gelöst und dieser wieder verdunstet war, wurde festgestellt, dass die nun wieder gewonnene gelblich-bräunliche, durchsichtige und dickflüssige Masse sich in Alkohol besonders beim Erwärmen leicht löste. Beim Trocknen bildete sie eine gelbliche wachsartige in Wasser unlösliche Substanz. Da die Wahrscheinlichkeit dafür sprach, dass diese Substanz im Wesentlichen aus Lecithin bestehe, wurde ein Theil derselben zur Phosphorsäurebestimmung, ein anderer Theil zur Trockenbestimmung benutzt. Es handelte sich im Ganzen um 3,350 g Substanz. Dr. Nerking, welcher die quantitative Analyse ausführte, erhielt aus 1,340 g Substanz

$$\begin{aligned} & 0,1375 \text{ P}_2\text{Mg}_2\text{O}_7 \\ & = 0,0384 \text{ g P} = 2,86 \text{ } \%. \end{aligned}$$

Die Substanz lieferte also 6,55 % P_2O_5 , während für Lecithin 8,798 % zu erwarten wären (Distearyl-Lecithin vorausgesetzt).

Demnach besteht die Substanz nur zu etwa $\frac{3}{4}$ aus Lecithin: das andere Viertel muss nach allen Erfahrungen sicher noch Neutralfett und Cholestearin enthalten. Weil Protagon und Jecorin auch Phosphor enthalten und diese oder Zersetzungsproducte derselben sich unter den Verunreinigungen des hier bestimmten Lecithins befinden können, ist es selbstverständlich, dass die Analyse des Lecithins nur einen angenährten Werth ergeben konnte.

Die Vergleichung der Menge dieses unreinen Lecithins mit der Menge des ursprünglich gewonnenen Aetherextractes lässt, nach dem Augenschein zu urtheilen, keinen Zweifel, dass die Hauptmenge des letzteren fast nur aus diesem unreinen Lecithin besteht.

Wie man sieht, liefert diese Erkenntniss vorerst kein Verständniss für die giftige Wirkung des Aetherextractes, genügt aber, um zu zeigen, welche Richtung zukünftige Untersuchungen zu nehmen haben, die sich die Isolation der giftigen Substanz vorsetzen. Mein nächstes Augenmerk soll darauf gerichtet sein, ob die in den ätherlöslichen

phosphorhaltigen Substanzen gebundenen Basen vielleicht statt des Cholins eine grössere Menge des giftigen Neurins enthalten. Nach Kobert¹⁾ wirkt dieses wie das Gift des Fliegenschwammes, das Muscarin, und dieses erzeugt „Nausea, Speichelfluss, Schwitzen, Kollern im Leibe, Brechdurchfall u. s. w.“.

§ 5. Besprechung der Ergebnisse und Erklärung der Fettresorption.

Es wird zweckmässig, ja nothwendig sein, wenn ich vor Besprechung der mitgetheilten Ergebnisse die physiologisch-klinischen Folgen der Schädigung durch Pferdefleisch kurz zusammenfasse.

Durch den ausschliesslichen Genuss von Pferdefleisch entstehen wässrige Kothentleerungen, deren meist mehrere auf 24 Stunden fallen. Die häufigsten Entleerungen beobachtet man sogleich und einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme, die nur einmal am Tage stets stattfand, wo der Hund also 2 Kilo Fleisch erhielt, die seinen Bedarf deckten. Nachts kommen nur selten Entleerungen vor. Wenn der Hund Morgens aus seinem Stalle gelassen wird, beobachtet man, dass die erste Hälfte des Kothes dicklicher, die letzte dünner beschaffen ist. Die Aufnahme der neuen Nahrung veranlasst also eine Austreibung des Darminhaltes in einem Umfange, wie er unter normalen Verhältnissen nicht vorkommt.

