

Zur Frage der Fettresorption.

Von

Immanuel Munk in Berlin.

(Der Redaktion zugegangen am 16. Juni 1885.)

Vor Kurzem hat Landwehr in dieser Zeitschrift¹⁾ einige, die Lehre von der Fettresorption betreffende Mittheilungen gemacht, die mir zu wenigen thatsächlichen Bemerkungen über den augenblicklichen Stand dieser gelegentlich auch von mir behandelten Frage²⁾ Anlass geben. Landwehr hat thierisches Gummi, das Fette schnell und gut emulgirt, in Pankreas³⁾ gefunden, wenigstens konnte er aus einzelnen «guten Pankreas» 1 gr. Gummi gewinnen, ebenso im Magensaft; weiter konnte er feststellen, dass beim Zusammentreffen von Galle und Mucin Gallenmucin gebildet und thierisches Gummi frei wird, welches sogleich vorzüglich emulgirende Eigenschaften entwickelt. Während nach ihm bei Galle, Mucin, Soda- und Seifenlösung es stets einer mechanischen Unterstützung für die Emulsionsbildung durch Schütteln etc. bedarf, erzielt man beim thierischen Gummi

1) Bd. IX, S. 361.

2) Virchow's Archiv, Bd. 95, S. 407.

3) Beiläufig beweist der Fund einer Substanz in einer Drüse noch nicht eo ipso auch das Vorkommen derselben im Drüsensekret, und normalen Pankreassaft hat Landwehr nicht untersucht. Ich erinnere nur daran, dass dieselbe Drüse, das Pankreas, in ihrer frischen Substanz nur das Zymogen, die Vorstufe des eiweisspaltenden Fermentes (Trypsin) enthält, während sich im Bauchspeichel kein Zymogen, sondern nur das Ferment findet; zudem braucht nicht jeder Bestandtheil der Drüse auch Bestandtheil des Sekretes zu sein.

dagegen stets eine reichliche Emulsion, die in nichts einer mit gutem pflanzlichen Gummi erzeugten nachsteht. Der erste Theil dieser Erfahrung steht in offenbarem Widerspruch zu der schönen Beobachtung von J. Gad¹⁾, nach der schon bei blosser Berührung von (auch nur eine Spur ranzigem) Oel z. B. Leberthran mit einer $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ procentigen Sodalösung, ohne weitere mechanische Kräfte, sich die schönste milchartige Emulsion bildet und zwar in solcher Menge, als man unter Anwendung äusserer mechanischer Kräfte erhalten würde. Von der Richtigkeit der Beobachtung von Gad kann man sich leicht überzeugen. Es ist zum Mindesten einseitig, das gute Emulgirvermögen des Darmchymus und Bauchspeichels nur dem thierischen Gummi zuzuschreiben²⁾, über dessen Gehalt im Saft und im Chymus und somit über den Umfang des Emulgirvermögens bisher keine quantitativen Angaben gemacht werden, und dabei die anderen drei Momente, welche anerkanntermassen die Emulsionsbildung begünstigen und deren Güte bedingen, ausser Acht zu lassen, einmal die Viskosität des Bauchspeichels in Folge des reichlichen Gehaltes desselben an Eiweiss³⁾, sodann den Gehalt an Alkalikarbonaten und -Phosphaten, und endlich den Gehalt an Seifen.

Ich hatte aus der Beobachtung, dass bei Verdauung von Neutralfett 10 - 12 % der gesammten im Dünndarmchymus enthaltenen Fettkörper (Aetherextrakt) aus freien Säuren besteht, welche denselben Bedingungen der Emulgirung unterliegen wie die Fette, während der auf die betreffende Fettfütterung entfallende Koth an freien Fettsäuren und Seifen nur sehr wenig enthält, an beiden zusammen nur etwa 1% der gefütterten Fettmenge, geschlossen, dass ein Theil des

1) Archiv für (Anatomie und) Physiologie, 1878, S. 181.

