

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Bonn.)

## Fortgesetzte Untersuchungen über die Resorption der künstlich gefärbten Fette.

Von

**E. Pflüger.**

### Inhalt:

	Seite
I. Entwicklung der Streitfrage . . . . .	1
II. Grübler's Alcanin ist in Seifen löslich . . . . .	5
III. Wodurch L. Hofbauer bei Prüfung der Löslichkeit des Alcanins in Seifen getäuscht wurde . . . . .	12
IV. Grübler's Alcanin ist in Galle löslich und die Gründe, wesshalb L. Hofbauer dies nicht erkannte . . . . .	26
V. Sigmund Exner's Beweisführung wird untersucht . . . . .	47

### I. Entwicklung der Streitfrage.

Vor Kurzem sind wiederum Arbeiten über das Wesen der Fettresorption aus dem Wiener physiologischen Institute gegen mich veröffentlicht worden.

Die eine Untersuchung ist von Ludwig Hofbauer<sup>1)</sup> durchgeführt und stützt sich auf Experimente über künstlich gefärbte Fette.

Die zweite Untersuchung von Professor Sigmund Exner<sup>2)</sup> selbst behandelt von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus die Schlussfolgerungen, welche aus Ludwig Hofbauer's Arbeit gezogen werden können.

Dr. Ludwig Hofbauer hatte bekanntlich in seiner ersten diesen Gegenstand behandelnden Arbeit<sup>3)</sup> im Wiener physiologischen

1) Ludwig Hofbauer, Ueber die Resorption künstlich gefärbter Fette. Dieses Archiv Bd. 84 S. 619.

2) Sigmund Exner, Bemerkungen zur vorstehenden Abhandlung von Dr. L. Hofbauer „Ueber die Resorption künstlich gefärbter Fette“. Dieses Archiv Bd. 84 S. 628.

3) Dieses Archiv Bd. 81 S. 263.

Institut nach einem neuen, sinnreichen Versuchsplane, der, wie wir jetzt erfahren, von Prof. Sigmund Exner<sup>1)</sup> herrührt, die Streitfrage zu lösen unternommen, ob das Fett ungelöst, d. h. in der Form der Emulsion aus der Darmhöhle resorbirt werden kann oder nicht.

„Wenn,“ so meinte Hofbauer, „das Nahrungsfett im „Darme in wasserlösliche Form gebracht werden muss, um resorbirt „zu werden, so wird bei Verfütterung eines mittelst wasserunlöslicher „Tinctiionsmittel gefärbten Fettes anlässlich dieser Umwandlung im „Darm der Farbstoff ausfallen, mithin das in den Chyluswegen vor- „findliche Fett farblos sein müssen. Kann hingegen dasselbe auch „unverändert die Darmwand passiren, so wird mit demselben der „darin gelöste Farbstoff resorbirt und daher gefärbtes Fett in den „Chyluswegen auftreten. Diesen Bedingungen der Löslichkeit im „Fett bei völliger Unlöslichkeit im Wasser entsprechen die beiden „Farbstoffe: Alcannaroth und Lackroth A.“

Als Hofbauer Thiere mit Butter, die durch Alcanna- oder Lackroth A roth gefärbt war, fütterte und einige Stunden später tödtete, enthielten die Zotten und Chylusgefäße des Dünndarms eine Emulsion roth gefärbter Fetttropfen, ohne dass jemals ungelöste Farbstoffkrümelchen entdeckt werden konnten.

Hofbauer<sup>2)</sup> glaubte sich deshalb zu folgenden Erörterungen berechtigt:

„Das in den Chyluswegen aufgefundene, gefärbte Fett konnte „wohl nur als Emulsion aus dem Darmlumen aufgenommen werden; „denn der vor der Resorption verseifte Antheil des Fettes konnte „nach seiner Synthese in der Darmwand keinen Farbstoff enthalten, „da bei der Ueberführung des Fettes in wasserlösliche Form der „Farbstoff ausfallen musste.

„An eine separate Resorption der Farbstoffbröckel aber ist nicht „zu denken. Hatten schon die Versuche früherer Autoren die Un- „durchlässigkeit des Darmes für feinvertheilte Partikel (Kohlen, „Tusche, Carmin) ergeben, so konnte ich durch eigene Versuche „dies nochmals bestätigen. Bei denselben mengte ich Hunden ziem- „lich reichliche Mengen von Kienruss in das Futter; trotz mehr- „tägiger Fütterung konnte ich bei den auf der Höhe der Verdauung „getödteten Thieren niemals in der Darmwand Russpartikelchen nach-

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 632.

2) Dieses Archiv Bd. 81 S. 265.

„weisen. Ebenso fand ich bei den Versuchen mit Alcannabutter „niemals ungelösten Farbstoff in den Zotten; es ist daher die „Resorption des ausgefallenen Alcannaroths und die consecutive „Färbung des regenerirten Fettes in den Chyluswegen durch die „selben ausgeschlossen.“

Hofbauer zog diesen Betrachtungen entsprechend folgende Schlüsse:

„Es ergibt sich aus meiner im Ganzen 15 Experimente umfassenden Versuchsreihe in Uebereinstimmung mit der schon vor „vielen Jahren am Wiener physiologischen Institute vertretenen Ansicht (Brücke, v. Basch), dass emulgirtes Fett resorbirt wird. „Die Tröpfchen werden wir uns allerdings bei dem Durchtritt „durch den Basalsaum sehr klein vorzustellen haben. Dass dies „auch für den Menschen richtig sei, erwies folgender, den Thier- „versuchen analog angestellter Versuch:

„Bei einem Falle von Chylurie, den Dr. v. Steyskal ausführlich publiciren wird, wurde mit Sudan III roth gefärbtes Fett „gereicht. Der sonst milchweiss gefärbte Harn wurde rosafarben, „und sein Aetherextract war intensiv roth gefärbt.“

Die ganze Beweisführung Hofbauer's<sup>1)</sup> stützt sich also auf die Voraussetzung, dass der im Fett gelöste Farbstoff sofort unlöslich ausfallen müsse, wenn das Fett verseift wird. Denn der Farbstoff verliere hiermit sein Lösungsmittel und müsse ausfallen, weil er in Wasser unlöslich sei. Schon in meiner ersten Entgegnung sagte ich<sup>2)</sup>:

„Die Verseifung des Fettes in der Darmhöhle geschieht aber „nicht so, dass der Farbstoff nur Wasser als etwaiges Lösungsmittel „antrifft. Die Flüssigkeit im Dünndarm enthält ja Galle, Seifen, „Glycerin u. s. w. Es wäre ja möglich, dass diese nach der Verseifung die Farbstoffe in Lösung halten. Ja, wenn man nur gefärbtes Fett im Kolben mit wässriger Kalilauge verseift, braucht „der Farbstoff nicht auszufallen, weil er in destillirtem Wasser unlöslich ist. Denn vielleicht ist er in Seifenlauge löslich“

So wenig dachte Hofbauer an die Möglichkeit, dass der Farbstoff im Darm nicht bloss destillirtes Wasser als Lösungsmittel antreffe, dass er das Ausfallen der Farbstoffkrümel als unzweifelhaft ansah und sogar Versuche anstellte, um die Möglichkeit der

1) Dieses Archiv Bd. 81 S. 266.

2) Dieses Archiv Bd. 81 S. 377.

Resorption solcher fester Krümelchen zu widerlegen. Besonderes Gewicht legt Hofbauer desshalb darauf, dass er im Gewebe der Zotte zwar rothe Fetttropfen, aber keine eingedrungenen Krümel finden konnte; kein Gewicht aber legt er darauf, dass in der Flüssigkeit des Darmes auch keine Farbstoffkrümel zu sehen waren. Da ich ihm dies vorhielt, hat er die Abwesenheit dieser ausgefallenen Farbstoffkrümel durch eine erneute mikroskopische Untersuchung jetzt neuerdings<sup>1)</sup> ausdrücklich zugeben müssen.

Mein Einwand war also: die von Hofbauer mit dem Fett gefütterten Farbstoffe finden nach der Verseifung verschiedene Lösungsmittel, vor Allem Seifen, Galle, Glycerin.

Es musste folglich meine Aufgabe sein, zu untersuchen, ob die von Hofbauer benutzten fettlöslichen Farbstoffe auch in Seifen, Galle, Glycerin löslich seien. Durch eine eingehende Untersuchung, die in meiner ersten Entgegnung<sup>2)</sup> enthalten ist, habe ich den Beweis geliefert, dass die von Hofbauer angewendeten Farbstoffe in Seifen, Galle, Glycerin ohne Zweifel löslich sind, womit dem Beweise Hofbauer's der Boden entzogen war.

Meine Angaben sind von V. Henriques und C. Hansen bestätigt worden<sup>3)</sup>. Da aber diese beiden Forscher mit Seifenlösungen arbeiteten, welche die bei der Verseifung entstehenden Nebenproducte ausser Alkali enthielten, und da H. Friedenthal<sup>4)</sup> mit grösster Bestimmtheit die Löslichkeit des Alcannaroth in Seifen leugnete, ersuchte ich Herrn Dr. Josef Nerking, die Versuche nochmals mit chemisch reiner Seife zu prüfen. Hierbei handelte es sich also darum, alle bei der Verseifung auftretenden theils zufälligen, theils nothwendigen Nebenproducte auszuschliessen. Nerking stellte fest, dass eine wässrige Lösung, die nichts als Seife enthält, also frei von Fettsäure, unverseiftem Fett, ätzendem oder kohlensaurem Alkali ist, sämmtliche von Hofbauer in Anwendung gezogenen Farbstoffe gut löst<sup>5)</sup>.

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 626.

2) Dieses Archiv Bd. 81 S. 377.

3) Centralbl. f. Physiologie 1900 S. 316.

4) Centralbl. f. Physiologie 1900, August.

5) Dieses Archiv Bd. 82 S. 538.

## II. Grübler's Alcannin ist in Seifen löslich.

Trotzdem erschienen darauf aus dem Wiener physiologischen Institut die zwei bereits erwähnten neuen gegen mich gerichteten Abhandlungen.

Hofbauer lässt jetzt alle von ihm früher angezogenen Farbstoffe fallen und stützt sich nur noch auf das Alcannaroth. Zur Erklärung des zwischen mir und ihm bestehenden Widerspruchs hebt er aber hervor, dass ich nicht mit demselben Alcannaroth gearbeitet hätte wie er. Hofbauer hat sein Alcannaroth aus der chemischen Fabrik von Grübler in Leipzig bezogen, ich aus der von Marquart in Beuel und aus der von Kahlbaum in Berlin. Hofbauer hatte in seinem ersten Aufsätze nur die Angabe gemacht, dass er das Lackroth A von Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. bezogen habe, wesshalb auch ich die von Hofbauer bei dieser Untersuchung benutzten Farbstoffe dort bestellte. Diese Fabrik konnte aber nur Lackroth A und Sudan III liefern, nicht das Alcannaroth. Hofbauer hatte seine Bezugsquelle für das Alcannaroth nicht angegeben. Ich bezog dieses deshalb von Marquart in Beuel und ebenso von Kahlbaum in Berlin. Hofbauer hat sich nun aus diesen Fabriken das Alcannin auch kommen lassen und behauptet auf Grund seiner Untersuchung, dass das von mir benutzte Alcannaroth nicht derselbe Farbstoff sei wie der durch ihn von Grübler bezogene.

L. Hofbauer<sup>1)</sup> selbst drückt sich folgendermaassen aus:

„Doch möchte ich immerhin mit Rücksicht auf E. Pflüger's Versuche über die Löslichkeit des Alcannaroths einige diesbezügliche Bemerkungen anschliessen und vorerst bemerken, dass ich mit einem von Dr. Grübler & Co. in Leipzig bezogenen Alcannaroth gearbeitet habe, dessen Eigenschaften nicht vollkommen mit dem von E. Pflüger benützten Alcannaroth stimmen dürften. Letzteres stammt theils von Kahlbaum (Berlin), theils von Marquart (Beuel).

„Ich liess mir nach der Publication Pflüger's aus der letztgenannten Fabrik eine Probe kommen und sah, dass dieses Präparat nicht, meiner Beschreibung entsprechend, eine ‚fadenziehende Masse‘, sondern einen bröckeligen Teig darstellt, und dass es auch

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 623.

„in den Löslichkeitsverhältnissen von meinem Präparate etwas abweicht.“

Es ist etwas Wahres an der Angabe von Hofbauer, die Consistenz der Präparate von Grübler und Kahlbaum betreffend. Ich würde sagen, dass Kahlbaum's oder Marquart's Präparat eine consistentere, Grübler's eine fast flüssige, theerartige, schwarze Masse darstellt. Wo aber Grübler's Präparat eine Zeit lang offen an der Luft gestanden hat, wie z. B. die Tropfen, welche auf Glas fallen, da verwandelt es sich allmählig in eine harte Masse und durchläuft alle Zustände bis zu denen, welche am Präparate Kahlbaum's auffallen. Es macht den Eindruck eines trocknenden Oeles.

Hofbauer hat seine Angabe über die verschiedene Löslichkeit der beiden Präparate durch keine Thatsache näher begründet. Ich möchte fast vermuthen, dass diese Angabe nur eine Schlussfolgerung ist, durch welche er sich die verschiedenen Ergebnisse meiner und seiner Löslichkeitsbestimmungen erklärt.

Das wesentliche Ergebniss der neuen Untersuchung Hofbauer's besteht nun darin, dass das von Grübler bezogene Alcannaroth weder in Seife noch in Galle, noch in der Darmflüssigkeit löslich sei.

Es blieb mir desshalb nichts Anderes übrig, als von Grübler das Alcannaroth zu beziehen und meine früheren Versuche mit diesem zu wiederholen. Das habe ich nun gethan, und zwar mit dem Ergebniss, dass Grübler's Alcannin sich von dem Kahlbaum's oder Marquart's nicht wesentlich unterscheidet.

Grübler's Alcannin löst sich in Seifen und Galle wesentlich ebenso gut wie die Präparate von Kahlbaum und Marquart.

Zuerst will ich nun die strengen Beweise für meine Behauptung bringen und dann untersuchen, wodurch wohl Hofbauer verhindert gewesen ist, den wahren Sachverhalt zu erkennen.

**Grübler's Alcannin ist in Seifenlösung löslich.**

Vor Allem ist daran zu erinnern, dass L. Hofbauer keinen einzigen Versuch mit chemisch reiner Seifenlösung angestellt hat, trotzdem aber die Löslichkeit des Alcannins in derselben leugnet.

Wir hatten im Laboratorium noch einen kleinen Vorrath chemisch reiner, trockner Natronseife, die Dr. Nerking<sup>1)</sup> für seine Unter-

---

1) Dieses Archiv Bd. 82 S. 539.

suchung auf folgendem Wege dargestellt hatte: „Olivenöl wurde mit alkoholischer Kalilauge verseift. Nach dem Verdunsten des Alkohols wurden die Seifen mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt. Die ausgeschiedenen Fettsäuren wurden auf einem Filter gesammelt, mit Wasser ausgewaschen und dann wiederum mit alkoholischer Kalilauge verseift. Diese Seifenlösung wurde nach Abdunsten des Alkohols mit Kochsalz ausgesalzen, die auf der Oberfläche schwimmende Seife abgehoben, auf dem Filter mit gesättigter Kochsalzlösung mehrmals ausgewaschen und schliesslich in viel siedendem Alkohol gelöst, wobei der noch anhaftende Rest von Kochsalz ungelöst blieb und durch Filtriren entfernt wurde. Beim Abkühlen der alkoholischen Lösung schied sich die reine Seife ab. Das Auflösen in siedendem Alkohol und Wiederausfällen durch Abkühlen wurde nochmals wiederholt; zur Verjagung anhaftenden Alkohols wurde schliesslich das Seifenpulver im Trockenschrank erhitzt, bis jeder Geruch nach Alkohol verschwunden war. Das rein weisse Seifenpulver war in Wasser leicht löslich; an Aether gab es nichts ab.“

In einem Erlenmeyer'schen Kölbchen erhitzte ich nun destillirtes Wasser, löschte die Flamme und trug das Seifenpulver ein, wodurch eine stark weiss opalisirende, neutral reagirende Lösung erhalten wurde. Dann theilte ich die Lösung in zwei gleiche Theile, tauchte einen Glasstab in das sehr zähflüssige, pechartige Alcannin Grübler's und brachte das von der Schmiere umgebene Ende des Glasstabes in die eine Hälfte der noch warmen Seifenlösung, wobei man an dem sofort auftretenden rosigen Farbenton der bisher blendend weissen Flüssigkeit erkannte, dass eine Lösung stattgefunden hatte. Man rührt mit dem Glasstab gut um und erhält, besonders wenn die Seifenlösung nicht zu verdünnt und noch warm ist, schnell eine so bedeutende Lösung des Farbstoffs, dass die Flüssigkeit sogar im Reagensglas undurchsichtig ist und nach der Filtration genau so bleibt. In jeder beliebigen Verdünnung mit Wasser bleibt der prachtvoll roth-violett erscheinende Farbstoff gelöst. Und über diese so leicht zu beobachtende Thatsache besteht bereits eine Literatur, in welcher die Löslichkeit des Alcannins in Seife geradezu mit fettgedruckten (H. Friedenthal) Sätzen auf das Entschiedenste gelegnet wird. — L. Hofbauer<sup>1)</sup> hebt hervor:

„Ich konnte bei meinen mit verschiedenen Seifen angestellten „Versuchen niemals eine Flüssigkeit von dieser Eigenschaft erhalten.“

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 624.

Schüttelt man die Alcannin-Seifenlösung mit Aether, so färbt sich dieser roth. —

Bei Untersuchung der Löslichkeit des Alcannins in Galle verlangte Hofbauer — wie es scheint, zur weiteren Sicherung des Gelöstseins — noch den Nachweis der Diffusibilität durch eine Membran.

### Versuch 1.

Ich habe mich zu dem Ende der Diffusionszellen aus Pergamentpapier bedient, welche von der Fabrik Schleicher & Schüll in Düren geliefert werden. Dieses Papier ist allerdings sehr dicht und etwas dick. Die von mir angewandten Diffusionszellen hatten einen Durchmesser von 3,5 cm und eine Höhe von 10 cm. —

Ein Bechergläschen von 9 cm Höhe und 5 cm lichtem Durchmesser wird nun zu  $\frac{1}{3}$  mit der ungefärbt gehaltenen, blendend weiss opalisirenden Seifenlösung beschickt. Dann fülle ich mit Hülfe eines Trichters die mit Alcanna gefärbte Seifenlösung in die Diffusionszelle und senke sie vorsichtig in die ungefärbte Seifenlösung, welche sich im Becherglase befindet. Wegen der Starrheit des Pergamentpapiers steht die Diffusionszelle gerade aufrecht und ragt mit ihrem oberen Rand 1 cm über den Rand des Bechergläschens hinaus. Jetzt giesse ich von der ungefärbten Seifenlösung noch so viel in den Raum zwischen Diffusionszelle und Becherglas, dass die Flüssigkeiten ausserhalb und innerhalb gleich hoch stehen.