Was zweitens die Zahl und Heftigkeit der wässrigen Entleerungen in ausserordentlicher Weise beeinflusst, sind Körperbewegung und Arbeit. Wenn der Hund einen Wagen ziehen muss, veranlasst dies, selbst wenn er kein Pferdefleisch erhält, fast immer eine Kothentleerung, die sonst nicht eingetreten sein würde. Es ist deshalb verständlich, dass der mit Pferdefleisch gefütterte Hund während der Arbeit sehr häufig kothet und den wässrigen Darminhalt oft plötzlich in einem Strahle austreibt. Das ist doch wohl kaum anders zu deuten, als dass in Folge gesteigerter Empfindlichkeit des Nervensystems bezw. des Darmes stärkere peristaltische Bewegungen den Darminhalt zu schnell vorwärts schieben. Auch dass in der Nacht nur selten Entleerungen vorkommen, ist wohl in dem Sinne zu deuten, dass Dunkelheit und Ruhe beruhigend wirken.

Die Annahme gesteigerter Peristaltik erklärt allein alle diese Erscheinungen. Denn wenn ich gesehen habe, dass ein Hund, der kein

1) Kobert, Toxikologie 1894 S. 130 und 123.

Pferdefleisch erhält, nach einer grossen Muskelarbeit in einem Zuge 1 bis 1½ Liter Wasser säuft, ohne dass dies Durchfälle erzeugt, ja, ohne dass die normale Beschaffenheit seines Koths geändert wird, so muss man bedenken, dass der Dünndarm mit ungeheurer Stärke grosse Wassermengen in kurzer Zeit aufsaugen kann. Wird aber wegen zu lebhafter Peristaltik die nothwendige Zeit nicht geboten und das Wasser in den Dickdarm getrieben und auch von ihm bald ausgestossen, so begreift man den Kreis der Erscheinungen sehr wohl.

Es gibt nur eine Thatsache, die sich auf den ersten Blick der gegebenen Auffassung nicht zu fügen scheint und mich anfangs in die Irre geführt hat.

Wenn man den Hund, der täglich mit je 2000 g Kuhfleisch ernährt wurde und deshalb täglich einmal festen geformten Koth entleerte, nun mit 2000 g Pferdefleisch füttert, so bemerkt man die abführende Wirkung desselben fast immer erst nach 24 Stunden. Es wird also die nächste Kothung nicht früher eintreten, als wenn Kuhfleisch gefüttert worden wäre, aber der Koth ist dünnflüssig, und es folgen leicht im Laufe des Tages noch mehrere wässrige Entleerungen. Das Wasser des Pferdefleisches ist also unvollständiger als das Wasser einer gleichen Menge Kuhfleisch resorbirt worden, obgleich gleich viel Zeit für die Resorption in beiden Fällen gewährt war. Dies scheint für eine Schwächung der Resorptionskraft des Darmes zu sprechen.

Ohne eine derartige Möglichkeit bestimmt läugnen zu wollen, ist doch wohl die einfachere Erklärung die, dass die erste Dosis Pferdefleisch am ersten Tage eine nicht so starke Wirkung äussert als die zweite Dosis am folgenden Tage. Wenn am ersten Tage eine nur geringe Vermehrung der Peristaltik des Dünndarmes eintritt, der das eigentliche Resorptionsorgan ist, so werden grössere Mengen von Flüssigkeit nach dem Dickdarm getrieben, der nicht so viel als der Dünndarm zu resorbiren vermag, so dass der Koth wasserreicher bleibt.

Wenden wir uns nun eingehender der zu erklärenden Thatsache zu. Sie besteht darin, dass der Hund bei einer Nahrung von 2000 g Pferdefleisch zu viel Wasser täglich mit dem Koth entleerte. 2000 g Pferdefleisch enthalten in runder Summe 1500 g Wasser. Das Gewicht des täglich entleerten Koths schwankt zwar, übersteigt aber selten 300 g. Daraus folgt, dass doch die bei Weitem grösste Menge des in dem Fleische enthaltenen Wassers in den Verdauungs-

werkzeugen aufgesaugt worden ist. Es ist deshalb auffallend, dass bei Fütterung der halben Fleischmenge (1000 g) zwar weniger Koth gebildet wird, gleichwohl aber die dünnflüssige Beschaffenheit des Kothes erhalten bleibt. Mit der Verringerung der Fleischzufuhr nimmt natürlich der Beitrag an fester Substanz, den das Fleisch zur Kothbildung beisteuert, auch ab, und die kleinere Menge der schädigenden Substanz braucht nur weniger Wasser nach dem Dickdarm durch Vermehrung der Dünndarmperistaltik zu befördern, um dieselbe Verdünnung des Kothes zu erzeugen, die bei reichlicher Fleischzufuhr beobachtet wird.