2) In dieser Hinsicht sagt Landwehr (a. a. O., S. 379): «Wir müssen vielmehr annehmen, dass durch die regulatorische Thätigkeit des Magens immer nur so viel Fett in den Darm tritt, als durch das vorhandene thierische Gummi emulgirt und schnell resorbirt werden kann.»

3) Das Verdauungsssekret des Hundes enthält nach Heidenhain (Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. X, S. 557) 6—10% feste Stoffe, darunter 5—9% organische, welch' letztere vornehmlich aus Eiweiss bestehen.

Nahrungsfettes im Dünndarm in Fettsäuren und Glycerin gespalten wird und dass von den so abgespaltenen Fettsäuren eine bis den achten Theil des Fettes betragende Quantität in Form freier Fettsäuren zur Resorption gelangt (welche letztere, wie frühere Versuche von mir gezeigt haben, weiterhin zu Neutralfett regenerirt werden). Landwehr gibt die Thatsache des Vorkommens freier Fettsäuren im Dünndarm zu, meint aber, man «könne ganz ungezwungen diese Fettsäuren als durch Fäulniss aus nicht zur Resorption gelangtem Fett abgespalten annehmen»; diese Fettsäuren «blieben liegen und würden als solche oder wohl zumeist in Form von Seifen mit dem Koth ausgestossen.» Er hat aber dabei übersehen, dass, wenn die Fettsäuren nur unresorbirt liegen bleiben und mit dem Koth ausgestossen werden, man dann doch die gesammte im Dünndarm angetroffene Menge von Fettsäuren auch im Dickdarm und im Koth vorfinden müsste, während, wie meine Bestimmungen, die übrigens in denen von Röhm¹⁾ und Friedrich Müller²⁾ Bestätigung finden, ergeben haben, nur kleine Antheile von Fettsäuren und Seifen, an beiden zusammen etwa nur 1% des verfütterten Fettes mit dem Koth heraustreten, somit also $\frac{1}{10}$ — $\frac{11}{12}$ der im Dünndarm vorfindlichen freien Fettsäuren zur Resorption gelangt sein müssen. Angesichts dieser Erfahrungen ist die Resorption des grössten Theils der freien Fettsäuren des Dünndarmchymus unmöglich zu läugnen. Darin stimme ich allerdings auf Grund meiner Befunde mit Landwehr überein, dass nicht alles Fett vor der Resorption gespalten wird, wie ich dies bereits klar und deutlich ausgesprochen habe³⁾; nach meinen Feststellungen dürfte die Fettspaltung im Darm für mindestens den 10. bis 8. Theil des Nahrungsfettes zutreffen, aber für diesen unbedingt, da anders die Befunde relativ beträchtlicher Mengen freier Fettsäuren im Dünndarm und nur geringer Mengen Fettsäuren und Seifen in dem nach Fettfütterung entleerten Koth nicht zu deuten sind.

1) Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. XIX, S. 530.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. XX, S. 364.

3) Virchow's Archiv, Bd. 95, S. 452.

