

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Wien.)

**Bemerkungen zur vorstehenden Abhandlung
von Dr. L. Hofbauer „Ueber die Resorption
künstlich gefärbter Fette“.**

Von

Sigm. Exner,

Professor der Physiologie in Wien.

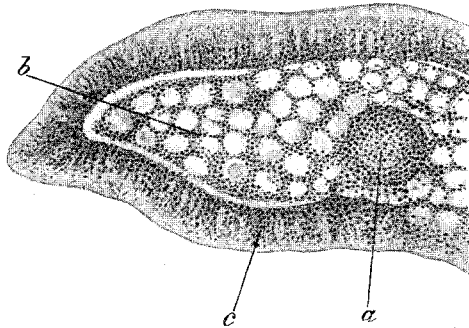
(Mit 1 Textfigur.)

Bei physiologischen Fragen sind wir selten in der glücklichen Lage, mit absoluten Wahrheiten antworten zu können; das geht aus den mit den Jahrzehnten wechselnden Anschauungen über mancherlei wichtige Angelegenheit hervor und wird durch die nur zu häufigen Controversen verschiedener Forscher über einen und denselben Gegenstand illustriert. Wir haben es vielmehr in der Regel nur mit Wahrscheinlichkeiten zu thun, und wenn wir eine Anschauung vertreten, so geschieht es nicht immer, weil wir sie sicher für zutreffend, sondern in der Regel, weil wir sie mit grösserer Wahrscheinlichkeit für die zutreffende halten als die entgegengesetzte; dies auch dann, wenn wir von sogenannten Beweisen sprechen. Es sind das dann Beweise in demselben Sinne wie die Beweise in der Justizpflege, die doch strenggenommen nur als Wahrscheinlichkeitsgründe zu betrachten sind.

So habe ich es immer für wahrscheinlich gehalten, dass Fett zum Theil unverseift resorbirt wird, da ich seit den sechziger Jahren eine Anzahl von im Wiener physiologischen Institute durchgeführten Untersuchungen über die Wege der Resorption verfolgte¹⁾, dabei immer wieder auf Erscheinungen stiess, welche diese Anschauung stützten, insbesondere da ich die speciell der Fettresorption gewidmeten Studien meines Collegen S. v. Basch im Laboratorium

1) S. v. Basch, Sitzber. d. Wiener Akademie d. Wissensch. Bd. 51. — E. Brücke, ebenda Bd. 59 Abth. 2. — v. Basch, ebenda Bd. 62. — E. Brücke, ebenda Bd. 65 Abth. 3. — F. v. Winiwarter, ebenda Bd. 74 Abth. 3.

miterlebt und seine Präparate seit jener Zeit durch viele Jahre in den Vorlesungen demonstriert habe. Sie zeigten mikroskopische Schnitte durch Darmzotten, in deren centalem Zottenraum, Parenchym und Epithelzellen sich die überaus zahlreichen, feinen Fetttröpfchen, durch Osmiumsäure schwarz gefärbt, vorfanden. Da die später von mancher Seite gegebenen Abbildungen¹⁾ solcher fettführender Epithelzellen die Vorstellung von zu grossen Fetttropfen erwecken, reproducire ich (siehe folgende Figur) ein Stück einer Abbildung aus der letztgenannten Untersuchung. Sie zeigt die mit Osmiumsäure gefärbten Fetttröpfchen im Querschnitte einer Darmzotte des Igels [a) centraler Zottenraum; b) Zottenparenchym; c) Epithelschicht]. An den Epithelzellen gewahrt man die kleinsten Fett-



tröpfchen innerhalb des dem Darmlumen zugewendeten Antheiles. Sie setzen sich offenbar, indem sie die Zelle passiren, allmähig zu grösseren Tropfen zusammen. Noch grössere Tropfen aber als die in der Abbildung sichtbaren dürften in der Regel Leichenerscheinung sein, d. h. auf einem Verschmelzen der Tropfen nach dem Tode beruhen, und die den Saum passirenden Tröpfchen im Leben noch geringere Dimensionen haben, als auch nach dieser Abbildung zu erwarten wäre. Wer derartige Zellen und Emulsionen oft gesehen hat, kann nicht daran zweifeln, dass die Grösse der Tröpfchen oft unter die Grenze der Sichtbarkeit auch für die stärksten Mikroskope sinkt, so wie die heute allgemein käufliche flüssige Tusche den