Hofbauer richtete theilweise seine Diffusionsversuche so ein, dass das Alcannin durch die Membran nach einem Raum diffundiren sollte, der nur Wasser, ja sogar Quellwasser enthielt. Da ist doch von vornherein wenigstens zu beachten, dass einem Stoffe — dem Alcannin — zugemuthet wird, durch eine Membran in eine Flüssigkeit — Wasser zu diffundiren, in dem er unlöslich ist. Die Möglichkeit des Uebertritts der in Wasser unlöslichen Substanz aus der Diffusionszelle setzt also voraus, dass das Lösungsmittel in ausreichendem Maasse mit diffundirt, was nicht nothwendig vorausgesetzt werden kann. Nur der Versuch kann darüber entscheiden. — Bei der Diffusion einer Alcannin-Seifenlösung gegen das von Hofbauer angewandte Quellwasser bleibt der Kalkgehalt des letzteren zu beachten, der die Fällung von unlöslichen Kalkseifen in den Poren der Membran veranlasst, die hierdurch verstopft oder weniger wegsam gemacht werden.



Das Ergebniss dieses Versuches bestand nun darin, dass, wenn stärker gefärbte Seifenlösung in der Diffusionszelle war, schon nach ein paar Stunden sicher die äussere, anfänglich blendend weisse Seifenlösung einen rosigen Farbenton angenommen hatte, der über Nacht sehr stark zunahm. Als die Diffusion zwei Tage gewährt hatte und die Aussenflüssigkeit stark roth geworden war, schüttelte ich dieselbe mit Aether aus. Dabei fiel mir auf, dass der Aether weniger geröthet wurde, als ich erwartet hatte, so dass die Veränderung der weissen Farbe der Seifenlösung die bei Weitem empfindlichere Anzeige für den Uebertritt des Alcannas durch die Membran darbietet.

Mein Versuch beweist aber auch, dass das Alcannin nicht bloss gelöst, sondern auch diffusibel ist —, sogar unter diesen Umständen, die ja wegen der Dicke der Membran und der Viscosität der Seifenlösung erstaunlich ungünstig sind.

Ich habe nun den soeben beschriebenen Versuch noch dahin abgeändert, dass ich die genannte Alcannin-Seifenlösung in die Diffusionszelle brachte, welche ich von Glycerin, das mit wenig Wasser verdünnt war, umspült sein liess. Hier war also für den Uebertritt des Alcannins nach aussen das Glycerin als Lösungsmittel geboten. Obwohl der Flüssigkeitsstrom von innen nach aussen gerichtet war, färbte sich das Glycerin doch sehr viel langsamer violett-roth, weil es offenbar ein viel weniger gutes Lösungsmittel als die Seife darstellt. Immerhin war die Röthung nach 24 Stunden deutlich.

Eine dritte Abänderung des Versuches stellte ich endlich so an, dass ich die Alcannin-Seifenlösung in die Diffusionszelle brachte, welche ich von einer Rohrzuckerlösung umspült sein liess, die concentrirt genug war, um den Flüssigkeitsstrom von innen nach aussen zu richten, so dass das Flüssigkeitsvolum in der Diffusionszelle langsam abnahm. Hier fehlte nun aussen ein Lösungsmittel für den Uebertritt des Alcannins durch die Membran. In der That dauerte es fast eine Woche, bis ich eine deutliche, aber sehr schwache Röthung in der äusseren Flüssigkeit feststellen konnte. Möglicher Weise spielt aber auch der Zucker bei der Verzögerung eine unbekannte Rolle.

In unserem Laboratorium fand sich noch ein Vorrath des trockenen Pulvers einer Glycerinnatronseife, das von Herrn Dr. Nerking mit Aether vollständig erschöpft worden war und also sicher frei von Fetten und fetten Säuren sein musste. Dieses Präparat reagirte noch schwach alkalisch.

Ich habe mit diesem Präparate dieselben Versuche mit demselben Erfolge wiederholt, wie ich soeben beschrieben habe.

### Versuch 2.

Ich wurde nach Erledigung der Versuche 1 auf folgende gefährliche Eigenthümlichkeit der Diffusionszellen aufmerksam. Nahm ich eine solche in trockenem Zustande und füllte sie etwa zu  $\frac{1}{4}$  mit der rothen Alcannin-Seifenlösung oder Alcannin-Gallenlösung, so stieg äusserst schnell die rothe Färbung in der halb durchsichtigen Wand der Zelle aufwärts. Es schien so, als ob die gefärbte Flüssigkeit rasch in die Poren des Papieres eindringe. Als ich aber ein weisses Filtrirpapier um die roth erscheinende Wand der Hülse wickelte, blieb dieses Papier viele Stunden ganz ungefärbt. Ich erkannte, dass also die rothe Flüssigkeit auf der inneren Oberfläche der Diffusionszelle sehr rasch emporkriecht. Sie könnte so den freien Rand überschreiten und auf der äusseren Seite vielleicht ebenso herabsteigen, in die Aussenflüssigkeit gelangen und die Täuschung veranlassen, dass der Farbstoff die Poren der Membran durchsetzt habe. Ich bin durch diesen Fehler nicht getäuscht worden. Denn ich habe die obere Oeffnung der Diffusionszellen mit einem Stöpsel verschlossen. Wichtiger aber ist, dass die durch gelöstes Alcannin rothe, in einem Gläschen etwa 0,5 cm hoch stehende alcanninhaltige Gallen- oder Seifenlösung in der Wand einer trockenen eintauchenden Diffusionshülse in 24 Stunden nur wenige Millimeter aufwärts steigt, und zwar nur durch Eindringen in die Poren des Pergamentpapieres. In der That ist die äussere Oberfläche der Papierhülse glatt und glänzend, die innere dagegen wie mit einem feinen dichten Filzrasen überzogen. Unzweifelhaft ist diese auffallende Verschiedenheit durch die Art der Herstellung dieser Diffusionshülsen bedingt.

Immerhin war es mein Wunsch, jeden Zweifel zu beseitigen. Zu dem Ende machte ich Paraffin in einem Porzellanschälchen durch Erhitzen flüssig und tauchte für ein paar Secunden die offene Mündung einer Diffusionszelle ein, so dass die obere Wand in einer Ausdehnung von 0,5 bis 1 cm von Paraffin durchtränkt wurde. Füllt man dann die mit Alcanna tief roth gefärbte Seifen- oder Gallenlösung in die Zelle, so steigt die Flüssigkeit an der inneren Wand rasch empor, bleibt aber an der Paraffingrenze stehen. Hier hört das Roth des Pergamentpapieres scharf auf, und der obere breite Saum der Hülse bleibt dauernd farblos.

## Versuch 3.

Ein Wägegläschen von 8 cm Höhe und 3 cm lichtem Durchmesser wird halb mit Seifenlösung gefüllt. Es handelt sich um die von Dr. Nerking gereinigte, bereits beschriebene Glycerinnatronseife. Eine Diffusionszelle aus Pergamentpapier mit Paraffinsaum wird bis zu etwa  $\frac{2}{3}$  der Höhe mit derselben Seifenlösung beschickt, in welcher Grüber's Alcannin so reichlich gelöst ist, dass die Flüssigkeit wie stark gefärbter Rothwein aussieht und in einem gewöhnlichen Reagensglas ganz undurchsichtig ist. Natürlich war die tiefrothe Seifenlösung vor dem Gebrauch filtrirt worden. Beim Verdünnen mit destillirtem Wasser trat keine Fällung in der Seifenlösung ein.

Was mich nun überraschte, war, dass schon nach ein paar Stunden die äussere, anfänglich farblose, d. h. weiss opalisirende Seifenlösung einen röthlich-gelben Farbenton angenommen hatte, der in 24 Stunden in deutliches Roth überging. Bemerkenswerth schien mir die Schnelligkeit dieser Diffusion, weil die Seifenlösung sehr dicklich war.

## Versuch 4.

Ich änderte den vorhergehenden Versuch in der Weise ab, dass als Aussenflüssigkeit nicht Seifenlösung, sondern nur destillirtes Wasser in Anwendung kam. Auch hier war schon nach ein paar Stunden ein röthlich-gelber Farbenton in der Aussenflüssigkeit wahrzunehmen, der in einem Tage in ein prächtiges Rosenroth überging — ohne Opalescenz!

Ich habe diesen Versuch noch besonders sorgfältig wiederholt, indem ich die von Dr. Nerking dargestellte chemisch reine und vollkommen neutral reagirende Seife kalt in destillirtem Wasser löste und dann kalt mit Grüber's Alcannin verrieb. Dann stellte ich die Seifenlösung auf den Tisch in 1 m Entfernung vom Ofen, wo das Thermometer dauernd 30° C. zeigte. Ich erhielt nach 24 Stunden eine schön violette Lösung, filtrirte sie und beschickte damit eine mit Paraffinsaum versehene Diffusionshülse, die ich in ein Gläschen stellte, das mit destillirtem Wasser beschickt worden war. Auch hier färbte sich das Wasser rosenroth. Schon nach 12 Stunden war dies zu bemerken.

Die Löslichkeit des Alcannins in Seife und seine Diffusibilität durch Membran ist somit gesichert. Auffallend bleibt, warum weder

Hofbauer noch Exner die gewissenhafte und gründliche Untersuchung Nerking's erwähnen, welcher die Löslichkeit des Alcannins in Seifen, Fettsäuren u. s. w. ausser allen Zweifel gestellt und Herrn Prof. Exner einen Sonderabdruck zugeschickt hat. — Ebenso unverständlich ist es, warum auch die Arbeit von V. Henriques und C. Hansen, die ebenfalls die Löslichkeit des Alcannins in Seifen festgestellt haben, mit Stillschweigen übergangen wird.

### III. Wodurch L. Hofbauer bei Prüfung der Löslichkeit des Alcannins in Seifen getäuscht wurde.

Um nun zu begreifen, wie es kam, dass L. Hofbauer die Löslichkeit des Alcannins in der Seifenlösung nicht erkannt hat, muss ich den Leser vorher mit einer kleinen Untersuchung bekannt machen, welche gewisse, theilweise schon bekannte Eigenschaften des Alcannins betrifft.

1. Das im Handel vorkommende Alcannin löst sich mit rother Farbe in Fetten, Fettsäuren, Aethyläther, Petroläther, Alkohol, Chloroform, Eisessig u. s. w., nicht aber in Wasser.

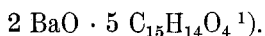
2. Das Alcannin von Grubler oder Kahlbaum löst sich in verdünnter Kalilauge mit blauer Farbe. Schüttelt man die blaue Lösung mit Aether oder Petroleumäther, so bleiben diese ungefärbt. Folglich ist der Farbstoff vom Alkali gebunden. Damit stimmen folgende Thatsachen:

Wenn ich Aether oder Petroleumäther mit Alcannin roth färbe und dann mit Kalilauge schüttle, so geht aller Farbstoff in die Kalilauge, welche tief blaue Farbe annimmt.

3. Leitet man Kohlensäure durch die blaue Lösung der Alcanna-Kaliverbindung, bis violette Farbe eingetreten ist, so erkennt man, dass ein rother Farbstoff sich in Flöckchen abgeschieden hat. Filtrirt man durch ein schwedisches Filter, so erhält man ein schwach gelbröthlich gefärbtes Filtrat. Alcannin ist also in kohlensaurem Alkali bei Gegenwart freier Kohlensäure nicht ganz unlöslich.

Der Versuch beweist, dass das Alcannin sich wie eine schwache Säure verhält, weil es schon durch Kohlensäure aus seiner Verbindung mit dem Alkali abgespalten wird. Es ist deshalb verständlich, dass das Alcannin aus dieser Verbindung auch durch vorsichtigen Zusatz

von Essigsäure gefällt werden kann, und zwar als rother Niederschlag. Genauer bekannt unter den Salzen des Alcannins ist:



4. Löst man geglühte Soda in kohlensäurefreiem Wasser und fügt Alcannin hinzu, so erhält man eine tiefblaue, nicht violette Lösung, die besonders beim Erwärmen mit überschüssigem Farbstoff ganz undurchsichtig durch reichliche Mengen gelösten Alcannins sich darstellt. Die blaue Farbe spricht für eine vermuthlich lockere (dissociirende) chemische Verbindung des Alcannins mit dem kohlensauren Alkali; denn ganz säurefreier Aether färbt sich beim Ausschütteln der blauen Lösung prachtvoll roth, während ja Aether aus der blauen Lösung von Alcannin in ätzendem Alkali nichts auszieht. Es ist wahrscheinlich, dass durch häufig wiederholtes Ausschütteln mit Aether aller Farbstoff dem kohlensauren Alkali entzogen werden könnte.

Wenden wir uns nunmehr zu der Beweisführung von L. Hofbauer, durch welche er zeigen will, dass Alcannabutter bei der Verseifung ihren Farbstoff in Gestalt dunkelblauer, unlöslicher Krümel abscheidet.

„Meine Arbeit“, sagt Hofbauer, „enthält diesbezüglich die folgenden Sätze (Bd. 81 S. 264):

„Bei Verseifung des rothgefärbten Fettes mit verdünnter „wässriger Kalilauge entsteht eine dunkelblaue, trübe Flüssigkeit, „welche beim Filtriren trüb durchgeht. Verfolgt man den Verseifungsvorgang unter dem Mikroskop, so sieht man hierbei am Rande des „Buttertropfens glashelle Buckel auftreten, in welchen Krümel blauen „Farbstoffes liegen.“

Er<sup>2)</sup> fährt fort:

„Schon aus diesen allerdings kurz gehaltenen Angaben geht „hervor, dass ich nicht ohne Weiteres die Unlöslichkeit dieses blauen, „bei der Verseifung ausfallenden Farbstoffes angenommen habe. Vielmehr war ich erst auf Grund mehrfacher Versuche zu der Ueberzeugung gelangt, dass der blaue Farbstoff keinerlei Löslichkeit in „den Verseifungsproducten erkennen lässt. Da ich diese Versuche in „meiner früheren Mittheilung entsprechend ihrer knappen Form — „sie umfasst bloss 3 1/2 Seiten — zu wenig ausführlich mitgetheilt „habe, will ich dies nunmehr nachtragen:

1) Beilstein, Organische Chemie Bd. 3 S. 408 2. Aufl.

2) Dieses Archiv Bd. 84 S. 620.

„Die oben erwähnte trübe und blaue Flüssigkeit, welche bei Ver-  
seifung von mit Alcannaroth gefärbter Butter mittelst verdünnter  
„wässeriger Kali- oder Natronlauge in vitro entsteht, zeigt unter dem  
„Mikroskop eine Menge von glashellen Tropfen, bröckeligen gelb-  
„lichen Massen und blauen Farbstoffpartikeln auf wasserhellem Grunde.  
„Beim Stehen schichtet sie sich manchmal in eine obere, blaue und  
„eine untere, graugelbe Schicht. Bei längerem Stehen im Brutofen  
„ändert sie ihr Verhalten nur insoweit, als sich an der Oberfläche  
„eine ölige, rothgefärbte Schicht Fettsäuren entwickelt, die beim Er-  
„kalten erstarrt. Der darunter befindliche, blau gebliebene Antheil der  
„Flüssigkeit jedoch hat auch nach dreitägigem Verweilen im Thermo-  
„staten sein makroskopisches und mikroskopisches Verhalten nicht  
„geändert.

„Filtrirt man diese trübe blaue Flüssigkeit, so bleibt auf dem Filter  
„ein blauer, körniger Niederschlag, und in dem Filtrat haben Trübung  
„und Färbung der Flüssigkeit gleichmässig abgenommen. Wenn (oft  
„erst nach mehrfachem Filtriren) ein nur mehr opalisirendes Filtrat  
„resultirt, so ist dementsprechend auch die blaue Färbung der Flüssig-  
„keit nur mehr schwach vorhanden. In gleicher Weise geht auch  
„bei der Verdünnung der Flüssigkeit mit Wasser der Abnahme  
„der Trübung die der Färbung parallel. Bei Verwendung von  
„gewöhnlichem Quellwasser ist sogar die Trübung deutlicher als  
„die Färbung.

„Ferner habe ich mich schon damals davon überzeugt, dass diese  
„blauen Farbstoffbröckel im Dünndarmsaft des Hundes zu finden sind,  
„wenn man dem Thiere mit blauer Alcanna gefärbte Butter zu fressen  
„gegeben hat. Sie erweisen sich somit auch im Darmsaft als un-  
„löslich oder doch mindestens sehr schwer löslich.“

Diese ganze Erörterung ist das Ergebniss einer  
schweren Täuschung, aus welcher fast alle weiteren  
Irrthümer Hofbauer's sich ableiten.

Hofbauer hat versäumt, festzustellen, in welcher Beziehung  
die Abscheidung des unlöslichen dunkelblauen Farbstoffes zum Ver-  
seifungsvorgange und zum rothen ursprünglichen Alcannin stehe.  
Ich suchte diese Verhältnisse durch einige Versuche aufzuklären.

#### Versuch 5.

Hier soll der Beweis geliefert werden, dass die von Hofbauer  
beobachteten blauschwarzen Farbstoffkrümel mit dem Verseifungs-

process nichts zu thun haben, dass sie kein Alcannin sind und deshalb über die Löslichkeit des Alcannins keinen Aufschluss geben können.

100 ccm Natronlauge von 1 % werden im Becherglase zum Sieden erhitzt, dann ein ungefähr bohnergrosses Stück von Grüber's Alcannin mit Glasstab in die siedende Flüssigkeit eingetragen, umgerührt, bis Lösung erfolgt ist, worauf die Flamme gelöscht wird. Das Kochen der Alcanninlösung hat ungefähr 1 Minute gedauert. Hätte ich die Lösung des Alcannins in derselben, aber kalten Natronlauge bewirkt, so würde ich eine prachtvoll tiefblaue, klare Flüssigkeit erhalten haben. — Die kurze Erhitzung hat aber ausgereicht, die Ausscheidung eines blauschwärzlichen Staubes und ebenso gefärbter Krümel zu bewirken. — Filtrirt man nach der Abkühlung durch ein schwedisches Filter, so hinterbleibt auf demselben ein blauschwarzer, dichter, firnissartiger Ueberzug, der die Poren des Papiers bald fast verstopft und die Filtration sehr verlangsamt. Wir wollen nun erst den Niederschlag, später das Filtrat untersuchen.