Sucht man sich nun ein genaueres Bild der nach dem Genuss des Pferdefleisches eintretenden Vorgänge zu machen, so wären folgende Verhältnisse in Betracht zu ziehen.

Nach meinen besonders an der Katze gemachten Erfahrungen¹⁾ gestaltet sich bei ausschliesslicher Fleischnahrung die Verdauung und Resorption so, dass das Fleisch so lange im Magen bleibt, bis es ganz verschwunden ist. Das dauert verschieden lang und bei reichlicher Fleischaufnahme sogar länger als 24 Stunden. Im Dünndarm ist meist sozusagen Nichts zu sehen, höchstens eine spärliche Benetzung der inneren Oberfläche des Darmes. Da nun nach v. Mering's²⁾ Untersuchungen die Wasserabsorption der Magenschleimhaut sehr gering, die des Darmes sehr kräftig ist, und da Aehnliches für die Peptone gilt, ist es wohl am richtigsten, anzunehmen, dass die im Magen entstandene Lösung des verdauten Fleisches in kleinsten Mengen nach dem Dünndarm abfließt und dort angekommen sofort durch Aufsaugung verschwindet. — Zu sehr ähnlichen Ergebnissen ist Adolf Schmidt-Mülheim³⁾ beim Hunde gelangt. Er sagt: „Es dürfte die Annahme begründet sein, dass bei diesen Thieren (Fleischfressern) fast die ganze Eiweissverdauung durch Pepsinwirkung in saurer Lösung zu Stande kommt. Für eine solche Anschauung spricht auch der Umstand, dass der Darm stets eine bedeutend geringere Menge von Verdauungsproducten enthält als der Magen und dass niemals ein grösseres Quantum verdaubaren Futters in ihm angetroffen wird.“ — Hierher gehörige Thatsachen werden auch von anderen Beobachtern gemeldet.

1) Dieses Archiv Bd. 77 S. 438.

2) v. Mering, XII. Congress für innere Medicin 1893.

3) Arch. f. Anat. u. Phys. 1879 S. 57.

Man versteht nun, wesshalb gekochtes Fleisch stärker als rohes abführend wirkt. Der Fleischbrei, welcher auf 100° C. erhitzt wird, erleidet eine Coagulation des Eiweiss, wobei ein sehr grosser Theil des Fleischsaftes austritt. Wird solcher an Brühe reicher Brei gefüttert, so werden sehr bald beträchtliche Mengen der Flüssigkeit aus dem Magen in den Darm übertreten. Diese Flüssigkeit enthält aber die schädliche Substanz, welche den Darm reizt. — Wenn hingegen rohes Fleisch gefüttert wird, so bleibt der Saft desselben in ihm, und nur der gelöste, verdaute Theil des Fleisches liefert Saft, und das geschieht sehr langsam, so dass immer nur sehr kleine Mengen dieses Saftes nach dem Darm aus dem Magen befördert werden können.

Nach den denkwürdigen Untersuchungen von Felix Hoppe-Seyler¹⁾, Rudolf Heidenhain²⁾ und J. Brandl³⁾ ist die Aufnahme des Wassers und der verdauten Nährstoffe im Wesentlichen durch eine eigenthümliche Thätigkeit der Epithelzellen der Magen- und Darmschleimhaut bedingt; und diese Thätigkeit wird sich sicher den jeweiligen Lebensbedingungen anpassen. Wenn nach Brandl durch Reize (Gewürze) die Resorptionsarbeit dieser Zellen gesteigert wird, so wird sie durch Gifte auch geändert werden können.