1) Heidenhain, dieses Archiv Bd. 43 Suppl. Taf. IV., und schematisch wiedergegeben von E. Pflüger, ebenda Bd. 82 S. 310.

grössten Theil der Körnchen nicht mehr erkennen lässt. Denselben Eindruck vom Verhalten des Fettes zur Epithelzelle hatte wohl auch Heidenhain, denn er sagt¹⁾: „Es versteht sich von selbst, dass die Aufnahme in die Zellen nur in kleinsten Tröpfchen erfolgt, welche bei ihrer Weiterbeförderung im Protoplasma eben zu grösseren Tropfen zusammenfliessen können.“ Doch hebt Heidenhain hervor, auch noch in lebenswarmen Zellen des Mäusedarmes bedeutend grössere Tropfen gesehen zu haben, deren Entstehung aus kleinen Tropfen er vor die Tödtung verlegt.

Ja, v. Basch hatte schon damals festgestellt, dass man unter günstigen Verhältnissen die Fetttröpfchen auch im Stäbchensaum der Epithelzellen zu sehen bekommt, — ein Umstand, der, wie ich aus verschiedenen Aeusserungen namhafter Autoren entnehme²⁾, in Vergessenheit gerathen zu sein scheint, wesshalb ich nicht unterlassen will, jene Stelle hier wörtlich anzuführen:

„Das Fett dringt in feinen Tröpfchen durch den Stäbchensaum hindurch in den Protoplasmakörper der Epithelzellen. Hiervon überzeugte ich mich an Dünndarmepithelzellen von Kaninchen und Ratten. In ausgezeichneter Weise sah ich namentlich an dem Epithel eines zu Beginn der Resorption getödteten Kaninchens den vollständig erhaltenen Zellsaum, an dem — wie dies ja schon Brettauer und Steinach hervorgehoben — die Streifung wenig kenntlich ist, von Fetttröpfchen erfüllt, die in regelmässigen, der Breite der Stäbchen ungefähr entsprechenden Abständen in demselben eingelagert erscheinen. In einigen Zellen sah man den Saum seiner ganzen Länge nach von nur einer dem Zellenrande anliegenden Reihe von Fetttröpfchen durchsetzt, in anderen Zellsäumen sah ich die Fetttröpfchen in zwei oder mehreren, die Länge des Saumes nur theilweise erfüllenden Reihen angeordnet, in einigen schliesslich erschienen die Fetttröpfchen unregelmässig vertheilt. Die genaue Einstellung entschied, dass in allen diesen Fällen von einer blossen Auflagerung der Fetttröpfchen nicht die Rede sein kann. Denn stellte ich für den Zellsaum ganz scharf ein, so sah ich gleichzeitig in sehr deutlich ausgeprägten Contouren die Fetttröpfchen. Die Ebene, in der die

1) l. c. S. 92.

2) Heidenhain und viele Andere, die sich mit der Fettresorption beschäftigt haben, machen keine Erwähnung davon; auch E. Pflüger ist die Angabe augenscheinlich entgangen.

Fetttröpfchen liegen, fällt also mit der Einstellungsebene des Saumes, dem optischen Durchschnitt derselben zusammen.“

Wer weiss, mit welcher peinlichen Gewissenhaftigkeit E. Brücke solche, die feinste mikroskopische Beobachtung erfordernde Feststellungen am Präparate selbst prüfte, ehe er die Aufnahme derselben in eine Publication seines Institutes gestattete, wird nicht daran zweifeln, dass die Fetttröpfchen wirklich zwischen den Stäbchen des Zellsaumes gelegen waren.