#### A. Niederschlag.

Nach beendeter Filtration wird der Niederschlag mit viel destillirtem Wasser gewaschen, bis dieses fast farblos (Stich in's Violette) abläuft und bei fortgesetztem Waschen so bleibt, als ob das dunkle Pulver nicht absolut unlöslich in Wasser wäre. Nachdem das Pulver getrocknet war, sah es nicht mehr schwarz, sondern tief violett aus. Ich wusch es nun mit Aether, der prachtvoll roth gefärbt erschien und einen schwachen Stich in das Violette darbot. Vor dem Spectroskop zeigte dieser Farbstoff keine Absorptionsstreifen, war also kein Alcannin. Als die Auswaschung mit dem Aether vollendet war, hinterblieb in beträchtlicher Menge dem Papier anklebend ein schwarzer Farbstoff. — Nachdem der Aether verdunstet ist, wasche ich mit Natronlauge von 1 %. Das Filtrat der ersten Waschung ist schwach blau, das der zweiten kaum gefärbt, das der dritten farblos. Die Menge des schwarzen Niederschlages hat sich durch die Behandlung mit Aether und Natronlauge kaum geändert. — Um zu sehen, ob die Unlöslichkeit des schwarzen Farbstoffes in Aether dadurch bedingt sei, dass er an Alkali gebunden war, wusch ich denselben mit verdünnter Salzsäure auf dem Filter aus, durch das sie farblos abfloss. — Nachdem das Filter an der Luft getrocknet

war, goss ich Aether auf, der nunmehr reichlich einen Stoff von schwarzbrauner Farbe aufnahm, der einen Stich in's Violette zeigte.

Es lässt sich also der schwarze Farbstoff (ich will ihn Alcanninschwarz nennen) durch Behandeln mit Säuren nicht in Alcannin zurückverwandeln. Eine weitere Bestätigung der Verschiedenheit liegt darin, dass die ätherische Lösung des Alcanninschwarz nur einen Absorptionsstreifen, und zwar im Roth, bei der spectrokopischen Untersuchung darbietet.

Das Alcannin von **Kahlbaum** liefert beim Kochen mit Alkali das Schwarz ebenso gut wie das von **Grübler**.

Wohl aber bemerkte ich zwischen beiden Alcannin-Präparaten einen kleinen Unterschied, wenn ich prüfte, ob sie ohne Rückstand in verdünnter Kalilauge löslich seien. Ich wusch auf dem Filter aus, bis die Kalilauge farblos abfloss. Kahlbaum's Präparat hinterliess einige graue Bröckchen, während Grübler's schwarze aufweist, die theilweise wie ein feiner Staub firnissartig in geringer Menge das Filtrirpapier überziehen und schwer durchlässig machen. Es ist unzweifelhaft Alcanninschwarz und rührt wohl von einer etwas stärkeren Einwirkung der Kalilauge her, welche bei der technischen Gewinnung dieses Farbstoffes in Anwendung kommt. — Ferner lösen sich Kahlbaum's und Grübler's Alcannin in Aether fast vollständig und hinterlassen beim Filtriren und Auswaschen mit Aether eine kleine, dem Papier sich anschmiegende und leicht abblätternde graue Substanz, die beim Uebergiessen mit verdünnter Alkalilauge sich weder bei Kahlbaum noch bei Grübler schwärzt.

Beide Präparate (Kahlbaum's oder Grübler's) lösen sich leicht in ätzendem Alkali zu einer tiefblauen Flüssigkeit, welche sicher als die Lösung des Salzes des Farbstoffes anzusehen ist. Diese blaue Flüssigkeit gibt an Aether erst Farbstoff ab, wenn man sie angesäuert hat. Dieser löst sich in Aether mit rother Farbe und hat alle Eigenschaften des ursprünglichen unveränderten Alcannins. Die Verwandlung des rothen Farbstoffes in den blauen und umgekehrt des blauen in den rothen ist also mit keiner chemischen Aenderung desselben verbunden.

## B. Das Filtrat.

Wenden wir uns nun zu dem Filtrat, aus dem sich bei einmaligem Aufkochen der schwarze Farbstoff abgeschieden hat, den wir soeben beobachtet haben. Ich wünschte zu wissen, ob ein aber-



maliges kurzes Aufkochen wieder eine so beträchtliche Abscheidung eines schwarzen Farbstoffes zur Folge hätte. Der Versuch ergab bei der Filtration nur eine Spur eines violetten Staubes auf dem Filter. Um sicher zu sein, dass es nicht etwa an Alkali fehle, setzte ich noch 100 ccm der 1%igen Natronlauge zu und erhitzte 7 Stunden im siedenden Wasserbad. Bei Filtration hinterblieb auf dem Filter eine Spur desselben schwarzen Staubes, den ich beim ersten Aufkochen in so grosser Menge erhalten hatte. Es ist deshalb gestattet anzunehmen, dass ein kurz dauerndes Kochen des käuflichen Alcannins (Grübler) mit verdünnter Natronlauge den Zersetzungsprocess nahezu zum Abschluss bringt.

Es war nun meine weitere Aufgabe, den nach dem Kochen mit Alkalilauge in Lösung bleibenden Farbstoff zu untersuchen. Das Filtrat sah nach 7stündigem Kochen schwarz aus, bei Verdünnen mit kohlensäurefreiem Wasser im Reagenzglas violett mit einem Stich in's Schwärzliche, aber ganz klar wie eine Lösung, die keine ungelösten Stäubchen enthält. Vor dem Spectroskop erschienen die Absorptionsbänder des Alcannins in sehr abgeschwächter Stärke. Nachdem die dunkelviolette Lösung zwei Tage gestanden hatte, waren die Absorptionsbänder des Alcannins ganz verschwunden.

Diese Thatssachen beweisen bereits, dass durch das Aufkochen des Alcannins mit verdünnter Natronlauge eine fast vollständige Zersetzung eingetreten ist. Denn die blaue Lösung von Alcannin in Natronlauge gibt an Aether Nichts ab; beim Ansäuern aber allen Farbstoff an diesen, der sich roth färbt. Ueber einander stehen im Reagenzglas die rothe Aetherschicht und die farblose Lösung. Macht man diesen Versuch mit unserem nach dem Kochen mit Natronlauge erhaltenen Filtrate, so gibt dieses zwar auch an Aether Nichts ab, und beim Ansäuern färbt sich der Aether auch roth, aber in dem Aether schwimmen braune Flocken, die sich senken und eine Schicht zwischen Aether und wässriger Lösung bilden. Macht man statt mit Aether denselben Versuch mit flüssiger Butter, so erhält man dasselbe Ergebniss.

Die gemeldeten Thatssachen lassen keinen Zweifel, dass das Alcannin beim Kochen mit ätzendem Alkali ziemlich schnell in mehrere Farbstoffe gespalten wird, von denen einige in Lösung bleiben und die Absorptionsstreifen des Alcannins nicht mehr geben, während die anderen sich abscheiden und ebenso sicher vom Alcannin verschieden sind.

## Versuch 6.

Da nun bei der hier in Betracht kommenden physiologischen Verseifung der Fette ätzende Alkalien niemals einwirken, wohl aber kohlensaures Natrium, so musste untersucht werden, ob Alcannin auch hierbei zersetzt werde.

Grübler's Alcannin wurde in Aether gelöst, filtrirt, Filtrat ohne Erwärmen verdunstet. 2 g Natriumcarbonat in 100 ccm benutzt zur Lösung und Einschwemmung des Alcannins in ein Kölbchen, das ich 23 Stunden im Brüteschrank auf 37° C. erwärmte. Als ich dann filtrirte, ergaben sich auf dem Filter viel violettschwarze Krümeln und reichliche solche grössere Brocken hingen an der Wand des Kölbchens. Das Filtrat war violett und in dicker Schicht durchsichtig, während die ursprüngliche tiefblaue Lösung ganz undurchsichtig war. — Wenn ich Alcannin mit mehrprocentiger Sodalösung kochte, fand schnell eine sehr starke Zersetzung statt, welche sich durch die Abscheidung schwarzer Krümeln und Körnchen kund gab.

Da also das Alcannin beim Kochen sowohl durch die ätzenden wie kohlensauen Alkalien bei Ausschluss der Verseifung zersetzt wird, so fragt es sich, ob bei gleichzeitig in der siedenden Flüssigkeit stattfindender Verseifung das Gleiche stattfindet. Der folgende Versuch gibt darauf Antwort.

## Versuch 7.

Der hier zu beschreibende Versuch ist im Wesentlichen eine Wiederholung des bereits oben mitgetheilten Versuches von L. Hofbauer.

14,5 g Alcannabutter wurden in einen Kolben gebracht mit 250 ccm einer Natronlauge von 1 %. Ich hatte also einen beträchtlichen Ueberschuss an Alkali. Sechs Stunden im Wasserbad gekocht, abgekühlt über Nacht. Morgens findet sich eine obere Schicht von unverseiftem Fett, die weiss ist und an einzelnen Strecken schwach rosig gefärbt erscheint. Darunter liegt die tiefblaue Schicht des Seifenleims mit vielen flitternden, dunklen Plättchen und violette Krümeln.

Bei der mikroskopischen Untersuchung ergaben sich die glänzenden Flitter als rothviolette Blättchen. Das makroskopisch röthlich gefärbte Fett erschien farblos wie die Flüssigkeit.

Die Filtration ergab eine trübe, violette Flüssigkeit, die nach wiederholten Filtriren den rosigen Farbenton hatte mit schwacher

Opalescenz. Hofbauer leugnet eigentlich diese Thatsache nicht, behauptet nur, dass die Färbung des Filtrates immer schwächer werde, nicht aber, dass er ein farbloses Filtrat zuletzt erhalten habe. Natürlich ist ein sehr grosser Theil des Alcannins der Butter durch das Alkali zersetzt unter Abscheidung violetter Blättchen und dunkler Krümeln. Ein gewisser Theil der Farbstoffe findet sich sichtlich in dem noch nicht verseiften Fett. Man weiss ja, dass eine vollständige Verseifung mit wässriger Kalilauge nicht zu erreichen ist. Nachdem ich drei Tage das Verseifungsgemisch gekocht hatte, schwamm immer noch auf der Oberfläche ein rothes Oel. Der Theil der durch das ätzende Alkali erzeugten Zersetzungsproducte, welcher nicht in unlöslicher Form sich abgeschieden hat, sondern in Lösung bleibt und allein noch die Fähigkeit besitzt, Fette und Seifen zu färben, ist verringert, so dass eine stark gefärbte Lösung nicht erwartet werden kann. Die Trübung des Filtrates, von der Hofbauer spricht, findet sich in jedem wässrigen Verseifungsgemisch und hat seinen Grund in der emulsionirten Vertheilung eines grossen Theiles des noch nicht verseiften Fettes. — Auch das Mikroskop bezeugt dies. — Weil bei diesem Versuche Fett mit überschüssigem wässrigem Alkali der Verseifung unterworfen werden sollte, die auch unter diesen Verhältnissen unvollständig bleibt, musste, wenn man mit Kochen aufhört, noch ätzendes Alkali vorhanden sein. Da dieses eine grössere Verwandtschaft zu dem Alcannin und seinen Zersetzungsproducten hat als Seife oder Fett, so müsste immer eine blaue oder violette Lösung durch Filtration eines solchen Verseifungsgemisches erhalten werden können — und das ist auch in der That der Fall.

Das Filtrat vom Verseifungsgemisch enthält stets noch eine Beimengung von Fettemulsion, wovon man sich durch das Mikroskop leicht überzeugt. Diese Fetttröpfchen enthalten immer noch einen Rest von Farbstoff und sind von der wässrigen Flüssigkeit nicht zu trennen. Man erkennt demnach, dass das Filtrat immer gefärbt sein muss, wenn auch die in ihm gelösten Seifen selbst keinen Farbstoff zur Lösung gebracht haben.

Aus diesem Grunde lässt sich auf diesem Wege kaum der Beweis liefern, dass Alcannin in Seife löslich oder unlöslich sei.

Nachdem wir nunmehr wissen, dass Alcannin beim Kochen mit ätzenden und kohlensauren Alkalien zersetzt wird, liegt es nahe, die

Irrthümer von L. Hofbauer noch von einem anderen Gesichtspunkte aus zu prüfen.

Ludwig Hofbauer hat nicht beachtet, dass er den Verseifungsvorgang am gefärbten Fett unter Bedingungen untersuchte, die bei der Verdauung und Resorption der Fette im Darne nicht vorkommen. Hofbauer spaltet das Fett bei 100° C. mit ätzendem Alkali, die Natur im Darne aber durch Enzyme bei 37° C.; Hofbauer verseift die entstandenen fetten Säuren mit siedender Lauge, die Natur bei 37° C. mit Natriumcarbonat und gallensauren Salzen. Bei der Verdauung der Fette sind im Dünndarme stets grosse Mengen freier Fettsäuren vorhanden, welche fortwährend durch das vom Bauchspeichel und Galle gelieferte Natriumcarbonat und gallensaure Natrium in Seifen übergeführt werden. Weil aber in jeder Periode der Fettverdauung die fetten Säuren in Menge vorhanden sind, überwiegen niemals die Alkalien über die Säuren in dem Verseifungsgemische. Es sind also die Alkalien durch die fetten Säuren immer in Anspruch genommen und werden deshalb vielleicht von dem Alcannin abgelenkt, das in den Fetten oder fetten Säuren gelöst ist. In dem Darne findet deshalb möglicher Weise bei dem physiologischen Verseifungsprocess keine Zersetzung des Alcannins, also auch keine Abscheidung unlöslicher Farbstoffkrümel statt.

Ich stellte zur Prüfung dieser Frage den folgenden Versuch an.

#### Versuch 8.

Oleinsäure wird kalt mit Grübler's Alcannin gesättigt, das sich in ihr reichlich leicht und schnell löst. Die Flüssigkeit ist tiefroth, so dass sie im Reagensglas ganz undurchsichtig ist. Nachdem die rothe Flüssigkeit filtrirt war, wog ich in einem Kolben 10 g ab. Dann goss ich 100 ccm destillirtes Wasser zu und darauf 190 ccm einer 1 procentigen Lösung von vorher geglühtem chemisch reinem kohlensaurem Natrium. Das ist genau die Menge, welche zur vollständigen Verseifung von 10 g Oleinsäure der Theorie nach nöthig sein würde. Man weiss ja aber, dass auf diese Weise eine vollständige Verseifung nicht erzielt werden kann. — Als ich nach Zusatz der Sodalösung umschwenkte, war sofort alles gefärbte Oel zu einer Emulsion zerstäubt, welche der Flüssigkeit ein rosig weisses Ansehen verlieh. — Ich setzte nun den bis dahin kalt gehaltenen Kolben in ein grosses Wasserbad, das auf 38° C. gehalten wurde. —

Als ich, nachdem die Erwärmung 16 Stunden gedauert hatte, die Flasche mit dem Verseifungsgemisch betrachtete, schwamm auf der Oberfläche eine sehr dünne rothe Schicht einer öligen Flüssigkeit und unter dieser eine rosig weisse Flüssigkeit. Beim Schütteln vertheilte sich die dünne rothe, ölige Flüssigkeit in viele Flöckchen und Klümpchen, die in der hellen milchig getrüben Flüssigkeit durch ihre dunkelrothe Farbe sich bemerkbar machten. Als ich die Flüssigkeit filtrirte, blieben rothe Klümpchen auf dem Filter; das Filtrat war roth und etwas weisslich getrübt. Als ich die Klümpchen unter dem Mikroskop untersuchte, sah ich, dass nirgends die von L. Hofbauer beschriebenen blauschwarzen Krümel sich zeigten. Roth waren diese Krümel und bestanden theilweise aus mit einander verklebten Körnchen, die nicht alle gefärbt waren. Vielfach fielen grosse rothe unzweifelhafte Fetttropfen auf und auch die grösseren rothen Bröckchen machten den Eindruck, als ob sie aus einer Anhäufung von Fettsäuren beständen.

Um mich über diesen Punkt genauer zu belehren, wiederholte ich den Versuch mit der Abänderung, dass ich dieselbe Menge derselben Oleinsäure mit derselben Menge von Wasser und Sodalösung versetzte, aber ohne dass ich die Oleinsäure vorher mit Alcannin gefärbt hatte. Beim Umschütteln erhielt ich wieder sofort eine weisse Emulsion, bemerkte aber, dass bereits viele Flöckchen und Bröckchen vorhanden waren, die genau so auch bei mikroskopischer Untersuchung aussahen, wie die gefärbten Klümpchen, welche sich aus dem mit Alcannin gerötheten Seifengemisch abgeschieden hatten. Es handelt sich bei diesen Klümpchen wesentlich um Theile, die den Emulsirungsvorgang unvollständig durchgemacht haben. Auch dieses ungefärbte Verseifungsgemisch wurde wie das andere 24 Stunden einer Temperatur von 37° C. ausgesetzt.

Ich beschloss, meinen Verseifungsversuch weiter fortzusetzen und liess denselben eine Woche bei 37° C. andauern, indem ich jeden Tag nachsah und die Flüssigkeit schüttelte. Dabei zeigte sich, dass der weisse Farbenton immer mehr abnahm und die Flüssigkeit stärker violettroth wurde. Die im Anfange in grosser Menge vorhandenen Klümpchen verminderten sich auch immer mehr, bis am Ende der Woche nur noch wenige Flöckchen da waren. Bei einigen fiel mir eine dunklere Farbe auf.

Bei der mikroskopischen Untersuchung erkannte man roth-gefärbte Tropfen von Oleinsäure und zwischen diesen in spärlicher

Menge meist sehr kleine Tröpfchen von tiefblaurother Farbe. Grössere derartige Tropfen waren undurchsichtig. Im Anfange des Versuches, d. h. in den ersten Tagen, habe ich von diesen tiefrothgefärbten Tröpfchen Nichts gesehen. Ich muss sie für das erste Anzeichen einer beginnenden Zersetzung des Alcannins halten. Blauschwarze Krümel sind es aber nicht und ihre Menge ist verschwindend klein gegen die vielen rosenroth gefärbten Tropfen der Oelsäure.

Als ich dieses Verseifungsgemisch mehrmals und zuletzt durch ein nasses schwedisches Filter filtrirt hatte, erhielt ich eine stark violett gefärbte Flüssigkeit, bei deren mikroskopischer Untersuchung das Vorhandensein eines unendlich feinen Staubes neben wenigen grösseren Tröpfchen bewies, dass die Verseifung von ihrer Vollendung noch beträchtlich entfernt war. Dass ein grosser Theil der Verseifung trotzdem sich vollzogen hatte, ergab sich daraus, dass das Gemisch am ersten Tage wie Milch aussah, die ein wenig in's Rosige spielte. Mit jedem Tage verminderte sich das Weiss und vermehrte sich das Roth und am Ende der Woche erschien eine tiefe Röthe mit geringer weisslicher Opalescenz. Auch schäumte die Flüssigkeit jetzt sofort sehr stark beim Schütteln, wie es Seifenlösungen zu thun pflegen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des rothvioletten Seifengemisches liess sich nicht entscheiden, wie der Farbstoff vertheilt war. Denn die nur wie ein feiner dichter Staub selbst bei starker Vergrösserung auftretenden Tröpfchen der Emulsion liessen offenbar ihrer Kleinheit halber eine Färbung nicht erkennen. Nur hier und da noch vereinzelt vorkommende etwas grössere Tröpfchen besaßen einen schwachen rosenrothen Schein. Um mich nun zu überzeugen, ob auch die Flüssigkeit Farbstoff gelöst enthalte, setzte ich einen Diffusionsversuch in das Werk.

