

Ich fand nun auf den Schnitten sowohl wie auf Totopräparaten, dass in sehr vielen Fällen ein und mehr Spermatozoen in die Eier eingedrungen waren. Häufig fand ich das Spermatozoon in unmittelbarer Nähe des Eikerns, Spermakern und Eikern von einer gemeinsamen Strahlung umgeben.

Es ist also sehr wahrscheinlich, dass sich eben diese Eier, in welche ein Spermatozoon eingedrungen war, auch entwickelt hätten. Da der Monaster aber auch dann entsteht, wenn nur die Membran (z. B. mit Spermaextrakt) hervorgerufen worden war, so bleibt es noch fraglich, ob hier die sperma- und eikernumgebende Sphäre auf das Eindringen des Spermatozoon hin entstanden ist, resp. ob auch der Spermaster auftritt. Ferner muss untersucht werden, ob diese Erscheinungen auch bei Entwicklungserregung ohne Membranbildung eintreten. Vor allem aber wird es sich darum handeln, festzustellen, ob Ei und Spermakern miteinander verschmelzen.

Ich hoffe in nächster Zeit gleichzeitig mit der eingehenden Beschreibung meiner Experimente auch weitere Resultate der histologischen Untersuchung mitteilen zu können.

## Zur Frage der elektiven Fähigkeiten der Resorptionsorgane.

Von Rudolf Höber in Zürich.

Es ist eine durch tausendfältige Beispiele zu belegende Tatsache, dass verschiedene Zellen von Tieren oder Pflanzen demselben Nährmedium dessen Bestandteile in quantitativ stark verschiedenem Maße entziehen; ich erinnere etwa an die Eigenschaften der Meeresalgen, die die winzigen Mengen Jod, welche im Meerwasser enthalten sind, an sich zu ziehen, oder an die Zellen unserer eigenen Organe, die aus dem gleichen Blutstrom als Leberzellen den Zucker, als Schilddrüsenzellen Jod, als Nierenzellen Harnstoff zu stapeln vermögen. Man sieht in diesen elektiven Fähigkeiten wohl mit Recht den Ausdruck eines speziellen Bedarfs jeder Zelle, wenn man darunter nichts weiter versteht als den Effekt einer Verkettung der Leistungen jeder Zelle, sei es für den Gesamtorganismus, sei es gegenüber der Umgebung, mit dem chemischen Betrieb in ihrem Innern, welcher ihre Leistungen ermöglicht.

Man muss sich aber wohl davor hüten, in der Konstatierung des Zusammenhanges der Elektion mit den besonderen Leistungen bereits eine befriedigende Erklärung für jene zu erblicken; vielmehr erhebt sich bei jedem einzelnen Nachweis einer Auswahl die Frage nach den Mitteln, mit welchen die Zelle sie vollzieht. Diese Frage kann aber nur in einer verschwindend kleinen Anzahl von Fällen bisher ausreichend beantwortet werden, weil wir über den Modus, durch den die meisten normalen Zellbestandteile ins Zellinnere aufgenommen werden, noch gänzlich ununterrichtet sind. Da, wo uns heute schon das Wahlvermögen genügend verständlich geworden

ist, da handelt es sich um eine Auswahl, welche den zumeist gegebenen Verhältnissen nicht vollauf entspricht.