Als die Behauptung, alles Fett werde vor der Resorption in lösliche Form übergeführt und später wieder regenerirt, an Boden gewann, musste ich mir sagen: Wenn man einerseits die Fetttröpfchen (vielleicht waren es auch Fettsäuretröpfchen) im Darminhalte, im Stäbchensaum, im Protoplasma der Epithelzelle u. s. f., endlich in den Chylusgefässen sieht, ist es da nicht wahrscheinlicher, dass sie alle Tröpfchen derselben Provenienz sind und man sie zuerst vor der Resorption, sodann an jedem Punkte ihres Weges angetroffen hat, als dass den Tröpfchen, die man im Innern des Darmes sieht, noch das Schicksal bevorsteht, aufgelöst zu werden, und die hart daneben gelegenen Tröpfchen im Saume oder auch in der Zelle schon wieder aus dieser Lösung ausgeschieden, also regenerirt sind? Es gibt keine auch nur ein Tausendstel eines Millimeters breite Zone auf dem Wege der Fetttröpfchen, innerhalb welcher sie nicht gesehen und beschrieben worden sind, und doch soll man glauben, dass alle vor dieser durch nichts kenntlichen Zone gelegenen Tröpfchen noch der Auflösung harren, alle hinter derselben gelegenen schon wieder neu gebildet sind? Gibt es irgendwo in der ganzen Mikroskopie ein lückenfreieres Nebeneinander, das uns erlaubt, auf ein Nacheinander zu schliessen? Hat man nicht unzählige Male gesehen, dass Tröpfchen oder sogar feste Partikeln von Zellen aufgenommen worden sind? Warum sollten diese Tröpfchen nicht aufgenommen werden, da doch das Protoplasma nach allgemeiner Anschauung die Fähigkeit besitzt, sie zu beherbergen, nach dem Zottenparenchym weiter zu befördern und auszustossen? Gewiss wird bei dem ganzen Vorgang ein Theil des Fettes gespalten; es sind ja die Fettsäuren zur Bildung der Emulsion nothwendig¹⁾; gewiss werden auch Seifen gebildet, da auch sie die Emulsionirung fördern²⁾ schon wegen der enormen Ver-

1) Gad, Du Bois-Reymond's Archiv 1878.

2) G. Quincke, dieses Archiv Bd. 19.

minderung der Oberflächenspannung¹⁾; was berechtigt uns aber zur Behauptung, dass alles Fett gespalten wird; dass die „sparsame Natur“ die ganze Arbeit des Fettsplattens vornimmt, um sie, nachdem die Spaltungsproducte einen Weg von wenigen Mikren zurückgelegt haben, wieder rückgängig zu machen? Ja, es ist nicht einmal eine Strecke von wenigen Mikren, für welche die Umwandlung geschehen soll, denn die Tropfen liegen ja schon im Stäbchensaum. Und würden sie auch nicht im Innern des Saumes gesehen worden sein, so beträgt ja seine ganze Breite nur 2—3 μ .

Anstatt sich so seine Anschauung, allerdings nur auf Wahrscheinlichkeiten hin, ich möchte sagen nach dem, was man unmittelbar sieht, zu gestalten, soll man sich nach der gegen-theiligen Ansicht vorstellen, auf dem ganzen sichtbaren Wege der Fetttropfen bestehe irgendwo eine unsichtbare ideale Grenze, bei deren Ueberschreitung dieselben eine gänzliche Umwandlung erfahren haben. Ich kann nicht umhin, die erstere Auffassung für die wahrscheinlichere zu halten.

Dabei sehe ich ganz ab von den Angaben Thanhoffer's²⁾, der erklärt, gesehen zu haben, dass die Epithelzellen mittelst beweglicher Protoplasmafortsätze gleichsam nach dem Darminhalte lecken und die Fetttröpfchen so in das Protoplasma befördern.