Eine grosse Zelle aus Pergamentpapier mit Paraffinrand, 3,5 cm im Durchmesser und 10 cm Höhe, wurde mit dem Verseifungsgemisch beschickt, das mit äquivalenten Mengen Soda und Oleinsäure 7 Tage bei 37° C. erwärmt worden war. Die Diffusionszelle wurde aufrecht in destillirtes Wasser gestellt, das sich in einem kleinen Becherglase befand. Bereits nach 24 Stunden ist das Wasser deutlich rosenroth, ohne die leiseste Spur von Opalescenz. Von der Fett-emulsion waren also die Tröpfchen nicht durch die Pergamentmembran gedrungen, so dass der Farbstoff ein anderes Lösungsmittel im Diffusate haben musste. Ich prüfte mit sehr empfindlichem Reagens-

papier und fand das Diffusat deutlich, aber sehr schwach alkalisch. Da diese Reaction nur durch kohlen-saures Natrium bedingt sein konnte, welches Alcannin leicht löst, so lässt sich kein Schluss ziehen, ob dieses allein oder auch die Seife die Lösung des Farbstoffs bewirkt hatte.

Ich habe den beschriebenen Verseifungsversuch mit rother Oleinsäure und Sodalösung mit der Abänderung wiederholt, dass ich nur  $\frac{2}{3}$  der theoretisch äquivalenten Menge Soda zusetzte und zwar allmählig, so dass jede halbe Stunde  $\frac{1}{15}$  der Gesamtmenge eingegossen wurde. Das Ergebniss war das Gleiche; nur blieben begreiflicher Weise mehr rothe Fettsäurebröckchen übrig, weil es an dem nothwendigen Alkali fehlte. — Nachdem die Erwärmung 2 Tage gedauert hatte, fügte ich 200 ccm Sodalösung von 1 % hinzu, so dass jetzt beträchtlich mehr Alkali, als zur Verseifung nothwendig, vorhanden war. Nach 24 Stunden hat sich die Verseifung bedeutend weiter entwickelt, wenn sie auch noch nicht zum Abschlusse gebracht ist. Unter dem Mikroskop besteht die Masse aus hellrothen Tropfen neben dunkler gerötheten. In äusserst spärlicher Zahl erscheint hier und da ein „bläuliches Krümelchen“.

Bewiesen ist also, dass bei der Verseifung, wie sie den physiologischen Verhältnissen annähernd entspricht, niemals eine Ausfällung eines blauschwarzen Farbstoffes stattfindet.

Ich hätte eigentlich nicht nöthig gehabt, mir die Mühe des Beweises für diese Wahrheit zu geben. Denn Ludwig Hofbauer hat ja bereits selbst diesen Beweis erbracht unter Bedingungen, die bei Weitem überzeugender erscheinen, als dies bei meinem Versuche der Fall ist. Denn mein Versuch beweist nur, dass bei der Verseifung von mit Alcanna gefärbtem Fett keine blaue Farbstoffkrümel sich ausscheiden. Die physiologische Verseifung im Dünndarm ist aber nicht so einfach wie mein Versuch. Wenn Ludwig Hofbauer, der Hunde mit Alcannabutter fütterte, die Ausscheidung von blauen Krümeln im Darne nicht nachweisen konnte, obwohl ihre Gegenwart für seine Lehre nothwendig ist, so ist das von ihm selbst gemachte Bekenntniss der für ihn so unbequemen Wahrheit besonders werthvoll für uns.

Die Art seines Bekenntnisses verlangt noch eine Bemerkung. L. Hofbauer<sup>1)</sup> sagt:

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 626.

„Ich recapitulire meinen diesbezüglichen Gedankengang:

„Da bei der Verseifung des mit Alcannaroth gefärbten Fettes in vitro blauer Farbstoff in Krümeln ausfällt, so steht zu erwarten, dass dieser Farbstoff sich makroskopisch oder mindestens mikroskopisch manifestiren werde, falls auch nur grössere Quantitäten des verfütterten Fettes im Darmcanal verseift werden. Dass ich bei meinen Versuchsthieren niemals makroskopisch oder mikroskopisch Blaufärbung — allerdings nahm ich keine systematische mikroskopische Untersuchung des Darminhaltes vor — constatiren konnte, schien und scheint mir jedenfalls bemerkenswerth. Doch liess sich das dahin deuten, dass der ausgeschiedene Farbstoff durch die normaler Weise im Darminhalt befindlichen anderweitigen Farbstoffe verdeckt wird und deshalb wenigstens ohne eingehende Untersuchung, die ich anzustellen keine Ursache hatte, nicht erkannt werden kann.“

Damit wird schwerlich Jemand überzeugt, dass L. Hofbauer erklärt, er habe vielleicht nur deshalb den ausgefallenen Farbstoff nicht erkannt, weil er keine eingehende Untersuchung vorgenommen, die er anzustellen keine Ursache gehabt habe.

Es handelt sich ja doch aber um die Thatsache, auf welche er seine Beweisführung stützt, auf deren Sicherstellung alle Mühe verwandt werden musste: das **Ausfallen unlöslicher blauer Farbstoffkrümchen** in Folge der Verseifung. Solche blaue Krümel, die mit Nichts verwechselt werden können, zu sehen, ist doch sicher sehr leicht. Dass Hofbauer sie nicht sehen konnte, liegt unzweifelhaft daran, dass sie nicht da sind.

Noch weniger ansprechend ist die folgende Darlegung von Ludwig Hofbauer, in der er behauptet, dass das Fehlen der blauen Farbstoffkrümel im Darne nach Fütterung von Alcannabutter eine „bedeutungsvolle Stütze seiner Ansicht“ sei, obwohl doch das Ausfallen der blauen Krümel bei der Verseifung den Haupteinwand gegen mich darstellte, weil ich dieses Ausfallen wegen der Löslichkeit des Alcannins in Seife und Galle u. s. w. leugnete.

Ich gebe diese auffallende Erörterung Hofbauer's<sup>1)</sup> wieder:

„Diese Ueberlegung veranlasste mich zu einem am 14. Febr. 1900 (also ein halbes Jahr vor dem Erscheinen meiner in Discussion stehenden Publication) ausgeführten Versuche, über welchen mein Protokoll Folgendes berichtet:

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 626.



„Kleiner, brauner Pinscher bekommt am 14. Febr. 3<sup>h</sup> 45' Nachmittags in einem Paar Würstchen Butter, welche zum Theil mittelst des nativen Alcanna roth, zum Theil mittelst des auf Alkalizusatz aus Alcannaroth sich bildenden blauen Farbstoffes blau gefärbt wurde und wird Tags darauf um 10<sup>h</sup> 15' Vormittags getödtet. Bei der sofort vorgenommenen Eröffnung erweisen sich die Chylusgefäße mässig stark, aber deutlich weiss injicirt. Im Magen findet sich ein dunkelblauer Brei, im Duodenum wenig Inhalt, im Jejunum ein blau gefärbter, dünner Brei, im Ileum dunkelgrün gefärbter Inhalt. Der Versuch lehrt, dass der blaue Farbstoff leicht im Darminhalt nachzuweisen ist, wenn er in nennenswerther Quantität vorhanden ist.

„Wenn in demselben schon makroskopisch die Blaufärbung sich geltend machte und andererseits bei meinen Versuchen mit Verfütterung rothgefärbter Butter nicht einmal mikroskopisch Blaufärbung gefunden wurde, steht dieser Befund nicht in Widerspruch mit meiner Ansicht; er ist vielmehr eine bedeutungsvolle Stütze derselben. Es weist dies ebenfalls darauf hin, dass nicht alles Fett im Darmcanal vor der Resorption verseift wird. Man wäre vielleicht sogar bei aller Vorsicht berechtigt, hieraus zu schliessen, dass nur ein kleiner Theil des Fettes der Verseifung zugeführt wird.“

Der Versuch selbst ist leicht zu verstehen und ohne Bedeutung für die uns beschäftigende Frage. L. Hofbauer hat Alcannin in Alkalilauge zu blauer Flüssigkeit gelöst und diese mit Butter vermischt und verfüttert. Am anderen Tage fand sich nach Tödtung des Thieres im Magen noch blauer Inhalt, zum Beweis, dass die gesammte Magensäure die mit der Butter eingeführte allzureichliche Menge von Alkali nicht zu neutralisiren vermocht hatte. Denn sonst hätte Röthung eintreten müssen. Ja im Dünndarm war die blaue Farbe noch immer vorhanden. Also hat Hofbauer so viel Kali oder Natron dem Thiere in der Nahrung gegeben, dass die Säuren des Magens und des Darmes keine Neutralisation herzustellen vermochten, so dass die blaue Farbe erhalten bleiben musste. — Mikroskopisch hat L. Hofbauer den Brei nicht untersucht.

Hiermit ist Alles, was L. Hofbauer gegen die Löslichkeit des Grübler'schen Alcannins in Seifen vorgebracht hat, nochmals mit Angabe der Gründe seiner Irrthümer widerlegt.

#### IV. Gröbler's Alcannin ist in Galle löslich und die Gründe, wesshalb L. Hofbauer dies nicht erkannte.

Wir wenden uns jetzt zu der von Ludwig Hofbauer angezeifelten Löslichkeit des Gröbler'schen Alcannins in Galle.

Ich halte es für selbstverständlich, dass die Galle in dem Zustande zur Anwendung gelangt, der ihr während der Fettresorption im Darne zukommt. Scharf zu beachten ist, dass im Dünndarme während der Fettverdauung immer sehr grosse Mengen freier Fettsäuren vorhanden sind. Diese von Hofbauer viel zu wenig berücksichtigte Thatsache ist durch zuverlässige Versuche festgestellt:

Abelmann<sup>1)</sup> hat unter Minkowski's Leitung einen pankreaslosen Hund Abends und den nächsten Morgen mit je 25 g neutralem Olivenöl gefüttert und Nachmittags 1 Uhr getödtet. Es wird der Inhalt des Jejunum, Ileum und Colon zur Bestimmung der Quantität der Fettsäuren in den betreffenden Aetherextracten entnommen mit dem Ergebniss: Im Jejunum: 32 % Fettsäuren,  
Im Ileum: 57 % Fettsäuren,  
Im Colon: 76,1 % Fettsäuren.

Dieser wichtige Versuch ist von V. Harley<sup>2)</sup> bestätigt worden:

Normale Hunde und solche, bei denen das Pankreas vollkommen ausgerottet worden war, wurden mit Milch gefüttert, 4 bis 7 Stunden nach eingenommener Nahrung getödtet, und im Magen, Dünndarm und Dickdarm der Procentgehalt des gesammten Aetherextractes an Neutralfett, Fettsäuren und Seifen bestimmt. Harley<sup>3)</sup> leitet aus sämmtlichen Versuchen die folgende Tabelle der Mittelwerthe ab: Die gefütterte Milch enthielt nur Spuren von Seifen und etwa 3 bis 4 % fette Säure auf 100 Aetherextract.

	Neutralfett		Freie Fettsäuren		Fettsäuren in Seifen	
	Normal-Hund	Pankreas-loser Hund	Normal-Hund	Pankreas-loser Hund	Normal-Hund	Pankreas-loser Hund
Magen . . . .	77,54	68,17	18,5	31,29	0,63	0,55
Dünndarm . .	24,67	32,59	72,22	61,62	3,14	5,79
Dickdarm . . .	34,17	33,27	58,65	53,32	7,19	13,41

1) Abelmann, Ueber die Ausnutzung der Nahrungsstoffe nach Pankreas-exstirpation. Inaug.-Dissert. Dorpat 1890.

2) Proc. Roy. Soc. London vol. 61 p. 249 u. 265. Malý's Jahresber. 1897 S. 41.

3) Proc. Roy. Soc. London vol. 61 p. 263.

Die wichtigen Ergebnisse von V. Harley finden eine weitere Bestätigung durch die Untersuchungen von Hédon und Ville<sup>1)</sup>, welche zeigten, dass sogar bei Abschluss von Galle und Pankreassaft vom Darm die mit den Fäces ausgeschiedenen Fette zu 78 bis 90 % durch Fettsäuren vertreten waren.

Schon der Magen übt eine spaltende Wirkung auf die neutralen Fette aus, wie W. Marcet<sup>2)</sup> schon 1858 entdeckte. Dies ist dann (1880) von C. Ludwig und Cash<sup>3)</sup> bestätigt worden.

In neuester Zeit hat Franz Volhard<sup>4)</sup> in einer bedeutungsvollen Arbeit die Entdeckung veröffentlicht, dass das emulsierte Fett des Eidotters und der Milch im gesunden Magen des Menschen in 1½ bis 2½ Stunden schon 49 bis 89 % an freier Fettsäure liefert. Da nun die Verdauung der Milch im Magen längere Zeit in Anspruch nimmt, die Fettspaltung trotz der sauren Reaction in kräftiger Weise sich vollzieht, und im Dünndarm saure Reaction vorhanden ist, so wird also wenigstens beim Menschen das Magenferment allein genügen, um die gesammten Fette der Milch zu spalten. Franz Volhard macht darauf aufmerksam, dass die Fettspaltung im Magen nur dann stattfindet, wenn das Fett sich im emulsierten Zustande befindet.

Wenn ein Thier, wie wir soeben sahen, ohne Pankreas bis zu ¾ des eingeführten Fettes, ja noch mehr zu spalten vermag, so dürfte es keine Schwierigkeit haben, zuzulassen, dass ein normales Thier, das nicht durch so schwere Eingriffe geschwächt ist, und den fettspaltenden Pankreassaft in den Darm ergiesst, mit Leichtigkeit das gesammte Nahrungsfett in Fettsäure und Glycerin zu zerlegen vermag. —

Es ist ja ferner doch nicht zu bezweifeln, dass der Speisebrei, welcher aus dem Magen nach dem Dünndarme wandert, freie Salzsäure mit hinüber führt. —

Fettsäuren und Salzsäure zerlegen aber die gallensauren Alkalien und machen die Gallensäuren frei, die eine bedeutungsvolle Rolle bei der Fettresorption spielen, weil sie, wie von Marcet<sup>5)</sup>,

1) Archives de Physiologie (5) vol. 9 p. 618. 1897.

2) Proc. Roy. Soc. London vol. 9 p. 306.

3) Archiv von du Bois-Reymond 1880 S. 323.

4) Franz Volhard, Ueber Resorption und Fettspaltung im Magen. Münchener medic. Wochenschrift 1900 Nr. 5 und 6.

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

dann von Moore und Rockwood <sup>1)</sup> bewiesen wurde, die Fettsäuren in Lösung überführen.

Will man demnach die Bedeutung der Galle bei der Verdauung mit Alcannin gefärbter Fette richtig beurtheilen, muss man die Galle schwach mit Salzsäure ansäuern. Ich ging nur wenig über den Neutralitätsgrad hinaus, bis soeben die erste Spur einer dauernden Trübung der Galle eintrat. Dann reibe ich Grübler's Alcannin mit der Galle und warte unter öfterem Umrühren, bis eine tiefrothe Lösung erzielt ist. Nachdem ich durch ein schwedisches Filter abfiltrirt, schüttelte ich mit Aether, der stark geröthet wird und die Absorptionsstreifen des Alcannins darbietet, wie später genauer dargelegt werden soll.

Wer sich einmal diese Alcanninlösungen in Galle ansieht, ganz klar, ohne jede Trübung, tiefroth, so dass das mit dieser Flüssigkeit gefüllte Reagensglas undurchsichtig ist, während beim Vergleich die nicht mit Alcanna versetzte Galle unter denselben Umständen durchsichtig und grünlich gelb erscheint, der wird erstaunt sein, dass ich für das Wiener physiologische Laboratorium noch den Beweis des Gelöstseins des Alcannins in der Galle erbringen musste.

Die Thatsache selbst ist so auffällig, dass auch Hofbauer sie nicht unbedingt in Abrede stellt. Wie er sich wendet und dreht, geht aus folgenden Stellen hervor:

„Es ist ja richtig“, sagt Hofbauer <sup>2)</sup>, „dass bei längerem „Verreiben meines Alcannaroths mit frischer Hunde- „oder Ochsgalle in der Reibschale eine rothe Flüssig- „keit resultirt, die beim Schütteln mit Aether rothes „Extract gibt.“

Ferner <sup>3)</sup>:

„Der filtrirte, deutlich gallig gefärbte Dünndarmsaft eines Hundes „gibt, durch längere Zeit mit Alcannaroth in der Reibschale verrieben, „eine rothe Flüssigkeit. Unter dem Mikroskop zeigt sich diese „letztere als gefärbt; in ihr schwammen auch ungelöste Bröckel von „Alcanna.“

Hier sieht man abermals, dass die Lösung stattgefunden hat, ohne dass blaue Farbstoffkrümel auftraten.

---

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

2) Dieses Archiv Bd. 84 S. 623.

3) Dieses Archiv Bd. 84 S. 624.

Endlich nennt Ludwig Hofbauer<sup>1)</sup> die Galle die „best-lösende Flüssigkeit“ für Alcannin.

Trotzdem sucht er nun zuerst zu zeigen, dass die Löslichkeit zu gering sei, um als Erklärung für das Gefärbtsein des resorbierten Fettes dienen zu können. Hofbauer bedenkt nicht, dass doch Niemand beweisen kann, dass der vorhandene Grad der Löslichkeit nicht genügt. Auch auf Exner machte es einen unwahrscheinlichen Eindruck, dass das in den Darmsäften gelöste Alcannin in die Zottenepithelien übergeht und dort „trotz des vortrefflichen Lösungsmittels, „in dem es sich befindet, alsbald wieder in die ebenda befindlichen „Fettropfen übergeht, und zwar mit einer solchen Affinität, dass die „Fetttröpfchen merklich dieselbe Farbesättigung zeigen, wie vor der „Resorption. Ja“, so fährt S. Exner fort, „bei einer neuerlichen „Wiederholung des Versuches konnte ich nicht zweifeln, dass auch „die kleinen Fetttröpfchen im Innern der Epithelzellen die Roth- „färbung zeigen; man müsste also annehmen, dass schon in der „Epithelzelle der Farbstoff so reichlich wieder in das neugebildete „Fett eingetreten ist“<sup>2)</sup>.