Für eines der bekanntesten Paradigmen einer augenfälligen auswählenden Stapelung, für die von Pfeffer<sup>1)</sup> beschriebene Anhäufung großer Mengen Methylenblau in den Wurzeln von *Lemna minor*, welche in eine Lösung von 1 Teil Farbstoff in 100 Millionen Teilen Wasser eintauchen ist eine zufriedenstellende Erklärung einerseits darin gelegen, dass das Methylenblau zu den lipoidlöslichen Substanzen gehört, welche die lipoide Plasmahaut der Zellen leicht zu durchdringen vermögen, andererseits darin, dass im Zellsaft der Wurzelzellen Gerbsäure enthalten ist, welche alles eindringende Methylenblau sofort niederschlägt<sup>2)</sup>. In analoger Weise ist es für uns verständlich, dass mit Vorliebe von den Bestandteilen des Nervensystems die Narkotika gestapelt werden<sup>3)</sup>, weil das Nervensystem von dem vortrefflichen Lösungsmittel für die Narkotika, von den lipoiden Substanzen, besonders reichliche Mengen enthält. Aber dies zweite Beispiel wird schon niemand als vollwertiges Analogon zu der Mehrzahl der Elektionen gelten lassen, welche die natürlichen Vorgänge an der Zelle begleiten. Nicht nur die lipoidlöslichen Narkotika, sondern überhaupt die lipoidlöslichen Stoffe gehören ja zu den seltenen Komponenten der Organismen, und deshalb darf man alle bevorzugten Aufnahmen von lipoidlöslichen Stoffen, wo sie auch konstatiert werden, nicht durchaus als typischen Ausdruck des Wahlvermögens der Zellen ansehen, höchstens als wichtigen Beweis dafür, dass diejenige Stelle, an der der Übergang der Stoffe von der Zellumgebung ins Zellinnere erfolgt, nämlich die Plasmahaut, bei der überwiegenden Zahl von Zellen ähnlich konstruiert ist.

Immerhin ist für das Zustandekommen mancher ganz normaler Elektionen die lipoide Beschaffenheit der Zelloberfläche von grundlegender Bedeutung, so etwa, wenn wir die Blutkörperchen unter verschiedenen ihnen gebotenen Gasen das Kohlendioxyd und den Sauerstoff auswählen sehen; denn mindestens verdankt das erstere, vielleicht auch das zweite seiner Lipoidlöslichkeit die Fähigkeit, ohne weiteres ins Innere der Blutkörperchen vorzudringen.

Dazu kommt freilich noch, gerade so wie in dem vorher zitierten Pfeffer'schen Beispiel, als ein Faktor von viel allgemeinerer Bedeutung für die Elektion das Moment der chemischen Bindung der auszuwählenden Substanz. Denn vieles spricht dafür, dass, ganz entsprechend dem Entstehen des Gerbsäureniederschlages in den Lemnazellen und der Bindung des Kohlendioxyds an die verschiedenen Eiweißstoffe der Blutkörperchen, generell zu den bevorzugten Mitteln der auswählenden Magazinierung die Bildung neuer

1) Unters. aus dem botan. Institut zu Tübingen 2, 179 (1886). — Plasmahant u. Vacuolen. 1890, 285.

2) Siehe dazu: Overton. Zeitschr. f. physik. Chem. 22, 189 (1897).

3) Siehe dazu: Pohl. Arch. f. experiment. Pathol. 28, 239 (1891). Gréhant. Compt. rend. de la Soc. de Biol. 1899, 246. Archangelsky. Arch. f. experim. Pathol. 46, 347 (1901).

Verbindungen im Innern der Zellen durch Reaktion mit spezifischen Komponenten derselben gehört. —