Von diesen Gesichtspunkten aus wollen wir die Wirkung der Heilmittel für diesen Fall in's Auge fassen. Durch Steigerung der Resorption des Wassers und Verminderung der Peristaltik vermögen sie die wässerigen Entleerungen zu beseitigen.

Das merkwürdigste Heilmittel, welches wir aufgefunden haben, ist das Fett, welches in verhältnissmässig geringer Menge (2,5 g Fett auf 100 g Fleisch) schon vollkommen genügt, um alle Störungen durchaus sicher aufzuheben.

Sucht man sich hierüber Rechenschaft abzulegen, so ist zuerst eine Verständigung wegen der Verdauung und Resorption der Fette nöthig, da eine allgemeine Uebereinstimmung in dieser Frage noch nicht erzielt ist. Geht das Fett in Lösung durch die Darmwand oder in Emulsion, d. h. als Tröpfchen? Das ist die Frage.

Für mich stehen hier zuerst zwei Thatsachen als leitende im Vordergrund.

1) Hoppe-Seyler, *Physiol. Chemie* 1877 S. 351.

2) R. Heidenhain, *Dieses Archiv* Bd. 43 Suppl. 1888, Bd. 56 S. 579.

3) J. Brandl, *Zeitschr. f. Biol.* Bd. 29 S. 277. 1892.

Zieht man alle die vielen Versuche in Betracht, welche sich vorsetzten, den Uebergang nicht gelöster feinsten Stäubchen durch die Epithelien der Darmwand zu beobachten, so gelangt man zu der Ueberzeugung: die Epithelzelle der Darms Oberfläche nimmt auch nicht das kleinste ungelöste Stäubchen auf.

Eine zweite noch wichtigere Thatsache, von der ich mich unendlich oft überzeugt habe, indem ich die lebendigen in Fettresorption begriffenen Zotten des Hundes und des Frosches unter dem Mikroskop beobachtete, ist folgende: Da wo die Epithelzelle des Dünndarms vom Speisebrei und der darin befindlichen Fettemulsion bespült wird, sieht sie wie das Ende eines durchsichtigen Glasstabes aus; keine Spur von Fettstäubchen oder Tröpfchen findet sich in diesem von dem Darminhalt umspülten Theil der Zelle, während im tieferen Theile der Zelle eine reichliche Fettemulsion vorhanden ist. Es sieht so aus, als ginge das Fett in Lösung durch die gestreifte Membran der Cylinderzelle und schlüge sich dann wieder nieder. In sehr eingehender Art ist diese wichtige Frage von L. Krehl¹⁾ unter R. Altmann's Leitung durch mikroskopische Untersuchung von gehärteten Zottenquerschnitten untersucht worden und zwar mit demselben Ergebniss, das auch ich erhielt. Ich halte diese Arbeit aber nicht für beweisend, weil Altmann's Methode Alkohol zur Härtung benutzt, der sicher die allerfeinsten Fettstäubchen löst. Ich habe nur die lebendige Zotte betrachtet oder frische Epithelzellen in Fettresorption, die ich durch Zerzupfen mit Osmiumsäure isolirt hatte. — In neuester Zeit (1897) haben B. Moore und D. B. Rockwood mit besonderem Nachdruck hervorgehoben, was wohl nicht allgemein zugegeben werden wird, dass noch Niemand ein Fettstäubchen durch die gestreifte Membran der Epithelzelle des Darms habe hindurchgehen sehen. Ich ziehe daraus den Schluss, dass die beiden Forscher diesen Punkt auch besonders geprüft haben. Auch diese Forscher sind der Ansicht, dass das Fett in Lösung ist, während es aus dem Darm in die Epithelzelle eindringt. Auch ich glaube: Das ist wirklich so!

Durch Radziejewsky und W. Kühne²⁾, bestimmter dann durch Cash und Ludwig³⁾ wurde der Nachweis geliefert, dass die

1) Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abtheilung) 1891 S. 97.

2) Virchow's Archiv Bd. 43 S. 276.

3) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880 S. 323.