Ich habe durch Versuche diese Bedenklichkeiten von S. Exner zu beseitigen gesucht.

Auf ein Uhrglas bringe man einen Tropfen filtrirter, mit Alcanninroth gefärbter Galle, schüttele ein wenig, so dass der Boden des Uhrglases in einem Kreis von 1 cm Radius benetzt ist, stelle auf ein weisses Papier und lege ein an der Spitze einer Stahlnadel hängendes Tröpfchen ungefärbter Oleinsäure auf die Oberfläche der Galle. Der Tropfen plattet sich sofort ab, dehnt sich aus, überzieht die ganze Oberfläche bis zum Rande. Die Haut erhält Risse, es sondern sich einzelne Fetzen derselben ab, sinken zu Boden, und so geht es fort, bis nach wenigen Minuten viele Flöckchen in der Flüssigkeit zu sehen sind. Und diese Flöckchen sind tief roth, enthalten viel mehr Farbstoff als die Flüssigkeit, aus der sie ihn bezogen haben. Allmählig vermindert sich die Zahl der Flöckchen und ihre Grösse, bis sie endlich ganz verschwunden sind. Ohne dass Erschütterung nöthig ist, sieht man hier, wie die saure (!) Galle die Oelsäure emulsionirt und wie die Emulsionsflöckchen sich in der Galle lösen.

Machte ich denselben Versuch mit denselben rothen sauren

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 625.

2) Dieses Archiv Bd. 84 S. 633.

Galle mit einem Tropfen ungefärbtem Olivenöl, das 1,6% Fettsäure (als Oelsäure berechnet) enthielt, so behielt der Tropfen seine kugelige Gestalt, breitete sich kaum aus, zerfiel auch nicht, wenn ich Erschütterungen der Flüssigkeit erzeugte. Was aber sofort auffiel, war, dass die Fetttropfen sehr stark rothe Farbe an ihrer Peripherie annahmen. Es sah aus, als ob in einer schwächer rothen Flüssigkeit ein tief rother Ring schwimme, der eine farblose Flüssigkeit umgebe. Im Laufe von einer Stunde war aber der ganze Tropfen tief roth und hob sich so von der Umgebung ab. — Aus wässriger Lösung ziehen Fetttropfen also gelöstes Alcannin mit grosser Begierde an. —

Daraus erklärt sich nun leicht die nach der Synthese des Fettes eintretende Wiederfärbung. Die Synthese ist eine Lebensarbeit und diese wird von der Zellsubstanz, dem Protoplasma, vollzogen, welches die Seifenmoleküle spaltet, das Alkali abstösst und aus Fettsäure und Glycerin das Fettmolekül zusammenfügt. Die auf diese Weise entstehenden Fettmoleküle müssen also anfangs wie die Theilchen eines Nebels durch das gesammte Protoplasma zerstreut sein, und, wie der Nebel zu Regentröpfchen, dann zusammenfliessen, um grössere Tröpfchen zu bilden. Hierbei kehren diese molekularen Stäubchen den Farbstoff, den sie anziehen, gleichsam mit nach dem Ort, wo ein grösserer Fetttropfen zur Ausscheidung gelangt.

Die Beweisführung Hofbauer's für die geringe Löslichkeit des Alcannins in Galle ist übrigens ganz unzulässig. Er stellt nämlich die denkbar ungünstigsten Bedingungen her, um Lösung zu erzielen, d. h. um sie zu verhindern, während die Verhältnisse im Darne viele tausend Mal günstiger liegen. — L. Hofbauer lässt ausser Acht, dass seine Alcanninbutter im Dünndarm eine Emulsion bildet, so dass also die Oberfläche des Fettes eine fast unendliche Vergrösserung erfährt. Nun wird jede Oberfläche der alcanninhaltigen Fettkügelchen fortwährend von dem Steapsin angefressen, also mit einer Seifenschicht überzogen, welche das freigewordene Alcannin sofort aufnimmt. Ausserdem sind die Inhaltmassen des Dünndarms in keinem Gleichgewichtszustande, sondern Resorption, Absonderung von Galle, Bauchspeichel, Darmsaft, Einströmen von Mageninhalt, sowie peristaltische Bewegungen fördern den Wechselverkehr der Oberfläche des im Fett gelösten Alcannins mit den Darmsäften.

Folgende Versuche Hofbauer's haben das gemeinsam, dass die Oberfläche des Alcannins, welche mit der lösenden Gallenflüssig-

keit in Berührung gebracht wird, unendlich klein gegen die Oberfläche ist, welche eine Emulsion von Alcannafett den wässrigen Flüssigkeiten des Darmes darbietet. Hierher gehören folgende Versuche Hofbauer's<sup>1)</sup>:

„Ueberschichtet man ein ca. erbsengrosses Stück Alcannaroth mit „frischer Galle, ohne die beiden Körper zu verreiben, so nimmt die „Galle selbst nach 24stündigem Stehen im Thermostaten nichts Merkliches von dem Farbstoffe auf; ihr Aetherextract ist farblos. Selbst „wenn man den ganzen Boden einer flachen Petri'schen Glasschale „mit dem Farbstoffe bestreicht und die darüber geschichtete Galle „eine Höhe von nicht mehr als  $\frac{1}{2}$  cm erreicht, nimmt letztere auch „bei 24stündigem Stehen im Brutofen so wenig Farbstoff auf, dass „ihr Aetherextract höchstens spurweise roth, bisweilen aber gar nicht „gefärbt ist. Nur nach Ansäuerung der Galle mit Salzsäure nach „E. Pflüger's Vorgang ist nach 24stündiger Einwirkung manchmal deutliche Alcannafärbung der Flüssigkeit erkennbar.

„Dieser geringen Löslichkeit in Galle entsprechen auch die bei „Verwendung von Darmsaft gewonnenen Resultate:

„Der filtrirte, deutlich gallig gefärbte Dünndarmsaft eines Hundes „gibt, durch längere Zeit mit Alcannaroth in der Reibschale verrieben, „eine rothe Flüssigkeit. Unter dem Mikroskop zeigt sich diese „letztere als gefärbt; in ihr schwammen auch ungelöste Bröckel von „Alcanna. Dass sich der Farbstoff aber nicht leicht löst, ergibt sich „aus folgendem Versuche:

„Der Dünndarminhalt eines in Resorption begriffenen Hundes „wird noch lebenswarm filtrirt. Eine Probe des deutlich gallig gefärbten Filtrates (ca. 5 ccm) wird in ein Kelchgläschen geleert, auf „dessen Boden sich ein linsengrosses Stück Alcannaroth befindet, der „Rest in ein Uhrschildchen, dessen concave Fläche völlig mit Alcannaroth bestrichen worden war. Beide Proben weisen nach zwölf „Stunden keine Aenderung ihrer ursprünglichen Farbe auf und lassen „den Aether, mit dem sie geschüttelt werden, farblos. Auch nach „24stündigem Verweilen im Brutofen zeigte sich keine Farbenänderung; „ja, selbst bei Ausdehnung des Versuches auf die Dauer von drei Tagen „lässt sich keine Rothfärbung constatiren. Das Aetherextract ist in „allen Fällen farblos.“

L. Hofbauer's Erörterungen zeigen, dass er keine Ahnung

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 623.

davon hat, in welcher riesenhafter Weise die von ihm bei dem Versuche eingehaltenen Bedingungen von den physiologischen Verhältnissen im Darne abweichen. Um Hofbauer deshalb einen Begriff zu geben, wie sehr die Oberfläche des Fettes, also auch des in ihm gelösten Alcanins mit der Emulsionierung wächst, wollen wir eine Fettkugel vom Radius 1 cm = 10 000  $\mu$  in Tröpfchen verwandeln, deren Radius =  $\frac{1}{1000}$  Mill. = 1  $\mu$ . Weil nun die Inhalte zweier Kugeln sich wie die Cuben der Radien verhalten, folgt, dass aus der grösseren Kugel

$$(10\,000)^3 = 1\,000\,000\,000\,000$$

kleinere Kugeln entstanden sind, d. h. Tausend Milliarden. Weil nun die Oberflächen der kleinen zu der grossen Kugel wie die Quadrate der Radien wachsen, verhalten sich dieselben in unserem Beispiel wie

$$1 : 100\,000\,000.$$

Demnach verhalten sich die Summen der Oberflächen der kleinen Kugeln, d. h. die durch die Emulsion geschaffene zur Oberfläche der grossen Fettkugel, wie sie vor der Emulsion war, wie

$$\frac{1\,000\,000\,000\,000}{100\,000\,000}$$

Es hat also eine zehntausendfache Vergrösserung der Oberfläche stattgefunden.

Die Oberfläche wird aber im Emulsionströpfchen für das Alcanin noch dadurch erheblich vermehrt, dass der Farbstoff bereits in Lösung ist, also in fortwährender Bewegung gegen die Oberfläche.

Ferner bleibt zu beachten, dass Hofbauer diese Versuche mit Galle anstellte, die er nicht vorher angesäuert hatte, wie dies doch allein den physiologischen Verhältnissen entspricht. —

Besonders wichtig erscheint ferner, dass Hofbauer, der durch Ausschütteln mit Aether die Gegenwart des Alcanins nachweisen will, und aus dem Farblosbleiben des Aethers auf die Abwesenheit des Alcanins schliesst, sehr oft — was ich nachher mit Sicherheit beweisen werde — unter Bedingungen gearbeitet hat, die ein rothes Aetherextract liefern musste; Hofbauer meldet aber ein farbloses Extract. Hier ist wieder ein Punkt, bei dem dieser Forscher den wirklichen Sachverhalt ganz und gar verkannt hat. —

Im Anschluss an die soeben erörterten Verhältnisse ist noch ein Versuch Hofbauer's zu besprechen, bei dem er einen Hund mit drei Gelatinecapseln fütterte, deren jede 1 g Alcanin enthielt.



schloss. 26 Stunden nach der Fütterung wurde der Hund getödtet und blieb bis zur Section noch 2 Tage liegen. Im Magen fand sich noch ein Stück Alcanna nebst mehreren Fleischbröckeln. Ebenso fanden sich im Duodenum „einige, im Jejunum ziemlich reichliche „makroskopisch sichtbare Pünktchen, die sich beim Zerdrücken und „mikroskopischer Besichtigung als structurlose dunkelrothe Masse „darstellen“.

Wenn bei der Section von der gefütterten Fleischwurst noch Bröckel gefunden worden sind, obwohl doch sicher das Fleisch zum grössten Theil in den letzten 24 Stunden verdaut worden ist, so erlauben die kleinen Reste von Alcannaroth doch keinen Rückschluss darauf, wieviel resorbirt oder gelöst wurde, da jeder quantitative Anhalt fehlt.

Trotzdem behauptet er, dass dieser Versuch die Löslichkeit des bei der Verseifung ausfallenden Farbstoffs nicht beweise. Also nach Hofbauer musste unlöslicher blauer Farbstoff bei dem Versuche ausfallen. Es ist aber Nichts davon bei mikroskopischer Prüfung zu sehen gewesen, obwohl rothe Farbstofftheilchen nachgewiesen wurden. Daraus kann doch kein Mensch einen andern Schluss ziehen, als dass entweder blaue Farbstoffkrümel bei der Verseifung nicht ausgefallen sind, oder dass sie sich wieder aufgelöst hatten, nachdem ihre Abscheidung sich vollzogen hatte. Gleichzeitig denkt er doch daran, dass der rothe nicht ausgefallene Farbstoff, den er nun vor sich hat, sich gelöst und das Fett in den Zotten geröthet haben könne. „Angesichts der geringen Löslichkeit des Alcannaroths „ist diese Annahme kaum haltbar“; so sagt Ludwig Hofbauer.

Um den Leser von der Richtigkeit meines Hofbauer betreffenden Berichtes zu überzeugen, lasse ich die Darlegungen dieses Forschers wortgetreu folgen:

„Wie wenig löslich Alcannaroth im Darmsaft ist, ersah ich lange „vor Publication meiner ersten Mittheilung aus einem am 15. Januar „1900 angestellten Versuch, über welchen mein Protokoll berichtet: „Mittelgrosser, graubrauner Hund bekommt am 15. Januar um 1<sup>h</sup> „Nachmittags in Wurst drei Gelatine kapseln, mit je 1 g Alcannaroth „gefüllt, nebst Butter und wird am 16. Januar um 2<sup>h</sup> 15' Nachmittags „getödtet. Bei der am 18. Januar vorgenommenen Section findet „sich im Magen noch ein Stück Alcanna nebst mehreren Fleisch-

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 625.

E. Pfäfer, Archiv für Physiologie. Bd. 85.

„bröckeln. Im Duodenum zeigen sich einige, im Jejunum ziemlich „reichliche, makroskopisch sichtbare Pünktchen, die sich beim Zerdrücken und mikroskopischer Besichtigung als structurlose dunkelrothe Masse darstellen. Dieselben sind, besonders im Jejunum, in „eine gelbliche, durchsichtige, glasige Masse nebst geringen Speiseresten eingetragen.

„Hier hatte das Thier einen Tag lang gelebt und zwei Tage „post mortem gelegen und trotzdem waren die kleinen Alcannakügelchen nicht aufgelöst; ja, es zeigte nicht einmal ihre nächste Umgebung Rothfärbung.

„Wie bereits erwähnt, hätte selbst die ausgesprochenste Löslichkeit des rothen Alcanna nicht zu beweisen vermocht, dass der „bei der Verseifung entstehende blaue Farbstoff in denselben Flüssigkeiten löslich sei. Man hätte aber immerhin daran denken können, „dass aus der verfütterten Alcannabutter ein Theil des Farbstoffes „extrahirt und selbstständig resorbirt werde, um nachträglich das in „den Zotten befindliche Fett zu färben. Angesichts der geringen „Löslichkeit des Alcannaroths ist diese Annahme kaum haltbar.“

Ich wende mich jetzt zu einer Gruppe von Versuchen, durch welche L. Hofbauer die Unlöslichkeit des Alcannins in Galle beweisen will und sein Ziel scheinbar erreicht, weil er immer denselben Fehler macht.

Der Leser hat gesehen, dass das Alcannin in Kalilauge mit blauer Farbe leicht löslich ist und dieser Lösung durch Aether nicht entzogen werden kann, offenbar weil das Alcanninsalz in Aether unlöslich ist.

Nun versetzt Ludwig Hofbauer Mischungen, die Galle und Alcannin enthalten, mit Kalilauge oder Flüssigkeiten, die Kali enthalten (z. B. „wie mit verdünnter wässriger Kalilauge verseifte Alcannabutter“) und will dann mit Aether das Alcannin ausschütteln, was natürlich unmöglich ist, wenn auch noch so viel Alcannin gelöst wäre.

Hieraus erklärt sich Hofbauer's<sup>1)</sup> Versuch 1, der genauer also lautet:

„1. Wird der mittelst verdünnter, wässriger Kalilauge verseiften „Alcannabutter frische Ochsen- oder Hundegalle in wechselnder „Quantität beigemengt und die resultirende, blaugrüne, trübe Flüssig-

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 621.

„keit in den Thermostaten gestellt, so ist auch nach 24stündigem „Verweilen in demselben keine Aenderung ihrer Eigenschaften eingetreten. Ihr Filtrat gibt, mit Aether ausgeschüttelt, ein absolut „farbloses oder leicht grünlich gefärbtes Extract, das mikroskopisch „keine Alcannastreifen erkennen lässt.“

Ein ähnlicher Fehler liegt im Versuch 2 von L. Hofbauer.

Hier hat er Alcannabutter, wie er sagt, mit so wenig Kalilauge versetzt, dass neben den blauen Partikeln des ausgefallten Farbstoffes roth gefärbte Fettbrocken zu sehen sind. Wird dieser Masse frische Ochsen-galle zugesetzt und 24 Stunden im Brutofen erwärmt, so erhält man kein rothgefärbtes Filtrat; dasselbe zeigt farbloses Aetherextract.

Die Erklärung dieses Versuches ist: Er hat flüssige (also heisse) Alcannabutter mit Kalilauge versetzt, durch welche das Alcannin sofort zersetzt wurde, so dass sich die dunklen Krümeln abschieden, während die anderen in Lösung gebliebenen Farbstoffe theils an das Alkali, theils an Fett gebunden waren. Da nun die Fettbrocken bei der Filtration auf dem Filter bleiben, so ist der Farbstoff der Flüssigkeit an Kali gebunden, und durch Aether nicht ausziehbar. Roth kann die Flüssigkeit auch nicht sein, weil sie Aetzkali enthält.

Der betreffende Versuch 2 Hofbauer's hat folgenden Wortlaut:

„2. Alcannabutter, mit so wenig Kalilauge versetzt, dass neben „den blauen Partikelchen des ausgefallten Farbstoffes roth gefärbte „Fettbrocken zu sehen sind, wird frische Ochsen-galle zugesetzt. Auch „diese Mischung gibt nach 24stündigem Verweilen im Brutofen kein „rothgefärbtes Filtrat; dasselbe zeigt farbloses Aetherextract.

In seinem Versuche 3 mischt L. Hofbauer filtrirten Darmsaft mit verseifter Alcannabutter, erwärmt 18 Stunden im Thermostaten und findet dann bei mikroskopischer Untersuchung viele blaue Bröckel des Farbstoffes in einer leicht gelblichen Flüssigkeit. Die Alcannabutter hatte ja die blauen Farbstoffbröckel von Anfang an enthalten, weil bei der Verseifung mit siedender Kalilauge das Alcannin sich zersetzt, und die unlöslichen dunkelblauen Bröckel liefert. Dass diese sich weder in Kali noch in Aether lösen, ist gewiss. Da sie aber bei der normalen Verdauung nicht auftreten, welche das Alcannin nicht zersetzt, und weil sie kein Alcannin sind, so kann der Versuch keinen Anhalt geben zur Beurtheilung, wie das Alcannin sich bei der Fettverdauung und Resorption verhält. Zur genaueren Beurtheilung theile ich wieder Hofbauer's Versuch wörtlich mit:

„3. Einem in Resorption befindlichen, eben getödteten Hunde  
 „wird der Darm vom Pylorus bis zur Bauhin'schen Klappe ent-  
 „nommen, sein Inhalt auf ein Faltenfilter ausgepresst, und das deut-  
 „lich gallig gefärbte Filtrat mit verseifter Alcannabutter versetzt.  
 „Nach 18stündigem Verweilen im Thermostaten filtrirt, resultirt eine  
 „trübe, dunkel gefärbte Flüssigkeit, in welcher sich unter dem Mikroskop  
 „viele blaue Bröckel des Farbstoffes in einer leicht gelblichen Flüssig-  
 „keit erkennen lassen. Eine Ausdehnung der Versuche auf mehr als  
 „18 Stunden schien mir mit Rücksicht auf die eintretende Fäulniss  
 „nicht angezeigt.“

Der jetzt folgende Versuch 4 gestaltet sich so, dass Hofbauer  
 Gemenge von Alcannabutter, Pankreatin-Glycerin, Galle mit Natron-  
 lauge auf  $42^{\circ}$  erwärmte. Fünf verschiedene Proben wurden nun  
 mit ein wenig Säure versetzt. Zwei der Proben blieben alkalisch,  
 drei sind sauer. Alle fünf Proben stellte er 14 Stunden in den  
 Thermostaten. Die Filtrate derselben gaben mit Aether ein farbloses  
 Extract.