So stand für mich die Angelegenheit, als ich in der Hoffnung, etwas zur Klärung derselben beizutragen, Herrn Dr. L. Hofbauer aufforderte, einen in Fett löslichen Farbstoff ausfindig zu machen, der bei der Verseifung ausfällt, so gefärbtes Fett zu verfüttern und dann das Fett der Chyluswege auf seine Farbe zu prüfen. Da hat sich nun in der That gezeigt, dass die mit Alcannaroth gefärbte Butter in den Darmzotten in Form rothbrauner Fetttropfen gefunden wird, obwohl der Farbstoff bei Verseifung dieser Butter als blauer, im Darmsaft merklich unlöslicher Farbstoff ausfällt.

E. Pflüger hat gegen die Beweiskraft dieses Versuches Einspruch erhoben, und L. Hofbauer bekämpft in der vorstehenden Abhandlung die Berechtigung dieses Einspruches.!

Ich muss auch in Bezug auf diesen Versuch wiederholen, dass von einem strikten Beweis nicht die Rede sein kann; wohl aber

1) Vgl. E. Brücke, Sitzber. d. Wiener Akademie d. Wiss. Bd. 79 Abth. 3.

2) Beschreibung und Abbildung in Thanhoffer's Vergleichender Physiologie u. Histologie. Stuttgart 1885 S. 180.

scheint mir die Wahrscheinlichkeit der von uns vertretenen Anschauung durch denselben wesentlich gesteigert. Man kann die Hypothese aufstellen, dass der blaue Farbstoff, den Hofbauer durch die Verseifung der Alcannabutter in vitro erhielt, sei es wegen der angewendeten Alkalien, sei es wegen der Art der Emulgirung, andere Eigenschaften hat als der bei der Verseifung im Darmlumen freiwerdende Farbstoff; man kann die Hypothese aufstellen, dass letzterer leicht löslich ist, obwohl der erstere sich in keinem in Betracht kommenden Lösungsmittel des Darmsaftes, ja nicht einmal in Aether, in merklichem Maasse löst; ja, man kann die Hypothese aufstellen, dass dieser im Darm aus dem Fette freigewordene Farbstoff ein so vorzügliches Lösungsvermögen besitzt, dass er sofort als Lösung resorbirt wird, sich zwar durch seine blaue Färbung nirgends verathend in den Darmzotten angelangt, trotz des vortrefflichen Lösungsmittels, in dem er sich befindet, alsbald wieder in die ebenda befindlichen Fetttropfen, daselbst rothe Farbe annehmend, übergeht, und zwar mit einer solchen Affinität, dass die Fetttropfchen merklich dieselbe Farbensättigung zeigen wie vor der Resorption. Ja, bei einer neuerlichen Wiederholung des Versuches konnte ich nicht zweifeln, dass auch die kleinen Fetttropfchen im Innern der Epithelzellen die Rothfärbung zeigen; man müsste also annehmen, dass schon in der Epithelzelle der Farbstoff so reichlich wieder in das neugebildete Fett eingetreten ist.

Abermals muss ich fragen: Ist nicht die Deutung die wahrscheinlich richtige, welche sich direct an das hält, was man sieht, im Gegensatze zu der, welche, um das Gesehene zu verstehen, eine solche Reihe von Hypothesen aufstellen muss? Es gibt gar keine Erfahrung, die dafür spräche, dass der im Darm durch Verseifung frei gewordene Farbstoff sich anders verhält als der durch denselben Process in vitro ausgeschiedene, geschweige denn irgend etwas, was es gerechtfertigt erscheinen liesse, geradezu entgegengesetzte Löslichkeitsverhältnisse vorauszusetzen¹⁾.