Magenschleimhaut durch ein noch unbekanntes Ferment die neutralen Fette in Fettsäure und Glycerin spaltet. Spätere Untersuchungen, so besonders Franz Volhard¹⁾ in neuester Zeit, haben diese Angaben durchaus bestätigt.

Ein Theil des Fettes gelangt also bereits gespalten in den Dünndarm und hier wird der noch nicht zerlegte Theil des Fettes durch ein Enzym des Bauchspeichels, das Steapsin, zerlegt. Weil das Steapsin sich in wässriger Lösung befindet, kann es mit dem Fett, das in Wasser unlöslich ist, sich nicht mischen. Die einzige Möglichkeit also, um eine grössere Wirksamkeit des Steapsins auf das Fett zu erzielen, ist nur herstellbar dadurch, dass die Berührungsoberfläche des Fettes mit der wässrigen Steapsinlösung auf ein Maximum gebracht wird. Desshalb ist auch der Galle und auch dem Bauchspeichel die Fähigkeit verliehen, das Fett zu zerstäuben, d. h. zu emulsioniren. **Das ist der Sinn der Emulsionirung!**

Die zweite Gruppe von Thatsachen besteht nun darin, dass die durch die Enzyme entstandenen fetten Säuren die Carbonate des Bauchspeichels und Darmsaftes und, was viel bedeutungsvoller ist, auch die Glykocholate und Taurocholate der Galle zerlegen, und Seifen, also in Wasser lösliche Körper, bilden.

Hieran reiht sich eine dritte Gruppe hochwichtiger Thatsachen. Bereits Strecker²⁾ hat in seiner berühmten Arbeit über die Galle die Entdeckung gemacht, dass die Taurocholsäure nicht bloss eine **lösende** Wirkung auf Glykocholsäure und Cholestearin, sondern auch auf **fette Fettsäuren** und Fette ausübe. Sobald also durch die im Darm freigewordenen Fettsäuren die Taurocholsäure in Freiheit gesetzt ist, wirkt sie **lösend** auf die in Wasser sonst **unlöslichen Fettsäuren**. Schon Marcet³⁾ fand, dass Fettsäuren aus Hammeltalg sich in Hammelgalle lösen, wenn sie durch Erwärmen flüssig geworden sind. Bei Abkühlung scheiden sich die Fettsäuren wieder aus. Weil die Fettsäuren aus der Galle die Gallensäuren in Freiheit setzen, wird die Flüssigkeit stark sauer. Durch quantitative Bestimmungen haben nun Moore und Rockwood⁴⁾ bewiesen, dass die lösende Kraft der Taurocholsäure für Fettsäure recht beträchtlich ist.

1) Franz Volhard, Münchener med. Wochenschr. Nr. 5 u. 6. 1900.

2) Liebig's Annalen Bd. 65 S. 29. 1848.

3) Proc. Roy. Soc. vol. 9 p. 306. 1858.

4) Journal of Physiology vol. 21 p. 58.

Eine vierte Gruppe von Thatsachen fügten aber unserer Kenntniss die beiden englischen Forscher dadurch hinzu, dass nach ihrer Entdeckung in der Galle noch andere nicht näher bekannte Stoffe enthalten sind, welche eine viel stärker lösende Wirkung auf Fettsäuren ausüben als die Gallensäuren.

Warum nun, frage ich, macht die Natur aus dem in Wasser unlöslichen Fett vor der Resorption die in Wasser lösliche Seife und das in Wasser lösliche Glycerin? Warum schafft sie für die in Wasser unlöslichen fetten Säuren, die wegen Mangels an Alkali nicht in wasserlösliche Seifen übergeführt werden können, die Taurocholsäure, welche die fetten Säuren in Wasser löslich macht und warum, da die Taurocholsäure hierzu nicht ausreicht, noch andere Stoffe, welche das gleiche Ziel verfolgen? Es gibt hierauf keine andere Antwort, als dass das Fett als solches die Darmwand nicht durchdringen kann und dies erst vermag, nachdem es in Körper übergeführt ist, die in Wasser löslich sind. Strecker's Angabe, dass Neutralfett in Taurocholsäure löslich sei, hat sich nicht bestätigt; weder die gewöhnliche noch angesäuerte Galle scheint diese Fähigkeit zu haben. Merkwürdig genug, dass die Natur hier auf so verschlungenen Wegen vorgegangen ist, statt ein Lösungsmittel für das Neutralfett selbst zu schaffen.