Dass die durch Kali alkalischen Filtrate an Aether kein Al-  
 cannin abgaben, ist selbstverständlich, denn in den alkalischen Proben  
 zog das Natron den Farbstoff an und hielt ihn fest. In den sauren  
 Proben wurde durch das Fett das Alcannin festgehalten, und beim  
 Filtriren blieb das meiste Fett auf dem Filter, so dass die durch-  
 gehende Flüssigkeit nur sehr kleine Mengen Alcannin enthalten  
 konnte. Uebrigens kommt noch in Betracht, dass Hofbauer  
 längere Zeit diese Mischung, die einen Ueberschuss an ätzendem  
 Alkali enthielt, auf  $42^{\circ}$  C. erhitzte, was eine theilweise Zerstörung  
 des Alcannins zur Folge haben musste.

Ich theile auch diesen Versuch Hofbauer's<sup>1)</sup> wörtlich mit:

„4. 10 ccm filtrirter Alcannabutter werden im Wasserbade bei  
 „einer Temperatur von  $42^{\circ}$  C. mit wässriger  $1/10$ -Normalnatronlauge  
 „versetzt (3,8 ccm Lauge). Zu der Lackmuspapier bläuenden Flüssig-  
 „keit werden 5 ccm Pankreatin-Glycerin (Dr. Grübler, Leipzig)  
 „und 20 ccm frische Ochsen-galle zugesetzt. Die hierbei roth und  
 „sauer werdende Mischung wird mit 20 ccm wässriger  $1/10$ -Normal-  
 „natronlauge versetzt, so dass deutlich alkalische Reaction resultirt,  
 „und die Mischung durch  $1/2$  Stunde bei  $42^{\circ}$  C. im Wasserbade ge-

1) Dieses Archiv Bd. 84. S 621.

„rührt. Hiernach werden fünf Proben von je 10 ccm entnommen  
„und davon die

„1. mit 3,3 ccm  $\frac{1}{10}$ -Normalsalzsäure,

„2. „ 5 „  $\frac{1}{10}$  „

„3. „ 7 „  $\frac{3}{100}$  Milchsäure,

„4. „ 14 „  $\frac{3}{100}$  „

„5. „ 3 „  $\frac{1}{10}$  Normalsalzsäure und 7 ccm  $\frac{3}{100}$  Milchsäure

„versetzt. Die Proben 1 und 3 reagiren schwach alkalisch, die Proben  
„2, 4 und 5 sauer. Alle fünf Gläser werden in den Thermostaten  
„gestellt. Nach 14 Stunden sehen die Proben noch immer unverändert  
„aus. Auf der Oberfläche scheidet sich bei allen eine ziemlich klare,  
„rothe, dickliche Flüssigkeit aus, die beim Erkalten erstarrt; darunter  
„befindet sich bei 1 und 3 eine schmutzigbraune, insbesondere bei  
„3 stark trübe, dünne Flüssigkeit, bei 2, 4 und 5 eine gelbgraue, eben-  
„falls trübe und dünne Flüssigkeit. Alle diese trüben Flüssigkeiten geben  
„filtrirt und mit säurefreiem Aether geschüttelt ein farbloses Extract.“

Ludwig Hofbauer fühlte wohl selbst, dass seine Einsprache wegen der Löslichkeit des Alcannins in Gallę auf keine allgemeine Zustimmung rechnen dürfe, und gerieth desshalb auf den Gedanken, zu prüfen, ob eine scheinbare Alcannin-Gallenlösung eine Membran bei Diffusion durchsetzen könne. Unzweckmässiger Weise wählte er Schweinsblase; durch dieselbe sollte die Alcannin-Gallenlösung nach der anderen Seite vordringen, wo sich Wasser, Ochsen- oder Hundegalle befand.

Ich nenne diese Anordnung unzweckmässig aus folgenden Gründen:

Nehmen wir mit S. Exner die Dicke des gestreiften Basalsaums der Cylinderzelle des Dünndarms zu  $2\ \mu$  an, die Dicke der gequollenen Schweinsblase zu 2 mm, so ist der Weg für den diffundirenden Farbstoff durch die letztere 1000 Mal so lang wie der durch den Basalsaum. Nehmen wir an, dass  $\frac{1}{2}$  Stunde nöthig ist, bis nach Verfütterung von Alcannabutter so viel Farbstoff durch den Basalsaum gewandert ist, um durch Röthung der Fetttropfen nachweisbar zu werden, so würde bei gleicher Diffusionsgeschwindigkeit des durch die Schweinsblase vordringenden Alcannins  $1000 \times \frac{1}{2}$  Stunde = 500 Stunden = 20,8 Tage oder 3 Wochen nöthig sein. Da nun die Versuche bei Brütetemperatur von L. Hofbauer ausgeführt wurden, ist es klar, dass die Fäulniss dem Versuche ein Ende bereitet, ehe das Alcannin Zeit gehabt hat, die dicke Haut zu durchsetzen in so

grosser Menge, wie sie zum sicheren chemischen Nachweis vorhanden sein muss. L. Hofbauer sagt ja selbst, dass er den Versuch nicht über zwei Tage, der Fäulniss halber, habe fortsetzen wollen. Aus diesem Grunde habe ich als Membran die nicht fäulnissfähigen Diffusionszellen aus Pergamentpapier verwandt, wie sie in ausgezeichneter Weise von der Papierfabrik der Herren Schleicher & Schüll in Düren in verschiedener Grösse geliefert werden. Ich habe die Vorsichtsmaassregeln, deren ich mich bei den Diffusionsversuchen bediente, ja bereits oben beschrieben. —

Nicht versäumen will ich aber, hierbei hervorzuheben, dass die alkalische Galle an einem warmen Orte in 24 Stunden in stinkende Fäulniss übergeht, welche den Diffusionsversuchen eine schnelle Grenze setzt. Säuert man aber, wie ich es der Regel nach ausgeführt habe, zur Annäherung an die im Darm vorhandenen physiologischen Verhältnisse die Galle sehr schwach mit Salzsäure an, so kann man viele Tage die Diffusionsversuche fortsetzen, ohne durch Fäulnisserscheinungen geschädigt zu werden. Dass also der Galle fäulnisswidrige Eigenschaften zukommen — es handelt sich wohl um die Taurocholsäure —, erscheint hiernach kaum zu bezweifeln.

Gleich von vornherein möchte ich nicht versäumen, darauf hinzuweisen, wie ausserordentlich schwer alkalische oder auch schwach angesäuerte Galle filtrirt. Wenn ich auch Schnellfilter in Anwendung zog, verlossen meist viele Stunden, bis  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Liter Galle durchgegangen war. Dass eine so viscöse Flüssigkeit durch so dichte und dicke Platten, wie die des Pergamentpapieres der Diffusionshülsen, einen nur äusserst trägen endosmotischen Verkehr ermöglicht, kann nicht Wunder nehmen, und ich habe diese Thatsache bei meinen Versuchen fortwährend zu meinem Leidwesen zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Nun behauptet Ludwig Hofbauer, dass er bei solchen Versuchen, wo diesseits und jenseits der Membran dieselbe Galle war, die aber im Innern der Diffusionszelle Alcannin gelöst enthielt, niemals einen gerötheten Aetherextract habe erhalten können, und zwar auch dann nicht, wenn er vor dem Ausschütteln mit Aether durch Schwefelsäure angesäuert hatte. Er leugnet also die Diffusion des gelösten Alcannins durch die Membran.

Demgegenüber war mein Ergebniss, dass ich bei diesen Diffusionsversuchen immer ein Aetherextract erhielt, das ein herrliches Rosenroth darbot, von dem also Hofbauer nie etwas gesehen hat. Ich

glaubte deshalb das Spiel schon gewonnen zu haben. Da nahm ich dann dieselbe Gallenlösung, die mit Alcannin in keine Berührung gekommen, aber ebenso lange im Laboratorium bei derselben Temperatur aufbewahrt worden war, schüttelte mit Aether und erhielt ein ebenso schönes rosenrothes Extract. Es handelte sich also um einen neuen rothen Gallenfarbstoff, den ich sofort mit dem Spectroskop untersuchte und fand, dass er unglücklicher Weise denen des Alcannins sehr ähnliche prächtige Absorptionsbänder darbot. Ich bitte das Folgende als vorläufige Mittheilung zu betrachten, da ich mir eine eingehende Untersuchung des neuen Farbstoffes vorbehalte.

Wenn man also die angesäuerte Galle mit Aether ausgezogen hat, und den rothen ätherischen Extract vor das Spectroskop bringt, ergibt sich Folgendes:

Im mittleren Theile des Spectrums erscheinen drei Absorptionsbänder, von denen das mittlere durch seine Dunkelheit und Schärfe besonders auffällt. Es liegt im Blaugrün und ist durch Gelbgrün von einem zweiten blässerem im Gelb und Gelbgrün liegenden Bande getrennt, das den weniger brechbaren Theil des Gelb nicht mehr deckt. In viel grösserem Abstände vom mittleren schwarzen Bande findet sich im Blau ein blässerer Absorptionsstreif, der aber breiter als die beiden bereits beschriebenen sich darstellt. Zuweilen sah ich im Roth noch ein sehr blasses Absorptionsband. Beim Verdünnen der Farbstofflösung mit mehr Aether verschwindet zuerst der breite Streif im Blau, während die beiden anderen gleichmässig abblässen.

Giesst man nun in das Gefäss zu dem rothen Aetherextract ein wenig Kalilauge und schüttelt, so wird der Aether entfärbt, während die Kalilauge einen gelblichen Farbenton angenommen hat. Die spectroskopische Untersuchung dieser alkalischen Lösung des Farbstoffes zeigt, dass die drei vorher beschriebenen Bänder verschwunden sind; an ihrer Stelle ist ein einziges Absorptionsband vorhanden, welches im gelbgrünen Theil des Spectrums liegt.

Mit dem Vorbehalt, dass der neue von mir entdeckte Farbstoff sich als ein Gemenge erweisen sollte, schlage ich vor, ihn vorläufig Biliruboidin zu nennen.

Wie steht es nun mit dem Spectrum des Alcannins unter denselben Bedingungen?

Beim Lösen von Alcannin in Aether ergibt sich, dass recht deutlich roth gefärbte Lösungen noch keine Absorptionsstreifen geben, so dass die spectroskopische Untersuchung immer schon mehr als

Spuren in dem Aether voraussetzt. Bei hinreichender Concentration erscheinen also auch im mittleren Theile des Spectrums drei Absorptionsbänder, von denen aber im Gegensatz zu denen des Ruboidins der mittlere sehr blass und schmal erscheint und bei grösserer Verdünnung ganz verschwindet, während die beiden andern noch sehr deutlich vorhanden sind. Von diesen liegt das eine schmalere im Gelbgrün, das andere breitere im Blau.

Schüttelt man die Aetherlösung mit Kalilauge, so nimmt diese allen Farbstoff auf und wird prachtvoll blau. Vor dem Spectroskop sind die drei beschriebenen Streifen verschwunden. An ihrer Stelle sind zwei neue erschienen, von denen der eine breitere und dunklere im Roth liegt, während der andere schmalere und schwächere im Gelb gesehen wird. Bei abnehmender Concentration schwindet der letztere zu einem schwachen Schatten, während der im Roth noch deutlich sichtbar ist.

Wenn aber in einer Lösung Alcannin und Ruboidin gleichzeitig vorhanden sind, ist die Erkennung des Alcannins nur dann leicht, wenn es in hinreichender Menge vorhanden, um den nur dem Alcannin zukommenden Streifen im Roth bei alkalischer Reaction zu geben. Da aber bei diesen Versuchen das Alcannin im Diffusat gewöhnlich nur in sehr kleiner Menge enthalten ist, so erweist sich die spectroskopische Untersuchung nicht als eine ausreichend empfindliche Probe.

Dahingegen habe ich eine Reaction gefunden, welche für diese Versuche anwendbar ist, und von grosser Schärfe und Empfindlichkeit sich erwiesen hat, um das Alcannin neben dem Ruboidin zu erkennen.

Wenn man die vorschriftsgemäss schwach angesäuerte, nicht mit Alcannin versetzte Galle neben der Diffusionszelle ebenso lange wie diese stehen lässt, und dann daraus ein Aetherextract darstellt, das Roth ist und dann den Farbstoff mit möglichst wenig Kalilauge entzieht, so färbt sich die letztere gelblich. — Enthält nun das Diffusat in der Galle, welche die Diffusionszelle umspült, eine Spur Alcannin, und man wiederholt denselben Versuch, so erhält man erst rothes Aetherextract, das beim Schütteln mit wenig Kalilauge entfärbt wird, während letztere prachtvoll blaugrün erscheint; denn die Ausschüttelung der ätherischen Lösung des Alcannins mit Kalilauge gibt ja eine blaue Flüssigkeit. Diese Reaction hat mir vorzügliche Dienste geleistet. Sie ist aber nur dann beweisend, wenn



dieselbe Galle, die mit Alcannin nicht in Berührung gekommen ist, einen Aetherextract liefert, der die Kalilauge, mit der man ihn ausschüttelt, gelblich färbt. — In allen meinen Versuchen war dies der Fall, nachdem die Galle mehrere Tage im warmen Zimmer gestanden hatte. Denn ganz frische schwach angesäuerte Ochsen-galle gab mir grünen Aetherextract, der die Kalilauge, mit der der Aether ausgeschüttelt wurde, auch grün färbte.

Ich habe noch durch eine andere sehr empfindliche Probe, die auch die spectroscopische Prüfung erlaubt, den Nachweis des Alcannins im Diffusat ermöglicht, worüber ich alsbald das Genauere beschreiben werde. —

#### A. Diffusionsversuche.

Die wichtigste Bedingung zum Gelingen ist eine Galle, die möglichst viel Alcannin aufgelöst enthält. Nicht alle Gallen verhalten sich gleich. Zuweilen bekam ich nach schwachem Ansäuern in ein paar Stunden schon eine tiefrothe Lösung, in anderen Fällen musste ich mehrmals frisches Alcannin eintragen, vielmals zerreiben und trotzdem war nach 24 Stunden die Röthung geringer, als sie unter Umständen in 1—2 Stunden gewonnen werden kann. Stets geschah die Behandlung ohne Erhitzung bei Zimmertemperatur. Auch die Diffusionsversuche sind nicht im Brüteschrank, sondern ebenfalls bei durchschnittlich 20° C. ausgeführt. —

Die Lösung des Alcannins in der Galle findet auch bei neutraler, ja sogar bei alkalischer Reaction statt. Aus bereits angegebenen Gründen benutzte ich aber immer Galle, die sicher freie Taurocholsäure enthielt, und aus welcher die Glykocholsäure in Folge des vorsichtigen Zusatzes der verdünnten Salzsäure sich noch nicht abgeschieden hatte.

Für Diejenigen, welche die Thatsachen nachuntersuchen wollen, ist zu bemerken, dass man anfangs beim Einbringen des mit dem Alcannin beschmierten Glasstabes in Galle den Eindruck bekommt, als ob sich nichts löse. Denn der klebrige theerartige Stoff hängt sich an die Glaswand, und die durchsichtige grünliche Galle verändert ihre Farbe nicht. Lässt man aber kurze Zeit das Gemisch ruhig stehen, so bemerkt man, dass der Schaum auf der Oberfläche der Galle überall da, wo er an der Glaswand einem angeschmierten Alcannin benachbart ist, rosenroth gefärbt erscheint, dass bei der Bewegung der Galle die Alcannintheilchen rothe Wolken abgeben, die sich in der Flüssigkeit verbreiten, die nun beim Umrühren und neuem Zer-

reiben des Alcannins sich immer mehr röthet. Auch sehen die eingebrachten Alcanninklumpchen alsbald wie gequollen aus. Glaubt man eine hinreichend rothe Galle erlangt zu haben, wird sie filtrirt, und in gleicher Weise geschieht es mit derselben Galle, die nicht mit Alcannin versetzt wurde, aber unter denselben Bedingungen wie diese bis zur Filtration gestanden hat.

#### Versuch 9.

Frische Ochsgalle, fadenziehend, von grünlicher Farbe und alkalischer Reaction, wird filtrirt. Ein Theil des Filtrates neutralisirt, dann schwach angesäuert, so dass es noch klar ist. Löst allmählig (in mehreren Stunden) reichlichst Grüber's Alcannin zu tief rother Flüssigkeit, die filtrirt wird. Der nicht mit Alcannin versetzte Theil des Filtrates wird zu Controlversuchen bei Seite gestellt.

Pergamentzelle von 1,5 cm lichtem Durchmesser und 10 cm Höhe mit Paraffinsaum wird mit Alcanningalle gefüllt, in ein cylindrisches Gläschen von 3 cm lichtem Durchmesser und 9 cm Höhe gestellt. Eingegossen wird in dieses Gläschen, d. h. in den Raum zwischen Diffusionszelle und Glaswand, so viel von der ungefärbten Controlgalle, dass das Niveau innen und aussen von der Membran gleich hoch steht. Mit einem grösseren Becherglas wird die Diffusionsvorrichtung bedeckt.

Nachdem die Diffusion fünf Tage gedauert hat, liefert das Diffusat prächtig rothen Aetherextract. — Schütteln mit wenig Kalilauge entfärbt den Aether und die Lauge färbt sich blaugrün.

Derselbe Versuch mit der Controlgalle liefert rothen Aetherextract, der, mit Kalilauge geschüttelt, diese gelblich färbt.

Folglich ist Alcannin durch die Membran gedrungen.

Der Versuch wird mit grosser Zelle bei 20° C., 7 Tage dauernd, wiederholt. Keine Fäulniss! Diffusat gibt tiefrothen, die Controlgalle schwach rosigen Aetherauszug. Kalilauge färbt sich mit jenem grün, mit diesem gelblich. — Keine Absorptionsbänder. — Ebenso verhält sich der Farbstoff im Innern der Pergamentzelle. Das Alcannin war also wesentlich verändert.