Noch in anderer Weise könnte man sich den Hofbauer'schen Versuch deuten, ohne die Resorption unverseifter Fette annehmen

1) Diese Löslichkeit ist in der vorstehenden Abhandlung Hofbauer's nach allen für die Verdauungsvorgänge in Betracht kommenden Richtungen eingehend erörtert, und es kommt dabei nicht in Betracht, dass Alcannabutter, mit starker Kalilauge behandelt und filtrirt, eine blaue Lösung gibt.

zu müssen. Man könnte sagen: der bei Verseifung ausfallende blaue Farbstoff, der zwar, mit normalem Darmsaft oder mit Galle oder Pankreasextract versetzt, auch bei den verschiedensten Graden alkalischer und saurer Reaction noch nach Tagen keine Spur von Lösung oder Umwandlung in rothen Farbstoff zeigt, fände doch im lebenden Darm solche Säuregrade, dass er in rothen Farbstoff übergeführt wird. Weiter könnte man annehmen: der so entstandene rothe Farbstoff, der sich in normalem Darmsaft oder in frischer Galle zwar als recht schwer löslich erweist (siehe die vorstehende Abhandlung Hofbauer's), finde im lebendigen Darm ein so ausgezeichnetes Lösungsmittel, dass er sofort als saure Lösung in die Darmzotten eindringt, trotz der alkalischen Reaction der Gewebeflüssigkeit, vermöge irgend einer räthselhaften Action, nicht als blauer Farbstoff ausgefällt wird, vielmehr hier sein vortreffliches Lösungsmittel als rother Farbstoff sogleich wieder verlässt und in die Fetttropfen übergeht.

Diese für die Gegner unserer Anschauung zur Erklärung der Rothfärbung des resorbirten Fettes im Hofbauer'schen Versuche nöthigen Hypothesen scheinen mir so kühn, dass sich meine Denkwiese dagegen sträubt. Dazu kommt, dass Lösungen bekanntermaassen resorbirt werden aus der Harnblase, aus dem Magen, dem Dickdarm u. s. w., Fette aber in nennenswerthem Maasse nur aus dem Dünndarm. Lösungen gehen also durch allerlei Epithelien, Fette in grösserer Quantität speciell durch das Dünndarmepithel; sollte es da Zufall sein, dass gerade nur das Dünndarmepithel jenen eigenthümlichen, in seinem Aussehen vielfach wechselnden Saum besitzt, der bei seiner Zusammensetzung aus pallisadenartig nebeneinander gestellten lebendigen Stäbchen doch wohl die Bedeutung eines nach Umständen auslesenden Siebes haben muss. Sollte dieses Sieb nicht in Beziehung zu dem Nahrungsmittel stehen, dessen Resorption wesentlich im Dünndarm geschieht? Wozu hätte gerade der genannte Darmabschnitt die besonderen Siebeinrichtungen, wenn auch das für ihn spezifische Nahrungsmittel, wie die anderen, in Lösung resorbirt würde?

Ich weiss wohl, dass dies alles nur Wahrscheinlichkeitsgründe sind, und würde von denselben nicht sprechen, wenn ich auf der anderen Seite einen wirklichen Beweis sehen würde. Ich sehe aber auch dort nur Wahrscheinlichkeitsgründe. Denn selbst wenn Jemandem der Nachweis gelungen wäre, dass in diesem und jenem speciellen

Falle alles Fett vor der Resorption gespalten oder verseift worden ist, so würde damit noch lange nicht erwiesen sein, dass dem immer oder auch nur in der Regel so ist; ja, es könnte bei den gewöhnlichsten Fettfütterungen anders sein. Und der sehr schön ausgedachte Versuch von Henriques und C. Hansen¹⁾ zeigt doch wohl nur von Neuem, dass die Natur mancherlei Kunstgriffe anwendet, um von dem Säftestrom des thierischen Körpers gänzlich unverwendbare Substanzen, wie Paraffin u. dergl., fernzuhalten.

Zu den vorstehenden Bemerkungen bestimmt mich der ausgesprochene Wunsch Dr. Hofbauer's, sich in seiner Mittheilung ausschliesslich auf die Abwehr der von E. Pflüger gegen seinen Versuch vorgebrachten Einwände zu beschränken, während es mir doch wünschenswerth schien, die Angelegenheit von allgemeineren Gesichtspunkten aus zu beleuchten.

1) Centralbl. f. Physiologie vom 29. September 1900 S. 340.