Gegen die von mir wiederholt festgestellte Thatsache der guten Resorbirbarkeit fester Fettsäuren beim Hunde vermag der Versuch von Landwehr an sich selbst nur einen, so zu sagen, individuellen Werth in Anspruch zu nehmen, insofern er zeigt, dass grössere Mengen fester Fettsäuren vom Menschen gelegentlich nur mässig vertragen und ausgenutzt werden. Landwehr hat Gemenge von Oel-, Palmitin- und Stearinsäure genommen und immer «etwas Darmkatarrh» danach bekommen; stets konnte er einen grossen Theil der Säuren im Koth wiederfinden. Einmal kann diese Erfahrung eine rein individuelle sein; jedenfalls wäre es werthvoll gewesen, die Ausscheidung der Fettsäuren durch den Koth, dessen auf eine bestimmte Nahrung treffender Antheil, wie bekannt, sich nicht allzu schwer abgrenzen lässt, quantitativ zu verfolgen; Landwehr würde sich dann überzeugt haben, dass selbst sein, offenbar empfindlicher, Darm erhebliche Mengen von Fettsäuren resorbirt. Aus einer so unzulänglichen Beobachtung an einem einzigen Individuum sofort den Schluss zu ziehen, «dass beim Menschen die Verhältnisse der Resorption der Fettsäuren anders liegen als beim Hunde», ist zum Mindesten gewagt. Aber selbst wenn Landwehr durch ausgedehntere und die quantitative Seite der Frage berücksichtigende Versuche gezeigt hätte, dass, im Gegensatz zu den Feststellungen beim Hunde, feste Fettsäuren vom Menschen innerlich genommen weder gut vertragen, noch gut resorbirt werden, würde sich daraus noch kein bindender Schluss für die Frage der Fettresorption ergeben. Denn es ist etwas ganz Anderes, wenn grössere Mengen einer Substanz auf einmal aufgenommen werden, als wenn im Dünndarm von dem in dasselbe nach und nach in kleinen Portionen aus dem Magen hineingelangenden Fett Bruchtheile gespalten werden, so dass sich immer nur geringe Quantitäten freier Fettsäuren darin befinden, deren Resorption so umfangreich erfolgt, dass nur $\frac{1}{12}$ bis höchstens $\frac{1}{10}$ der überhaupt gebildeten Fettsäuren sich der Resorption entzieht.

In meiner mehrfach angezogenen Arbeit habe ich immer nur von der theilweisen Spaltung der Fette gesprochen und

bin geflissentlich, aus Mangel diesbezüglicher stringenter Beweise, der Frage aus dem Wege gegangen, ob diese nachweisbar erfolgende Spaltung dem fettspaltenden Ferment des Pankreassaftes oder den im Darm sich abspielenden Fäulnisprozessen zu verdanken ist. Landwehr entscheidet sich kurzer Hand dahin, dass er sich (gegen eine normale Fettspaltung und wohl auch) gegen ein eigentliches fettspaltendes Ferment im Pankreas aussprechen müsse und dass im Darm vorfindliche freie Fettsäuren den Fäulnisprozessen ihre Entstehung verdanken. Der zumeist hierfür angeführte Grund, dass nämlich in Gemischen von Bauchspeichel mit organischen Stoffen, zumal bei alkalischer Reaktion, so leicht Fäulnisprozesse auftreten, erscheint allein nicht stichhaltig. Denn wie Grützner¹⁾ gezeigt hat, erfolgt die Fettspaltung auch in schwach alkalischen Glycerinauszügen des Pankreas, die ca. 90% reines Glycerin enthalten, in so kurzer Zeit, dass, zumal bei der Concentration des Glycerin, eine Fäulnis nicht wohl auftreten kann. Ebenso dürften, soweit im Dünndarm die Reaktion sauer ist — und beim Hunde ist dies nicht selten durch den ganzen, sicher durch drei Viertel des Dünndarms der Fall — wohl kaum Fäulnisprozesse sich geltend machen. Ein Theil dieser im Dünndarm vorfindlichen, $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ der Gesamtmenge an Fettkörpern (Fett, Cholesterin, Lecithin) betragenden freien Fettsäuren mag der Fettspaltung durch den Bauchspeichel seine Entstehung verdanken, ein kleiner Theil mag schon als solcher aus dem Magen hineingelangt sein, hat doch Cash²⁾ (in C. Ludwig's Laboratorium) gezeigt, dass bei Fütterung mit Neutralfett sich schon im Magen des Hundes Fettsäuren finden, demnach also die Fettspaltung bereits im Magen beginnt und im Dünndarm einen grösseren Umfang erreicht.

Auch bezüglich der thatsächlichen Verhältnisse der Reaktion des Darmchymus kann ich mich, nach meinen Beobachtungen am Hunde, mit Landwehr nicht einver-

¹⁾ Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. XII, S. 285.