#### Versuch 10.

Der Versuch 9 wird mit derselben Galle und unter genau denselben Bedingungen wiederholt — mit dem einzigen Unterschied, dass die Diffusionszelle aussen von destillirtem Wasser umspült ist. Nach fünf Tagen ist das Wasser gelbröthlich, aber der Gehalt an

Alcannin für die spectroscopische Untersuchung zu gering. Ausschütteln des Diffusats mit Aether bringt eine sehr geringe Röthung hervor. Ausschütteln mit sehr wenig Kalilauge ( $\frac{1}{2}$  ccm) im Reagensglase färbt letztere blaugrün mit Ausscheidung **blauer** Tropfen, die unter der Lupe aber blaugrün aussehen. —

Dieselbe Galle, welche nicht mit Alcanna versetzt war, gab bei dem Ausschütteln mit Aether rothes Extract, das durch Kalilauge entfärbt wurde. Die Lauge nahm einen gelblichen Farbenton an.

Das Alcannin diffundirt aus der Gallenlösung also auch gegen Wasser. Wie man sieht, diffundirt aber auch der Gallenfarbstoff ausserordentlich langsam und schwierig durch die Pergamentmembran.

Es gibt endlich noch einen einfachen Weg, um zu zeigen, dass das in Galle gelöste Alcannin die Pergamentmembran durchsetzt.

Zu dem Ende sei zu beiden Seiten dieser Membran dieselbe Galle und in einem anderen Gefässe wieder dieselbe Galle. Die Galle in der Diffusionszelle enthalte Alcannin gelöst. Wenn man nun nach mehreren Tagen das Diffusat bei durchfallendem Licht unter genau denselben Bedingungen mit der Controlgalle vergleicht, wird man einen Unterschied erkennen. Die Galle des Diffusates hat einen Stich in's Rothe in höherem Maasse, als das bei der Controlgalle der Fall ist. —

#### Versuch 11.

Weil die Diffusionszelle aussen von einer Flüssigkeit umspült sein muss, in welcher Alcannin löslich, stellte ich noch folgenden Versuch an.

Eine kleine Diffusionszelle mit Paraffinsaum wird mit tiefrother Alcanningalle gefüllt und in ein kleines cylindrisches Gläschen gestellt, das Olëinsäure enthält. Die Flüssigkeiten stehen innen und aussen annähernd gleich hoch. Nachdem die Diffusion einen Tag gedauert hat, ist das Ergebniss, dass die anfangs sonnenklare, Olëinsäure geröthet ist.

Der Versuch wird von mir angeführt mit der Verwahrung, dass er endosmotischen Verkehr des in Galle gelösten Alcannins durch die Poren der Membran nicht beweisen soll.

#### B. Transpirationsversuche.

Um mich von der Thatsache noch mehr zu überzeugen, dass das Alcannin in der Galle wirklich gelöst sei und nicht etwa nur in feinsten Vertheilung, brachte ich einen Tropfen der rothen Galle

auf hohl liegendes, schwedisches Filtrirpapier. Indem der Tropfen sich kreisförmig weiter und weiter ausbreitet, bleibt die rothe Farbe überall dieselbe; nur an dem Umfange der Kreisscheibe ist ein scharf gezeichneter tiefrother Rand zu sehen. Das ist die Stelle, wo die Verdampfung des Wassers am stärksten sich vollziehen muss, wohin also immerfort neue Flüssigkeit hinströmt, so dass eine Anhäufung von Farbstoff an dem peripheren Rande die Folge ist.

Eine Vorrichtung, welche einen fortwährenden Flüssigkeitsstrom in ähnlicher Weise bedingt, ist in den Krügen aus porösem Thon geboten. Das in ihnen enthaltene Wasser dringt rasch durch die Poren auf die äussere Oberfläche des Kruges, verdampft hier, und zieht damit immer wieder neues Wasser nach. — Es schien mir nun, als könne ich in ähnlicher Weise die Diffusionszellen aus Pergamentpapier benutzen, indem ich sie mit Alcanningalle füllte und nur mit einer Lage von schwedischem Filtrirpapier aussen umhüllte. Wird die so beschickte Zelle hingestellt, so muss sie sich ähnlich wie der poröse Thonkrug verhalten, so dass ein Flüssigkeitsstrom durch die Poren der Membran angeregt wird, der die gelösten Stoffe mitführen wird.

#### Versuch 11.

Drei Diffusionszellen von Pergamentpapier, 1,5 cm lichtem Durchmesser und 10 cm Höhe werden je über ein sie gerade ausfüllendes Glasrohr gezogen und nunmehr ein Ueberzug von schwedischem Filtrirpapier mit Seide so aufgebunden, dass das obere Drittel der Diffusionszellen frei vom Ueberzuge bleibt. Dann wird in bereits beschriebener Weise der Paraffinsaum angebracht, der eine Breite von etwa 1 cm einnimmt. Darauf werden die drei Zellen folgendermaassen beschickt:

Eine Zelle wird mit Alcanningalle, die zwei anderen Zellen mit Controlgalle, d. h. von Alcannin freier Galle gefüllt. Jede Diffusionszelle wird dann im warmen Zimmer in ein Becherglas gestellt, und über jeden solchen Transpirationsapparat eine kleine Glasglocke gestülpt.

Als nach 36 Stunden an keinem Umschlag irgend ein Anzeichen zu sehen war, dass Galle oder Alcannin durch die Membran gegangen sei, nahm ich die Glasglocken fort, um die Verdunstung mehr zu begünstigen. Es war Abends. Den anderen Morgen war das äussere Papier immer noch farblos, obwohl das Volum der Flüssig-

keit in den Zellen sich beträchtlich durch Verdunstung verringert hatte. Ich goss desshalb in jede Zelle ungefähr so viel Wasser ein, als verdunstet war. Nach kurzer Zeit begannen die äusseren Hüllen feucht zu werden, und jetzt schon war bald die Hülle des Alcanninröhrchens schwach rosig, die der anderen Zellen gelblich. Nach 24 Stunden erschien jenes stark geröthet, die anderen Zellen hatten nur bräunlichgelben Umschlag. Dieser auffallende Unterschied ist wohl so zu verstehen, dass in dieser Galle die Menge des gelösten Alcannins die des Gallenfarbstoffs bei Weitem übertraf.

Ich band nun das rothe Fliesspapier ab, steckte es in ein Reagensglas, goss Aether auf, stöpselte zu und schüttelte oft, bis das Papier nahezu entfärbt war.

Als ich dann die rothe Lösung vor dem Spectroskop untersuchte, erschienen die von mir bereits beschriebenen Bänder des Alcannins. Der mittlere Streifen fehlte, weil die Lösung doch nicht stark genug gefärbt war.

Darauf schüttelte ich mit wenig Kalilauge, welche dem Aether die Farbe entzog und sich prachtvoll blau färbte.

Bei der spectroscopischen Untersuchung erschienen die zwei Absorptionsbänder des Alcannins in alkalischer Lösung, also eines im Roth, eines im Gelbgrün.

Hierdurch ist nun der strenge Beweis geliefert, dass das Alcannin gelöst in Galle die Poren des Pergamentpapieres durchdringen kann.

Ich nahm nun die Diffusionszelle, spritzte die Oberfläche gut mit destillirtem Wasser ab, und stellte sie zu einem neuen Versuch in ein Gläschen von 3 cm lichtem Durchmesser und 9 cm Höhe, und goss etwas destillirtes Wasser in den Raum, der sich zwischen Glaswand und Diffusionszelle befand. Erst nach mehreren Tagen hatte das äussere Wasser einen gelblichen Ton angenommen, gab an Aether keine sichtbare Farbe ab; schüttelte ich aber den Aether mit ein wenig Kalilauge, so färbte sich diese schwach blaugrün. Der Versuch beweist also, dass die Diffusionszelle dicht war und dass die Diffusion von Alcanningalle durch Pergamentpapier gegen destillirtes Wasser sehr viel schwieriger sich vollzieht, als es bei dem Transpirationsversuch beobachtet worden ist. — Merkwürdig ist, dass bei dem Transpirationsversuch fast nur Alcannin die Membran durchsetzt hatte, so dass das Fliesspapier prächtig roth aussah, während bei

dem Diffusionsversuch neben kleinen Mengen Alcannins auch Gallenfarbstoff sich bemerkbar machte.

Diesen wichtigen Versuch habe ich noch zwei Mal mit anderer Alcanningalle und gleichem Erfolge wiederholt. Bei einer Zelle erschien am Fliesspapier kräftige Röthung schon nach 12 Stunden, und es handelte sich sicher nicht etwa um eine lecke Stelle; denn die äussere Oberfläche des Röhrchens schwitzte auf allen Stellen die röthende Flüssigkeit aus.

Es dürfte angemessen sein, jetzt zu erklären, warum Ludwig Hofbauer auch hier niemals den wahren Sachverhalt darzustellen vermocht hat.

Ludwig Hofbauer<sup>1)</sup> sagt:

„Es ist ja richtig, dass bei längeren Versuchen meines Alcanna-  
„rothes mit frischer Hunde- oder Ochsen-galle in der Reibschale eine  
„rothe Flüssigkeit resultirt, die beim Schütteln mit Aether rothes  
„Extract gibt. Dem stehen jedoch die folgenden Versuchsergebnisse  
„gegenüber. Aus dieser rothen Flüssigkeit diffundirt auch bei tage-  
„langem Stehen nichts von dem rothen Farbstoff in die durch  
„Schweinsblase getrennte Ochsen-galle, Hundegalle oder in Wasser.“

Der Versuch, den Hofbauer zur Stütze der Behauptung anführt, dass in Galle gelöstes Alcannin nicht durch eine Membran dringen könne, beschreibt er folgendermaassen<sup>2)</sup>:

„5. 30 g filtrirte Alcannabutter werden mit 110 g verdünnter  
„Kalilauge verseift (die blaue Flüssigkeit weist noch einige roth-  
„gefärbte Bröckel auf) und 50 cem frische Ochsen-galle beigemischt,  
„hierauf die Flüssigkeit im Brutofen (bei 37,1° C.) drei Tage lang  
„der Diffusion durch Schweinsblase gegen Quellwasser ausgesetzt; die  
„täglich beobachtete untere Wasserschicht wird während dieser Zeit  
„immer intensiver gallig gefärbt, zeigt jedoch keinerlei Roth- oder  
„Blaufärbung. Sie wird nach Ablauf der drei Tage mit verdünnter  
„Schwefelsäure angesäuert (um etwaigen blauen Farbstoff in den  
„ätherlöslichen rothen überzuführen) und mit Schwefeläther aus-  
„geschüttelt. Das resultirende Aetherextract ist leicht gelblich gefärbt,  
„zeigt aber (auch spectroscopisch) keine Spur von Alcannagehalt.“

Dieser Versuch ist aus vielen Gründen nicht für Hofbauer's Behauptung zu verwerthen, der zu Folge das in Galle gelöste Alcannin eine Membran nicht durchdringen kann. Denn:

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 623.

2) Dieses Archiv Bd. 84 S. 622.

1. Der Farbstoff, mit dem er arbeitete, ist gar kein Alcannin oder enthält nur noch Spuren davon. Denn Hofbauer hat das Alcannin mit Kalilauge — bei der beabsichtigten Verseifung der Alcannabutter — gekocht. Beim Kochen von Alcannin mit Kalilauge wird dasselbe, wie ich oben zeigte, zersetzt.

2. Er hat den Versuch nicht unter den Bedingungen angestellt, wie sie im Dünndarm bei der Fettresorption vorhanden sind. Seine Diffusionsmischung war ein Gemenge von Galle mit Fett, Seife und Kalilauge. Aetzendes Alkali kommt im Dünndarm niemals vor. Wäre noch unzersetztes Alcannin dagewesen, so würde dies wesentlich als Kalisalz in Lösung sich befunden haben. Die Diffusion dieses Salzes ist im Dünndarm ausgeschlossen, weil es eben nie vorkommen kann.

3. Weil Hofbauer das Gallengemisch mit der Schweinsblase drei Tage bei alkalischer Reaction auf  $37,1^{\circ}$  C. erwärmt hat, so muss in dieser Zeit eine starke Fäulniss eingetreten sein, die die noch vorhandenen Reste des Alcannins zersetzt haben kann.

4. Hofbauer gebrauchte Quellwasser, in welcher die Gallenlösung diffundiren sollte. Da nun in dem Quellwasser Kalksalze, zuweilen in grosser Menge, vorkommen, so mussten diese beim Vordringen in die Membran den entgegenkommenden Seifen begegnen und Niederschläge von Kalkseifen veranlassen, welche alsbald die Filterporen verstopften. — Es ist ferner bekannt, dass die löslichen Alkalisalze der Gallenfarbstoffe mit löslichen Kalksalzen Niederschläge von unlöslichen Kalksalzen der Farbstoffe geben, die denselben Uebelstand wie die Seifen bedingen.

5. Hofbauer hat das Diffusat nach Ansäuern mit Aether ausgeschüttelt, und ein leicht gelblich gefärbtes Extract erhalten, welches, wie er mit offener Befriedigung hervorhebt, „keine Spur von Alcannagehalt“ spectroscopisch zeigte. Da ist denn doch zu bedenken, dass sehr verdünnte Lösungen von Alcannin gelblich erscheinen, und dass eine leicht gelbliche, ja sogar rosenrothe Aetherlösung von Alcannin bei spectroscopischer Untersuchung keine Absorptionsstreifen zeigt. Hofbauer's Beobachtung schliesst also das Vorhandensein von Alcannin im Diffusate keineswegs aus.

## V. Sigmund Exner's Beweisführung wird untersucht.

Nachdem die Untersuchung von Ludwig Hofbauer in jedem Punkte widerlegt ist, wende ich mich nun zu der Abhandlung von

Sigmund Exner, der Hofbauer's Arbeit angeregt, und, wie aus seinen Aeusserungen hervorgeht, sich selbst bei derselben hülffreich betheiligt hat.

In seiner Beurtheilung der Untersuchung Hofbauer's fällt sofort auf, dass der Kernpunkt des Beweises, nämlich das Ausfallen des Alcannins bei der Verseifung im Darne als zweifelhaft hingestellt wird. Denn Exner meint, es sei die Hypothese denkbar, dass die von Hofbauer „in vitro“ ausgeführte Verseifung unter anderen Bedingungen durchgeführt sei als unter den im Darne vielleicht vorhandenen.

Wie richtig S. Exner den wahren Sachverhalt ahnt, geht am deutlichsten aus seinen eigenen Worten hervor<sup>1)</sup>:

„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 Darm lumen 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.“

Statt nun, wie ich es gethan habe, die hier klar erkannte Unsicherheit durch den Versuch zu beseitigen, unterlässt er es, weil er der irrigen Ansicht ist, dass die Löslichkeit des Alcannins in der Abhandlung von Hofbauer „nach allen (!) für die Verdauungs-

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 633.



„vorgänge in Betracht kommenden Richtungen eingehend erörtert ist.“ Dass Hofbauer die Frage nach allen Richtungen eingehend untersucht hat, kann man S. Exner nicht zugeben. Denn obwohl Hofbauer fortwährend den Verseifungsvorgang untersuchen musste, hat er sich denselben noch nicht einmal zum Verständniss gebracht. Wenn Butter mit wässriger Kalilauge verseift wird, meint er, dass die auf der Flüssigkeit schwimmende Oel-Schicht Fettsäuren (!) wären. „Es kommt dabei“, so sagt S. Exner ferner zur Stütze Hofbauer's, „nicht in Betracht, dass Alcannabutter mit starker Kalilauge behandelt und filtrirt eine blaue Lösung gibt.“ Also gerade der Hauptfehler, den Hofbauer gemacht hat, scheint Exner unbedenklich. Desshalb ruft er mit steigender Beredtsamkeit:

„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 vorauszusetzen.“

Gewiss, Exner hat Recht, es gab für ihn keine Thatsache, welche bezeugte, dass das Verhalten des Alcannins bei der Verseifung im Darne ein ganz anderes sei als bei dem Kochen mit Kali. Es gab keine ihm widersprechende Thatsache, weil er die nothwendige Untersuchung des Verhaltens des Alcannins im Darne nicht angestellt hat, wie ich es gethan habe. Was er eine Reihe von Hypothesen nennt, ist eben nach meiner Untersuchung eine Reihe fester Thatsachen. —

Noch eine andere Erörterung zeigt abermals, wieweit Exner von einer richtigen Auffassung der Vorgänge bei der Verseifung der Alcanninbutter im Darne entfernt ist. Denn er meint wirklich, dass bei der Verdauung von Alcanninbutter ein unlöslicher blauer Farbstoff ausfalle.

„Noch in anderer Weise“, so sagt Exner, „könnte man sich den Hofbauer'schen Versuch deuten, ohne die Resorption unverseifter Fette annehmen 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 über- „geführt 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 Abhand- „lung 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, ver- „möge 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 Denk- „weise dagegen sträubt.“

Den mir von Exner hier wenn auch mittelbar gemachten Vor- wurf kühner Hypothesen, die ich betreffend des bei der physiologi- schen Verseifung ausfallenden blauen Farbstoffs zu machen mich veranlasst finden könnte, verdiene ich nicht. Denn ich habe strenge bewiesen, dass dieser ausfallende unlösliche blaue Farbstoff nicht existirt. Die Hypothese ist also auf Exner's Seite.

Nachdem jede Thatsache, die in Hofbauer's Untersuchung gemeldet wird, als unrichtig sich herausgestellt hat, fällt die hieraus für S. Exner erwachsende Stütze vollkommen. So ganz vollständig verkennt S. Exner dies auch keineswegs. Denn er sagt<sup>1)</sup> mit Rücksicht auf Hofbauer's Versuch:

„Ich muss auch in Bezug auf diesen Versuch wiederholen, dass „von einem stricten Beweis nicht die Rede sein kann; wohl aber „scheint mir die Wahrscheinlichkeit der von uns vertretenen An- „schauung durch denselben wesentlich gesteigert.“

Die Empfindung der Schwäche der durch Hofbauer's Arbeit gelieferten Stütze ist wohl die wesentliche Ursache, dass Exner von einem allgemeineren zum Theil philosophischen Gesichtspunkte das Wesen der Fettresorption zu enträthseln versucht.

Vorerst weist S. Exner darauf hin, wie unwahrscheinlich es

---

1) Dieses Archiv Bd. 84 S. 632.

sei, dass die Natur dem Fetttröpfchen den Weg, den es bei der Resorption durchwandern muss, und der nicht mehr als  $\frac{2}{1000}$  mm Länge hat, nicht bloss verschliesst, sondern verlangt, dass das Tröpfchen seine chemische Eigenthümlichkeit vollkommen ändern soll, ehe ihm Durchlass gewährt, und dass, nachdem dieses Wegestückchen dann zurückgelegt ist, die frühere Eigenthümlichkeit dem Fett wieder verliehen wird. S. Exner sieht in der verwickelten chemischen Arbeit, welche das Fett erleiden muss, um durch den Basalsaum der resorbirenden Epithelzelle zu dringen, einen Widerspruch gegen die Sparsamkeit der Natur. Gewiss sehen wir diese Sparsamkeit an vielen Stellen des lebendigen Organismus sich offenbaren. Man braucht nur an die Anpassung der Arbeiten der Organe an die jeweiligen Bedürfnisse zu denken. Meines Erachtens ist aber die Sparsamkeit in der Natur nur da zu finden, wo sie zweckmässig ist, d. h. wo sie die Existenz des Individuums oder der Art fordert. Man sieht auch dann sofort, wie der Kampf um das Dasein sie mit Nothwendigkeit züchten musste.