Diese Betrachtungen führen zu dem Schluss, dass **alles** Fett aus der Darmhöhle nur in gelöster Form resorbirt werden kann.

Damit dies möglich sei, muss **alles** Fett in der Magen- und Darmhöhle gespalten werden, und es fragt sich, ob Gründe vorliegen, welche eine so gewaltige Arbeit anzunehmen berechtigen. Das scheint mir nun in der That der Fall zu sein und besonders in den Versuchen von Otto Frank¹⁾ eine Stütze zu finden. Dieser Forscher hat Hunde mit sehr grossen Mengen der Aethylester der fetten Säuren gefüttert und in dem milchweissen Chylus nach der Resorption keine Spur von Aethylester, sondern Neutralfett gefunden, das in den Epithelzellen durch Synthese entstanden sein musste. Da er die vollständige Resorption der gefütterten Fettsäureester nachgewiesen hat, muss die Gesamtmenge derselben noch in der Darmhöhle gespalten worden sein. Weshalb sollte dies also nicht auch für die Glycerinester möglich sein?

Sodann möchte ich die Aufmerksamkeit noch auf einen anderen Punkt lenken.

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 568.

Es ist bekannt, dass Tappeiner¹⁾, der gallensaure Salze in abgebundene Darmschlingen einführte, beobachtete, dass in dem Jejunum und Ileum, nicht aber in dem Duodenum eine Resorption von Gallensäuren stattfindet und dass in dem Jejunum von den zwei Gallensäuren nur die Glykocholsäure resorbirt wird. Also diejenige Gallensäure, welche die Fettsäuren löst, bleibt in der Darmhöhle und kann so unbegrenzte Mengen von Fettsäuren in Lösung überführen und die Resorption ermöglichen. Vielleicht vollzieht sich der Vorgang so, dass die mit der Fettsäure in die Cylinderzelle aufgesogene Taurocholsäure mit dem Alkali der resorbirten Seifen sofort in die Darmhöhle zurücksecernirt wird.

Die mitgetheilte Erklärung der Fettresorption macht verständlich, wesshalb die Galle eine so grosse Bedeutung für die Resorption der Fette hat und warum auch ohne Galle noch immer eine gewisse Menge von Fett verdaut und vom Darne aufgesogen werden kann.

Wir gelangen durch diese Darlegungen zu dem Schlusse:

Alle Verdauung sämmtlicher Nährstoffe, und zwar mit Einschluss der Fette, beruht auf hydrolytischer Spaltung, wodurch in wässrigen Flüssigkeiten lösliche Substanzen entstehen, welche den resorbirenden Zellen zur Verfügung gestellt werden.

Eine erhebliche Stütze findet die vorgetragene Anschauung über die Resorption des Fettes in folgender Thatsache. Wenn man keine Fette, sondern statt derselben die entsprechende Menge von Seifen oder fetten Säuren füttert, so hat das für die Ernährung annähernd denselben Werth wie bei Zufuhr reiner Fette. Bei der Prüfung des Chylus nach der Resorption von Seifen oder Fettsäuren findet sich dieselbe Flüssigkeit, als ob Fett gefüttert worden wäre, weil dasselbe in den Epithelien der Schleimhaut sofort wieder gebildet worden ist aus den Seifen oder den Fettsäuren.

Es ist für das mir in dieser Abhandlung gesteckte Ziel nicht nöthig, auf diese Verhältnisse näher einzugehen, welche durch die leitenden Gedanken von Wilhelm Kühne und den unter dessen Führung arbeitenden S. Radziejewsky²⁾ zuerst in die richtige

1) Wiener Sitzungsber. Bd. 77 (citirt nach Hammarsten, Lehrb. d. physiol. Chemie 1899 S. 320).