Bei meinen Untersuchungen über die den Resorptionsvorgang beherrschenden Kräfte<sup>1)</sup> bin ich nun unlängst auf einen Fall von quantiativem Wahlvermögen gestoßen, mit welchem ich mich in letzter Zeit von neuem beschäftigt habe. Es ist eine bekannte Tatsache, dass, wenn man dem Futter von Kaninchen oder Mäusen anorganische Eisensalze beimengt, alsbald mit Schwefelammonium oder mit Ferrocyankalium und Salzsäure resorbiertes Eisen in den Epithelien der Duodenalzotten nachzuweisen ist. Nun ist für eine große Zahl von Zellen festgestellt worden, dass ihre Oberfläche für die anorganischen Salze undurchlässig ist; ich speziell habe für das Hauptresorptionsorgan der Wirbeltiere, für den Dünndarm, welchem viele aus teleologischen Gründen ohne weiteres ein besonders ausgeprägtes Wahlvermögen zutrauen, nachgewiesen, dass im allgemeinen sein resorbierendes Epithel keine von der Norm abweichende Durchlässigkeiten aufweist, dass z. B. die zu den notwendigen Nahrungsstoffen gehörenden Salze und die Zucker wegen ihrer Lipoidunlöslichkeit ihren Weg ins Körperinnere zwischen den Epithelzellen nehmen müssen, und nicht von diesen aufgenommen und weitergegeben werden, während für den Körper unbrauchbare oder schädliche Stoffe, wenn sie nur lipoidlöslich sind, mit weit größerer Geschwindigkeit durch die Zelleiber hindurch in den Säftestrom gelangen. Deshalb erscheint das Verhalten der Eisensalze von vornherein in einem besonderen Licht und erweckt den Anschein, als ob die Aufnahme des nicht gerade reichlich in der Nahrung enthaltenen, aber doch zum Hämoglobinaufbau unbedingt notwendigen Eisens vielleicht durch besondere Mittel garantiert wird. In dieser Meinung wurde ich durch das Resultat einer Versuchsreihe bestärkt, in welcher auf meine Veranlassung Dr. C. Fuchs das Resorptionsvermögen des Darmes für verschiedene andere Schwermetallsalze (Salze des Co, Ni, Fe, Mn, Bi, Cu, Ag, Pb) untersuchte<sup>2)</sup>. Es stellte sich nämlich heraus, dass die Eisensalze eine höchst frappierende Sonderstellung einnehmen, dass die Resorptionsepithelien sich mit ihm wie mit keinem der andern Schwermetallsalze beladen, so dass der Eindruck nur verstärkt wird, dass in dem Resorptionsbild offenbar der Ausdruck eines speziellen Bedürfnisses des Körpers bezw. einer eigenartigen Anpassung der Zelltätigkeit an die Leistungen der blutbildenden Gewebe zu erblicken ist.

Natürlich erhebt sich sofort die Frage nach besonderen Einrichtungen der Epithelien, welche sie zu der spezialisierten elektiven Funktion befähigen. Indessen muss man, scheint mir, von vornherein auch noch eine viel einfachere Möglichkeit für die Lösung des Problems mit ins Auge fassen: es wäre immerhin denkbar, dass die Verwertung des Eisens im Haushalt des Körpers nicht die Ursache für die bevorzugte Resorption im Darm, sondern dass sie

1) Pflüger's Archiv Bd. 70, 74, 86 u. 94.

2) Pflüger's Archiv 94, 337 (1903).



deren Wirkung ist; mit anderen Worten: vielleicht liegt es an besonderen Eigenschaften der Eisensalze, physikalischen oder chemischen, dass sie leichter als andere Schwermetallsalze aufgenommen werden. Damit ergeben sich zwei Methoden, der Sonderstellung des Eisens auf den Grund zu gehen, eine physikalisch-chemische, und eine, die ich als biologische bezeichnen will. Von dieser soll zuerst die Rede sein.

I. Biologische Methode: Diese Methode besteht darin, dass die elektiven Fähigkeiten der Resorptionszellen verschiedener Tiere, deren Schwermetallbedarf ein verschiedener ist, miteinander verglichen werden. Bekanntlich findet man im Gefäßsystem der Wirbellosen „respiratorische Globine“, welche nur in der Funktion, nicht in der Zusammensetzung dem Hämoglobin entsprechen. So sind gewisse Klassen der Mollusken und Krustaceen durch den Besitz eines kupferhaltigen Globins, des Hämocyanins, andere Klassen der Mollusken durch den Besitz manganhaltiger „Achromoglobine“ ausgezeichnet<sup>1)</sup>. Wenn man nun von der Ansicht ausgeht, dass die Auswahl des Eisens unter den Schwermetallen von seiten der Resorptionszellen der Säugetiere auf einer Anpassung der Zellleistungen an die Bedürfnisse des Organismus basiert, so darf man vermuten, dass auch für die ausreichende Bildung der anderen, weder an Wirksamkeit noch an Metallgehalt hinter dem Hämoglobin zurückstehenden Globine die Resorptionszellen mit herangezogen werden, dass also etwa bei Gastropoden und Cephalopoden ein Wahlvermögen für Kupfer ausgebildet ist.