Nicht so ist es da, wo die Sparsamkeit das Dasein bedroht. Hier finden wir im Gegentheil eine in's Riesenhafte gehende Verschwendung. Alois Lode bestimmte, dass im Durchschnitte in einer Samenentleerung des Mannes 226257900 Spermatozoen, in einer solchen des Hundes 55778000 Spermatozoen<sup>1)</sup> enthalten seien. Und doch wird nur ein einziges Spermatozoon zur Befruchtung eines Eies verworthen. Damit dies geschehen könne, muss die Natur nutzlos das vielmal Millionenfache dieser wunderbaren Gebilde erzeugen.

Hier war eine unermessliche Verschwendung durchaus nothwendig, um vermöge des thatsächlichen Baues der Geschlechtsorgane den grossen Zweck der Erhaltung der Art zu sichern. —

Nicht alle Fälle grosser Verschwendung der Natur scheinen sich auf diese Weise zu erklären. Die nähere Zergliederung zeigt gleichwohl, dass die Erhaltung des Lebens der immer maassgebende Grund bleibt. Untersucht man den Eierstock eines Kindes vor der Geburt, so beherbergt er viele Millionen von Ureiern und Eiern, bezw. Oogonien. Trotzdem gelangen von diesen Millionen während des ganzen Lebens noch nicht 1000 Eier zur Reife. Die meisten gehen zu Grunde. Dieser ungeheuere Reichthum an Eiern war bei den

---

1) Dieses Archiv Bd. 50 S. 287.

frühen Vorfahren der Menschen von grösster Bedeutung für die Erhaltung der Art und durch Vererbung ist diese Einrichtung bis auf den Menschen in allerdings verkümmelter Form überkommen.

Die Natur ist also — *semper temporibus utens* — bald geizig, bald verschwenderisch, je nachdem die Erhaltung des Daseins es nothwendig macht.

Da Fett ein höchwichtiges Nahrungsmittel ist, das in grossen Mengen und in kurzer Zeit resorbirt werden muss, und das durch die dünnste nasse Haut nicht gehen kann, so war die Aufgabe bei der Fettresorption nur dadurch zu lösen, dass das Fett in Körper umgewandelt wurde, die sich im Wasser lösen.

Nun behauptet S. Exner, dass v. Basch und Brücke bei der Resorption kleine Fetttröpfchen in der Membran — dem sog. Basalsaume — der resorbirenden Cylinderzelle gesehen hätten. Das steht im Widerspruch mit allen anderen ausgezeichneten Beobachtern. Da der Basalsaum leicht in Stäbchen zerfällt, so könnte der Fall einmal eintreten, dass die kleinen Tröpfchen sich zwischen diese gelockerten Stäbchen eindringen. Das ist aber sicher nicht das normale Verhältniss. Mir scheint noch folgende Betrachtung von Belang.

Wenn es wahr wäre, dass das Fett in der Form des Tröpfchens die dicke Haut der resorbirenden Cylinderzelle durchsetzt, so müsste diese Zellhaut während der Resorption mit einer Fett-Emulsion erfüllt sein. Betrachtet man die in diesem Zustande befindliche lebendige Zotte unter dem Mikroskope im Profil, so stehen die Basalsäume in einer Flucht und Ebene auf der Kante, und das Licht durchläuft also eine beträchtliche Ausdehnung dieser Substanz, in der eine reiche Fett-Emulsion eingelagert sein soll. Wie könnte dann diese Schicht, dieser Basalsaum klar und durchsichtig sein wie Wasser, ohne dass sich eine Spur der starken Dunkelheit und Schwärzung bemerkbar macht, die überall da gesehen wird, wo viele Fetttröpfchen neben einander liegen? — Es ist also die Behauptung, dass eine Fett-Emulsion während der Resorption sich im Basalsaume findet, mit Entschiedenheit zurückzuweisen.

Was mich überzeugt hat von der Lehre, dass das Fett in wasserlöslicher Form resorbirt wird, sind die grossartigen Thatsachen, welche zeigen, dass die Natur hierzu die ausreichenden Mittel in weitgehendster Weise geschaffen hat. —

Ist es denn nicht erstaunlich, dass nach der Entdeckung von

W. Kühne und Radziejewski ein herabgekommener Hund durch Füttern mit blosser Seife gemästet werden kann, dass er also aus der Seife in seinem Körper grosse Fettmassen erzeugte, obwohl in der gefütterten Seife das Glycerin fehlt, welches zum Aufbaue der Fette auch erst in den Zellen gebildet werden muss. Spätere Untersuchungen, unter denen besonders die von Otto Frank hervorzuheben sind, haben die glänzende Entdeckung von W. Kühne und Radziejewski nicht bloss bestätigt, sondern dahin erweitert, dass sehr verschiedene Seifenarten, in denen das Metall durch Alkyle, wie Aethyl vertreten ist, und die man gewöhnlich Ester nennt, auch eine Erzeugung echten Fettes im thierischen Körper anregen, der abermals das Glycerin aus unbekannter Quelle beisteuert. Also sehr verschiedene Verbindungen, die Fettsäuren, aber kein Glycerin enthalten, ja Fettsäuren allein veranlassen durch Synthese die Ablagerung echten Fettes im lebendigen thierischen Organismus in so ausgedehntem Maasse, wie sie auch die unmittelbare Zufuhr echten Fettes in der Nahrung nicht grösser zu veranlassen vermag. Diese grossartige Fähigkeit des Körpers, so gewaltige Fettmassen aus Fettsäuren, zu erzeugen, wäre doch gar nicht nöthig zur Erhaltung des Daseins, wenn das in der Nahrung dem Körper schon in reichlichster Menge gebotene Fett, so wie es ist, resorbirt und abgelagert werden könnte. Eine unnöthige Fähigkeit kann unmöglich durch die natürliche Züchtung entwickelt werden. Dass die Fähigkeit der physiologischen Fettsynthese in so ausgedehntem Maasse sich ausbilden konnte, kann nur dadurch bedingt sein, dass sie für die Erhaltung des Lebens nothwendig ist. Sie ist es, wenn wir das Fett, so wie es ist, nicht resorbiren können. Auch dass die thierischen Zellen das zum Aufbaue des Fettes nöthige Glycerin selbst beisteuern, wenn es in der Nahrung fehlt, hat einen tiefen Sinn. Denn in dem Nahrungsfett sind neben den Neutralfetten oft nicht unbedeutende Mengen freier Fettsäuren, die zur Fettsynthese nicht verwertbar wären, wenn der Organismus das fehlende Glycerin nicht aus unbekannter Quelle — vielleicht aus Zucker — beizusteuern vermöchte.

Und wo vollzieht sich die Fettsynthese? Bei Seifenfütterung ist Seifenlösung im Dünndarm, und in den Chylusgefässen strömt bereits das aus der Seife entstandene Neutralfett, das bereits in der resorbirenden Epithelzelle als Emulsion gesehen wird. Also: diesseits des resorbirenden Saumes der Cylinderzelle ist Seife, jenseits Fett,

das aus der Seife entstand. Ein Weg von 2 Tausendstel Millimeter trennt die beiden Stoffe: die Seife einerseits und das daraus entstandene Fett andererseits. Gewiss, ich stimme S. Exner vollkommen bei; das ist sehr merkwürdig. Die Natur selbst konnte die chemischen Grundeigenschaften der Stoffe nicht ändern, denen zu Folge Fett nasse Häute nicht zu durchdringen vermag. Desshalb musste die Grundeigenschaft des Fettes, nämlich die Unlöslichkeit in Wasser, beseitigt werden.

Und dann ist doch die aus allen Untersuchungen sich hervorhebende Thatsache, dass von den verschiedenen fettartigen Stoffen oder Fettarten nur diejenigen vom Organismus resorbirt und verwerthet werden können, die verseifbar sind, oder in wasserlösliche Form gebracht werden können, von allerschwerstem Gewicht. Ich habe dies ja in meiner grossen, die Fettresorption betreffenden Abhandlung<sup>1)</sup> sehr eingehend auseinandergesetzt.

Das bestimmt mich, hier für den sinnreichen Versuch von V. Henriques und C. Hansen noch einmal eine Lanze zu brechen, obwohl ich von diesen Forschern schlecht und ungerecht behandelt worden bin. Sie gehören zu den Geistern, welche nicht begreifen, dass Demjenigen, welcher eine Thatsache richtig verstehen lehrt, ein grösseres Verdienst zukommt als Demjenigen, welcher sie entdeckt, aber nicht verstanden hat. Diese Forscher haben ein Gemenge von Schweinefett und Paraffin gefüttert und gefunden, dass das nicht verseifbare Paraffin sich im Kothe wiederfand, während das verseifbare Schweinefett resorbirt worden war.

S. Exner sucht diesen merkwürdigen Versuch sehr kurz abzuthun mit der Bemerkung:

„Und der sehr schön ausgedachte Versuch von Henriques und C. Hansen 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., fern zu halten.“

Gewiss! Hier fragt sich nur, ob der Kunstgriff in der Nichtverseifbarkeit des Paraffins besteht, weil alle nicht verseifbaren Fette nicht resorbirt werden. Dass die Natur nach Exner bestrebt ist, alle nicht verwerthbaren Stoffe auszuschliessen, ist doch geradezu unrichtig, da alle in Wasser löslichen Gifte in den Verdauungs-

---

1) Dieses Archiv Bd. 82 S. 303. 1900.

werkzeugen resorbirt werden. Und ist denn Exner's Alcannin-versuch nicht auf die Voraussetzung gegründet, dass ein für den Organismus nicht verwerthbarer Stoff resorbirt werde? Erzählt Hofbauer nicht selbst, dass auch der rothe Farbstoff Sudan III in Stejskal's Versuch resorbirt worden sei. Wenn S. Exner die Annahme macht, dass ein Fetttröpfchen, das das für den Organismus nicht verwerthbare Alcannin oder Sudan III gelöst enthält, bei der Resorption den Farbstoff mitnimmt, so muss er zugeben, dass für ein Fetttröpfchen, welches das für den Organismus nicht verwerthbare Paraffin gelöst enthalte, das Gleiche gilt. —

Weil auch Immanuel Munk<sup>1)</sup> die wichtige Arbeit von V. Henriques und C. Hansen einer abfälligen, falschen Beurtheilung unterzieht, muss ich genauer auf dieselbe eingehen.

Das Wesentliche des Versuches von V. Henriques und C. Hansen besteht in Folgendem<sup>2)</sup>: „Wenn man dem Paraffin eine ganz unbedeutende Menge freier Fettsäure zusetzt, kann man durch Schütteln der geschmolzenen Mischung mit einer Auflösung kohlensauren Natrons eine ganz feine Emulsion des Vaselins erhalten — eine Emulsion, die einer Fett-Emulsion durchaus ähnlich ist.“ „Wenn man Paraffin und Vaseline (oder Vaselineöl) in angemessenem Verhältniss zusammenmischt, ist man leicht im Stande, ein Paraffin von geeigneter Consistenz und geeignetem Schmelzpunkte darzustellen.“ „Mischt man gleiche Gewichtstheile Paraffin und „Schweinefett, das ein wenig freie Fettsäure enthält, so wird eine „derartige Mischung durch Schütteln mit einer schwachen Sodalösung „ebenfalls eine typische Emulsion ergeben. Dass die einzelnen feinen „Tröpfchen der Emulsion aus gleichen Theilen Paraffin und Fett „bestehen“, wiesen V. Henriques und C. Hansen „folgendermaassen „nach: Eine Mischung gleicher Theile Paraffin und Fett wurde in „Sodalösung emulsirt und die Flüssigkeit darauf centrifugirt. Es „bildet sich hierdurch im oberen Theile des Glases eine rahmartige „Flüssigkeit, während diese im unteren Theile klarer, zunächst „molkenähnlich ist. Der obere Theil der Rahmschicht wird mittelst „einer Pipette abgesaugt und analysirt. Es erweist sich nun, dass „die aufgesaugte Flüssigkeit aus gleichen Theilen Paraffin und Fett „besteht. Das beweist, dass die einzelnen kleinen Tröpfchen aus „gleichen Theilen Paraffin und Fett bestehen.“

1) Centralbl. f. Physiol. 1900, 10. Nov., S. 409.

2) Centralbl. f. Physiol. 1900, 29. Sept., S. 313.

Füttert man daher ein Thier mit einer solchen Mischung aus gleichen Theilen Paraffin und Fett, der eine geringe Menge freier Fettsäure zugesetzt ist, so muss das Thier, wenn das Fett als Emulsion in unaufgelöster Form aufgenommen wird, ebensoviel Paraffin als Fett resorbiren; wenn das Fett aber nur im verseiften Zustande resorbirt werden kann, so kann das nicht verseifbare Paraffin nicht aufgesogen werden, wohl aber das verseifbare Fett. Der Versuch ergab also, dass das Fett resorbirt, das Paraffin mit dem Kothe vollständig ausgestossen wurde.

V. Henriques und C. Hansen ziehen daraus den im Wesentlichen unanfechtbaren Schluss: „dass das Fett bei den von uns (Henriques und Hansen) ausgeführten Versuchen nur in gelöster Form (als Seifen) aufgesaugt worden sein kann“.

Immanuel Munk erhebt nun in seiner bekannten absprechenden Art gegen V. Henriques und C. Hansen einen Einwand, der ein wahres Taschenspielerkunststück darstellt. Denn während er einen scheinbar vernichtenden Einwand gegen den Paraffin-Fettversuch vorbringt, gibt er gleichzeitig die Wahrheit zu, gegen welche der Einwand gerichtet ist. Und trotzdem hat er in der Literatur schon Zustimmung gefunden. Sehen wir desshalb das Taschenspielerkunststück etwas genauer an.

„Verfasser haben beobachtet“, so lässt sich Immanuel Munk vernehmen, „dass man durch Schütteln einer Mischung von Schweinefett (+ etwas Fettsäure) und Paraffin mit wässriger Sodalösung eine Emulsion erhält, von der jedes Fetttröpfchen aus gleichen Theilen von Fett und Paraffin besteht. Wenn nun die Autoren an ihre Versuchsthiere eine solche Emulsion verfüttert hätten, könnte sich eventuell etwas über den Modus der Fettresorption ergeben. Allein sie verfütterten nur eine Mischung von gleichen Theilen Fett, Paraffin und (entfettetem) Fleischmehl mit etwas Kochsalz zusammengeschmolzen, offenbar in der Erwartung, dass der Darm daraus eine Emulsion bereiten würde. Allein wodurch soll das sichergestellt werden, dass im Darm immer gleiche Theile von Paraffin und Fett mit der erforderlichen Menge von kohlensaurem Natron zusammentreffen und die Emulsion bilden und wodurch haben sich die Verfasser davon überzeugt? Dass das Paraffin als solches vom Darm resorbirt wird, ist bisher durch keinen Versuch erwiesen; auch meine eigenen Erfahrungen sprechen gegen die Resorbirbarkeit selbst des flüssigen Paraffins. Ferner geht aus ihren



„Versuchen nur hervor, dass wenn man gleiche Theile von Paraffin und Fett verfüttert, das Fett resorbirt wird, das Paraffin aber nicht, was nicht neu ist.“ (Wer hat den Versuch von V. Henriques und C. Hansen denn schon gemacht? Immanuel Munk doch nicht!) „Ueber den Modus der Fettresorption ergibt sich daraus „absolut nichts.“

Mehr kann man die Wahrheit nicht entstellen, als es hier geschieht.

Zwei Möglichkeiten der Fettresorption gibt es:

- I. Das Fett wird als Emulsion, also in Wasser ungelöst resorbirt;
- II. Das Fett wird nicht als Emulsion, sondern in Wasser gelöst resorbirt. —

Da nun bei dem Versuche von V. Henriques und C. Hansen das Fett thatsächlich resorbirt worden ist und von Immanuel Munk die dabei entstandene Emulsion bestritten wird, so muss das Fett in Lösung übergegangen sein. Mag man also zugeben, dass aus dem gefütterten Paraffinfettgemisch eine Emulsion im Darne entstanden ist oder nicht, die Schlussfolgerung bleibt dieselbe:

**Das Fett ist in gelöster Form resorbirt worden.**

Immanuel Munk wird erwidern: Nur in diesem Versuche ist ausnahmsweise das Fett nicht als Emulsion zur Aufsaugung gelangt. Dieser Versuch ist nicht die Regel.

Gut! Und wie ist bei diesem Versuche das Fett in wasserlösliche Form gebracht gewesen? Offenbar doch nur als Seife und in Galle gelöste freie Fettsäure. Beides setzt voraus, dass das Fett im Darne durch Steapsin gespalten und durch die Salze der Alkalien dann verseift worden ist.

Nun ist aber das Steapsin in wässriger Lösung und kann in das nicht emulsionirte Paraffinfettgemenge nicht eindringen. Die Natronsalze, welche die Verseifung der frei gewordenen und in dem Fettgemisch noch gelösten Fettsäuren bewirken sollen, befinden sich auch in wässriger Lösung, und für sie gilt dasselbe wie für das Steapsin. Unter normalen Verhältnissen wird das Fett emulsionirt, und dadurch eine ungeheure Oberfläche hergestellt, so dass die im wässrigen Darmsaft gelösten Stoffe mit den Bestandtheilen des Fettes in ausreichenden Wechselverkehr treten können. Wenn aber nach Immanuel Munk bei der Fütterung eines Gemenges von Paraffin und Fett, ohne Emulsionsbildung im Darm, also trotz der grössten,

dadurch geschaffenen Hindernisse, das Fett doch ganz in wasserlösliche Form umgewandelt werden konnte, so muss dies unter normalen Verhältnissen erst recht geschehen. Der Versuch von V. Henriques und C. Hansen ist und bleibt demnach von grösstem Gewicht und bildet einen bedeutungsvollen Baustein für die Lehre von der Fettresorption. Und wenn Immanuel Munk behauptet, dass er für den Modus der Fettresorption „absolut nichts“ „ergibt“, so ist dies nur wieder ein Beleg seiner Anmaassung und geringen Einsicht.

Es ist aber nicht dieser eine Versuch, es sind vielmehr alle in Betracht kommenden Thatsachen, die einstimmig bezeugen, dass das Fett in wasserlöslicher Form, d. h. wie alle anderen verdauten Nahrungsmittel, zur Resorption gelangt.

---