2) Virchow's Arch. 43 S. 268, 1868. Siehe auch A. Perewoznikoff, Centralbl. für d. med. Wissenschaften S. 851. 1876.

Bahn gelenkt worden sind. Auch ist in den wesentlichsten Punkten eine allgemeine Uebereinstimmung der Fachgenossen in dieser Frage erzielt worden.

Das über die Art der Resorption der Fette von mir Dargelegte war aber nothwendig. Wenn, wie ich hoffe, in Folge meiner Beweisführung die Schuppen von den Augen gefallen sein werden, wird man ja wohl wieder sagen, dass man sich die Sache niemals anders vorgestellt habe. Deshalb berufe ich mich zuerst auf einen Forscher, Immanuel Munk, der sich sehr viel selbst mit der Verdauung und Resorption der Fette beschäftigt hat. In seinem Lehrbuch der Physiologie (Aufl. 4 von 1897) heisst es (S. 199):

„Die weitaus umfangreichste Resorption, die Aufsaugung der „Nährstoffe geschieht im Darm. Wir haben oben es als das eigentliche Princip der Mechanik und Chemie der Verdauung hingestellt, „unlösliche Nährstoffe in Lösung überzuführen, ferner zwar lösliche, „aber in schwer angreifbaren Cellulosekapseln eingeschlossene Nährstoffe auszulaugen, endlich gewisse in wässrigen Lösungen aller „Art unlösliche Stoffe, wie die Fette und Oele z. Th. in wasserlösliche Form, Seifen überzuführen, z. Th. in feinste Tröpfchenform „zu vertheilen.“

Noch deutlicher spricht er sich aus S. 203:

„Indess, wie gross müssten wohl die Triebkräfte sein, um die „Fetttröpfchen durch den Leib der Epithelien zu treiben, und wie „unbedeutend ist demgegenüber der durch die Peristaltik gesetzte „Druck auf den Darminhalt! Leichter verständlich wird die Resorption im Darmcanal, wenn man sie mit Hoppe-Seyler als „Function der lebenden Protoplasmen der Zottenepithelien auffasst. „Gleichwie andere Protoplasmen (Amöben, Leukoeyten) feine „Fetttröpfchen aufnehmen und nach kürzerer oder längerer Zeit „wieder freigeben, so dürfte dies auch bei dem Protoplasma des „Zottenepithels der Fall sein. Die Zottenepithelien resorbiren, „wie auch die mikroskopische Beobachtung lehrt, das fein emulgierte Fett, wobei Bewegungen ihres Protoplasmas zur Beförderung „des Fettes aus den Zellen in das Zottenparenchym beitragen.

„Die unzweifelhaft die Fettresorption fördernde Wirkung der „Galle nach J. Levin, auch die des Pankreassaftes, ist dahin zu „deuten (!!! Ref.), dass jene Säfte auf die Epithelien einen Reiz „ausüben bzw. deren Protoplasma zu den für die Stoffaufnahme „erforderlichen Bewegungen anregen.“

Ferner (S. 203):

„Die Zottenepithelien vermögen nach J. Munk auch Fette und Fettsäuren aufzunehmen, selbst wenn dieselben bei der Temperatur des Körpers nicht flüssig, sondern nur von butterweicher Consistenz sind, wie z. B. den hochschmelzenden Hammeltalg und die noch höher schmelzenden Fettsäuren desselben (Schmelzpunkt 48 bez. 56 ° C.).“

Man kann mit Immanuel Munk und gleichem Rechte beweisen, dass der Rohrzucker von den Epithelzellen des Darmes in fester Form resorbiert wird, weil sein Schmelzpunkt noch weit höher als der der festen Fettsäuren liegt. Der Schmelzpunkt des Rohrzuckers ist aber ganz bedeutungslos für dessen Resorption, weil ein Lösungsmittel — das Wasser — da ist, welches ihn resorptionsfähig macht. So ist der Schmelzpunkt der festen Fettsäuren ganz gleichgültig für deren Resorption, weil auch hier ein Lösungsmittel — das mit Galle und Bauchspeichel gemischte — Wasser da ist, welches sie resorptionsfähig macht. Wir wissen ja, dass nach Strecker die Taurocholsäure, dass nach Marcet sowie nach Moore und Rockwood die Galle die festen Fettsäuren in erheblichem Maasse zu lösen vermag.