Zur Prüfung der Angelegenheit ließ ich durch cand. phil. Lifschütz Fütterungsversuche an *Helix pomatia* und an *Astacus fluviatilis*, deren beider Blut Hämocyanin enthält, mit einer eisen- und einer kupferhaltigen Nahrung vornehmen. Die Metalle wurden in verschiedener Form gegeben; nach den Ergebnissen scheint darauf wenig anzukommen. Das Eisen kam als Eisenchlorid, als kolloidales Eisenoxyd (*Ferrum oxydatum saccharatum*) und als „Carniferin“, d. i. das durch Fällung der Phosphorfleischsäure mit Eisenchlorid gewonnene Produkt, zur Verwendung. Das Kupfer wurde als Kupfersulfat, als Kupferammoniumsulfat und als eine dem Ferratin analoge Verbindung von Kupfer mit Eiweiß, deren Darstellung wir nach den Angaben von Schwarz<sup>2)</sup> vornahmen, verfüttert. Meistens wurden die Verbindungen in wechselnden Mengen mit Wasser und Stärke zu einem dünnen Brei verrührt. Den Krebsen, welche niemals spontan fraßen, wurde ihr Futter mit Hilfe eines ausgezogenen Glasrohrs direkt in den Kaumagen eingeführt<sup>3)</sup>, die Schnecken fraßen die verschiedenen Eisennahrungen gewöhnlich in reichlichen Mengen spontan, verschmähten aber die Kupferpräparate entweder von vornherein oder nach kurzer Zeit

1) Siehe darüber: v. Fürth, Vergleichende chem. Physiologie der niederen Tiere. 1903, S. 43 ff.

2) Arch. f. experiment. Pathol. und Pharmokol. 35, 437. (1895).

3) Siehe dazu: Jordan. Pflüger's Archiv 101, 289 (1904).

und wurden deshalb ebenfalls mehrmals mit einer Glaskapillare, allerdings mit wenig sicherem Erfolg, gefüttert. Außerdem wurden zur Kontrolle Tiere metallfrei ernährt. Nach einer Zeit von 4—14 Tagen, innerhalb deren die Nahrungszufuhr mehrmals wiederholt wurde, wurden die Tiere getötet, ihre Mitteldarmdrüse nach der üblichen Methode in die Hall'sche Mischung von Schwefelammonium, Alkohol und Wasser gelegt<sup>1)</sup> und später geschnitten. Die Schnitte wurden dann entweder noch einmal mit Schwefelammonium oder mit Ferrocyankalium-Salzsäure behandelt. Das Ergebnis der Schnittuntersuchung war, dass in den Resorptionszellen der Mitteldarmdrüse sowohl bei den Krebsen wie bei den Schnecken mit Sicherheit resorbiertes Eisen, mehrmals in reichlichen Mengen, aufzufinden war<sup>2)</sup>, während der Nachweis von Kupfer in keinem einzigen Fall bestimmt gelang. Auf das Ausbleiben der Kupferreaktion an der Schneckenleber will ich nicht viel Gewicht legen, weil, wie gesagt, die Kupferfütterung bei den Schnecken meist wenig befriedigend auszuführen war. Die Krebsversuche halte ich aber für beweisend.