²⁾ Archiv für (Anatomie und) Physiologie, 1880, S. 323.

standen erklären. Soweit aus dessen Darstellung zu erschliessen ist, scheint Landwehr der Meinung zu sein, dass nicht weit unterhalb der Einmündung des Gallenganges in den Dünndarm die Reaktion neutral wird. «Bald», sagt er¹⁾, «wird die Reaktion neutral, der Darmchymus bekommt ein milchiges Aussehen und wird, wie die mit Chylus gefüllten Lymphgefässe zeigen, resorbirt.» Nun habe ich aber bereits vor 5 Jahren²⁾ und unabhängig von mir und ziemlich gleichzeitig Cash darauf aufmerksam gemacht, dass bei Fleisch- und Fettfütterung der Dünndarmchymus oder besser der Wandbelag der Dünndarmschleimhaut (einen eigentlichen flüssigen oder breiigen Dünndarminhalt findet man in der Norm nicht) stets saure Reaktion zeigt und frühestens etwa 10 Zoll unterhalb des Pylorus neutral wird und bis zum Blinddarm auch neutral bleibt und nur in Ausnahmefällen im untersten Theile des Ileum ganz schwach alkalisch wird. Cash hat sogar den gesammten Dünndarmchymus von saurer Reaktion gefunden. Dass im grössten Theil des Dünndarms beim Hunde noch saure Reaktion besteht, ist leicht verständlich. Wie Bidder und Schmidt³⁾ zuerst festgestellt haben und seitdem wiederholt bestätigt worden ist, enthält der reine (speichelfreie) Magensaft des Hundes bei Fleischfütterung im Mittel 3,76 HCl, der speichelhaltige Magensaft 2,3 HCl pro mille, ist also von sehr erheblicher Acidität, somit muss auch der aus dem Magensaft in das Duodenum übertretende Chymus einen beträchtlichen Säuregehalt besitzen. Nun ist die Reaktion des aus Gallen fisteln frisch aufgefangenen Leberssekrets fast immer neutral und nur die der in der Gallenblase stagnirten Galle alkalisch gefunden worden; also wird durch die in den Darm ergossene Galle die Acidität des Chymus nur wenig abnehmen können, etwa in dem Verhältniss, als durch die Galle eine Verdünnung des Chymus bewirkt wird, nur dass beim Zusammentreffen der Galle mit

1) A. a. O., S. 376.

2) Virchow's Archiv, Bd. 80, S. 32.

3) Verdauungssäfte und Stoffwechsel, 1852, S. 47.

dem Chymus die Salzsäure des letzteren vom Alkali der gallensauren Salze gebunden und so die Gallensäuren frei werden, so dass der Dünndarmchymus statt der Salzsäure freie Gallensäure enthält. Nun besitzt der Bauchspeichel allerdings eine, durch kohlensaure und phosphorsaure Alkalien bedingte, stark alkalische Reaktion, allein nach allen zuverlässigen Beobachtern, insbesondere Bidder und Schmidt¹⁾, N. O. Bernstein²⁾, sowie Heidenhain³⁾, beträgt die Ausscheidungsgrösse dieses Verdauungssaftes, selbst auf der Höhe der Verdauung und bei grossen Hunden, nur etwa 1½ bis 2½ gr. pro Stunde, so dass bei der absoluten und relativen Kleinheit dieser Abscheidung es begreiflich wird, dass die Acidität des Dünndarmchymus nur ganz allmählig bis auf Null, bis zur neutralen Reaktion absinkt, und es somit durchaus nicht wunderbar ist, wenn in Folge der durch Fleischnahrung angeregten reichlichen Sekretion von Magensaft und der dadurch bedingten starken Acidität des Chymus derselbe noch bis an's Ende des Dünndarms schwach sauer oder höchstens neutral reagirt. In Folge der sauren Reaktion des Chymus sind in demselben die Fette nicht emulgirt; bei mikroskopischer Untersuchung des Belages der Dünndarmschleimhaut findet man, zum Mindesten in den oberen zwei Dritteln des Dünndarms, im Chymus, wie dies auch Cash beobachtet hat, noch grosse Fetttropfen, die um das Vielfache grösser sind als die in einer Fettemulsion. Und doch sieht man von den Partien des Dünndarms, deren Chymus sauer reagirt und in denen das Fett in grossen Tropfen, nicht emulgirt umherschwimmt, mit weissem Chylus gefüllte Lymphgefässe durch das Mesenterium ziehen, zum Beweise, dass die Resorption nicht emulgirten Fettes bzw. Fettsäuren zu Stande kommt, auch bei saurer Reaktion des Chymus. Da also fast ausnahmslos sich die Fette des Dünndarm-