Noch ein Blick sei dem neuesten Lehrbuch der physiologischen Chemie von Olof Hammarsten (Aufl. 4, 1899) zugewandt.

„Als die unvergleichlich wichtigste Form für die Resorption des Fettes,“ so sagt Hammarsten S. 315, „betrachtet man allgemein die Emulsion, und eine solche findet man im Chylus nach Einführung nicht nur von Neutralfett, sondern auch von Fettsäuren in den Darm.“ Ferner (S. 315): „Die Annahme, dass das Fett hauptsächlich als Emulsion resorbiert werde, ist theils in dem reichlichen Vorkommen von emulgiertem Fett im Chylus nach Fettnahrung und theils darin begründet, dass man nach einer solchen Nahrung oft eine Fettemulsion in dem Darne findet.“

Das ist Hammarsten's Darstellung, obwohl er dann Zweifel äussert und die Arbeit von Moore und Rockwood „in hohem Grade der Beachtung werth“ findet.

Schon gut. Aber entweder geht der Stoff gelöst durch oder ungelöst. Nur das hat Sinn!

Kehren wir nunmehr zu der uns hier beschäftigenden Frage zurück, so muss ich die von mir und Anderen hervorgehobene Tatsache betonen, dass der Inhalt des Dünndarms während der Fett-

resorption eine auffallend dicke den Wänden anhaftende Schmiere darstellt. Heidenhain¹⁾ spricht von einem rahmartigen Ueberzug der Zotte, Immanuel Munk²⁾ von einem zähen der Wand anhaftenden Belag. Die Natur erstrebt also eine möglichst concentrirte, d. h. wasserarme Lösung, um die Fettsäuren lösende Wirkung der Taurocholsäure u. s. w. zu steigern. Die Gegenwart der Fette im Dünndarm veranlasst also eine gesteigerte Aufsaugung des Wassers und beseitigt dadurch die wasserreichen Kothentleerungen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass noch ein Umstand in Betracht kommt. Der giftige die Durchfälle erzeugende Stoff, welcher dem Pferdefleisch entstammt, wird in der dicken, rahmartigen Schmiere des Dünndarms während der Verdauung und Resorption des Fettes eingehüllt und die Zellen der Schleimhaut deshalb mehr oder weniger vor ihm geschützt.

Diese Erklärung wird auch herangezogen werden dürfen für die stopfende Wirkung der Amylacea, beziehungsweise des Reisbreies, die sich aber bei Weitem nicht mit der Stärke geltend macht, wie es bei der Zufuhr von Fett beobachtet worden ist. Vielleicht deshalb verständlich, weil die im Darm liegenden Amylacea eine grosse Masse von Wasser binden, also im Verdauungsrohre zurückhalten.

§ 6. Vorschriften für die Küche besonders im Hinblick auf belagerte Festungen.

1. Das Pferdefleisch wird in Brei verwandelt, auf 1 Kilo mit einem Zusatz von 25 g gemahlenem Nierenfett vom Ochsen oder Hammel versetzt und mit einer Mehlsauce als Hachée genossen.

2. Das Pferdefleisch wird in Scheiben geschnitten, in Wasser gar gekocht, die Brühe fortgegossen und das Fleisch mit einer fetten Sauce und Bier, Wein, Thee oder Kaffee genossen.

3. Das Pferdefleisch wird in Brei verwandelt und nach Zusatz von etwa 100 bis 200 g Reis nebst 25 g Ochsennierenfett auf 1 Kilo Fleisch auf Dampf gar gekocht.

4. Das Pferdefleisch wird gebraten mit reichlicher Menge von Nierenfett des Ochsen oder Hammels und mit fetter Sauce gegessen.

1) Dieses Archiv Bd. 43 Suppl.-Heft S. 88.

2) Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9 S. 573 und Virchow's Archiv Bd. 95 S. 445.