Aus dem Ergebnis sind nun vor allem zwei Schlüsse zu ziehen: Erstens ist in dem Hauptresorptionsorgan der Versuchstiere, der Mitteldarmdrüse, trotz des Kupferbedarfs für die Blutbildung eine Begünstigung der Kupferresorption nicht nachzuweisen; natürlich ist damit nicht ausgeschlossen, wenn auch unwahrscheinlich, dass der Kupferimport von einer anderen Körperstelle in ausgiebigerem Maß vollzogen wird. Zweitens — und das ist das wichtigere — gerade so, wie bei den Wirbeltieren, findet auch hier bei den Wirbellosen eine reichliche intrazelluläre Eisenresorption statt — man kann nicht sagen: obgleich nicht das geringste Bedürfnis nach Eisen vorhanden ist; denn H. Dohrn<sup>3)</sup> hat auch im Blut vom Flusskrebse einen Eisengehalt von 0,02 Proz. neben 0,03 Proz. Kupfer festgestellt, und nach Dastre und Floresco<sup>4)</sup> enthält das eisenreichste Organ von *Helix pomatia*, die Leber, in 1 g Trockensubstanz 0,1 mg Eisen, welchem die Autoren oxydative Funktionen zuschreiben. Dennoch kann man wohl behaupten, dass der Kupferbedarf dieser Tiere mindestens nicht hinter ihrem Eisenbedarf zurücksteht; wollte man daher in der deutlichen Eisenresorption den Ausdruck einer Anpassung an die Lebensbedürfnisse sehen, so könnte man nicht begreifen, warum nicht auch das Kupfer reichlich und intrazellulär zur Resorption gebracht wird. Deshalb ist es die plausiblere Annahme, in der Elektion der Eisensalze nicht ein Zeichen einer spezialisierten Funktion der Resorptionszellen zu erblicken, sondern den Grund dafür in speziellen Eigenschaften der Eisensalze zu suchen, welche das Eindringen in die in bestimmter, aber nicht

1) du Bois-Reymond's Archiv 1896, 49, u. 142.

2) Siche auch Jordan, l. c.

3) Nach v. Fürth, Vgl. chem. Physiol. der nied. Tiere.

4) Arch. de Physiol. Série 5, T. 10.

durchweg bekannter Weise organisierten Zellen begünstigen. Natürlich ist zu untersuchen, welche Art diese präsumptiven, der Resorption dienlichen Eigenschaften der Eisensalze sind. Diese Frage behandelt:

II. Die physikalisch-chemische Methode: Ich habe in einer früheren Abhandlung darauf hingewiesen, dass aus dem Darm von Hunden die lipoidlöslichen Stoffe weit rascher resorbiert werden als die lipoidunlöslichen; in neuerdings ausgeführten größeren Versuchsreihen, über welche bisher noch nicht berichtet ist, habe ich mich auch davon überzeugt, dass die Resorptionsgeschwindigkeit sogar je nach dem Grade der Lipoidlöslichkeit variiert. Ich kann also behaupten, dass ein bestimmter physikochemischer Charakter den Resorptionselementen ein bestimmtes elektives Vermögen zuerteilt. Nun wird eine sehr große Zahl von Beobachtungen vortrefflich unter Zugrundelegung der Hypothese von Overton einheitlich erklärt, dass das lipoiden Lösungsmittel in der Zelloberfläche als Grenzmembran angeordnet ist; der Zusammenhang der Resorptionsgeschwindigkeit mit der Lipoidlöslichkeit ist alsdann so zu deuten, dass die lipoidlöslichen Resorptionssubstanzen die Zelleiber zu durchdringen und so ins Körperinnere einzutreten vermögen, während den lipoidunlöslichen Stoffen nur der interzelluläre Weg offen steht. Damit ist dann aber auch die hier wesentliche Frage gestellt: Beruht die Resorptionsbegünstigung der Eisensalze vielleicht darauf, dass sie lipoidlöslich, andere Schwermetallsalze dagegen lipoidunlöslich sind? Es ist nicht leicht, die Frage zu entscheiden. Für die Lipoidlöslichkeit des Eisenchlorids spricht von vornherein seine bekannte starke Löslichkeit in Äther, welche die meisten lipoidlöslichen Substanzen auszeichnet. Der direkte Nachweis ist leider durch die Hydrolyse des Eisenchlorids mit Abspaltung von Salzsäure erschwert. Es bleibt nur die Möglichkeit, das Eisenchlorid mit den zwei einzigen, bisher bekannten lipoidlöslichen Schwermetallsalzen, mit dem Quecksilberchlorid und dem Goldchlorid, zu vergleichen, deren direktes Eindringen in die Zellen ich an Darmepithel von Froschlarven nachgewiesen habe<sup>1)</sup>. Man könnte also erwarten, dass, wenn die Lipoidlöslichkeit das entscheidende Moment bei der elektiven Resorption des Eisens ist, auch Quecksilber und Gold bei der Resorption bevorzugt werden.