1) A. a. O., S. 244.

2) Berichte der sächs. Gesellsch. d. Wiss., Math.-physik. Classe, 1869, S. 97.

3) Handbuch der Physiologie, Bd. V, 1. Theil, S. 182.

chymus im nicht emulgirten Zustande finden, so hat der Befund des an sich gut emulgirenden thierischen Gummi im Magen- und Darminhalt keine wesentliche Bedeutung, ist doch die von Landwehr als so vorzüglich hingestellte Emulgirungsfähigkeit des Gummi hier, offenbar in Folge der sauren Reaktion des Chymus, nicht realisirt. Für das Verständniss der unzweifelhaft erfolgenden Resorption von Fetten bezw. Fettsäuren bei saurer Reaktion des Chymus bleibt nur übrig, auf Zellen, welche die Resorption besorgen, zu recurriren, wie ich dies auch für die schwer schmelzbaren Fette (Hammelfett und deren Säuren), welche bei Körpertemperatur nur von salbenähnlicher Consistenz sind, angedeutet habe. Während man bis vor Kurzem nach Hoppe-Seyler die Cylinder-epithelien des Dünndarms die emulgirten Fette aufnehmen liess, haben die interessanten und leicht zu bestätigenden Beobachtungen von Zawarykin¹⁾, sowie von Wiedersheim²⁾ den Vorgang dahin aufgeklärt, dass die fettfreien Lymphzellen aus dem adenoiden Gewebe der Darmschleimhaut sich nach dem Epithel zu bewegen, um dort Fett aufzunehmen und dann mit Fett erfüllt durch die Lücken zwischen den Basalsäumen des Cylinderepithels in das Zellenparenchym zurückzukehren und in die Chyluskanäle zu gelangen. Für die mit amöboider Bewegung begabten und für aktive Stoffaufnahme befähigten Lymphzellen dürfte es, so äusserte ich mich bereits³⁾, keinen wesentlichen Unterschied bedingen, ob das Fett bezw. die Fettsäuren flüssig oder nur von butterweicher Consistenz sind. Auf Grund des Befundes von chylösen Darmlymphgefässen bei saurer Reaktion des Darmchymus müsste man annehmen, dass die amöboiden Lymphzellen Fett bezw. Fettsäure aufnehmen können, auch wenn dasselbe nicht emulgirt ist.

1) Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. XXXI, S. 231; bestätigt von Preusse, Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierheilkunde, Bd. XI, Heft 3.

2) Festschrift der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Freiburg, 1883, 18 S.

3) Virchow's Archiv, Bd. 95, S. 436.

Soweit das Thatsächliche zur Frage der Fettresorption. Alles in Allem kann gegenüber den thatsächlich vorliegenden Verhältnissen, wie sie im Vorstehenden kurz dargelegt sind, nicht zugegeben werden, dass der Befund von thierischem Gummi im Magen- und Darminhalt, so interessant er an sich ist, für die Frage der Fettresorption als ein wesentlicher Faktor sich verwerthen lässt, ist er doch, wie gezeigt, nicht im Stande, die für das Verständniss dieses Vorganges bei den Carnivoren (und vermuthlich auch beim Menschen) noch bestehenden Schwierigkeiten zu heben oder auch nur sichtlich zu vermindern.