Zur Prüfung dieser Frage wurden weiße Mäuse mit einem Gebäck aus Nutrose, löslicher Stärke, Butter und Kochsalz mit einem Zusatz von 0,04 Proz. Quecksilberchlorid resp. 0,35 Proz. Goldchlorid gefüttert. Die Quecksilbertiere gingen bereits nach 3—4 Tagen zugrunde. Die Goldtiere fraßen dagegen begierig 7—14 Tage lang ihr Futter ohne Zeichen einer Schädigung. In den Dünndarmepithelien der Quecksilbertiere war mit der Hall'schen Lösung keine Spur von Quecksilbersulfid nachweisbar, während bei Tieren, welche drei Tage lang mit einem Futter von entsprechendem Eisengehalt genährt sind, die Resorption höchst evident ist. Immerhin

1) Pflüger's Archiv 86, 199 (1901).



mögen die Versuche wegen der starken Toxizität des Quecksilbersalzes wenig beweisen. Aber auch an den Därmen der Goldtiere war bei Behandlung mit Schwefelwasserstoffwasser-Alkohol keine Metallaufnahme in die Zellen nachzuweisen. Das beweist nun nicht etwa, dass trotz Lipoidlöslichkeit Quecksilber- und Goldchlorid nicht in die Epithelien der Maus einzudringen vermögen, auch die stark färbenden lipoidlöslichen Farbbasen und ihre Salze bekommt man gewöhnlich nicht unmittelbar im Protoplasma zu sehen, sondern nur, wenn farbstapelnde Granula in der Zelle enthalten sind —; es beweist nur, dass keinesfalls die Lipoidlöslichkeit für sich allein genügt, um die elektive Aufnahme des Eisens zu erklären. Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass sich zur Lipoidlöslichkeit der Plasmahaut des Eisensalzes eine besondere chemische oder physiko-chemische Beziehung zu bestimmten Komponenten im Protoplasma gesellt, und dass dadurch die auffällige Anhäufung des Eisens in den Zellen zustandekommt. Die Verhältnisse lägen dann ganz ähnlich wie bei der anfangs erwähnten Lemnawurzel, bei der die Lipoidlöslichkeit zunächst über die Farbstoffaufnahme entscheidet, und dann die zu anderen Zwecken im Zellsaft anwesende Gerbsäure durch Niederschlagsbildung die Stapelung des einmal eingedrungenen Farbstoffes vornimmt.

Das ist allerdings nur eine Vermutung. Dagegen halte ich es für einen positiven Gewinn, dass nach dem Ergebnis des ersten Teiles dieser Untersuchung die Ursache für die elektive Resorption des Eisens mindestens zu einem Teil aus dem dunklen Gebiet der Zelle in das zugänglichere der Eigenschaften der Eisensalze herauszuverlegen ist, da ja der Zusammenhang der elektiven Resorption mit einer besonderen Adaptation der Zellen an das Bedürfnis des Körpers unwahrscheinlich erschien.

---

## Neuere und neueste Schilddrüsenforschung.

Von Oskar Schulz in Erlangen.

Wer sich mit der Literatur über die Physiologie der Schilddrüse beschäftigt, gewinnt sehr bald die Überzeugung, dass unsere gegenwärtige Kenntnis von den Aufgaben und Leistungen dieses Organs ganz wesentlich der klinischen Medizin zu danken ist. Die Physiologen haben es an eingehenden Experimentaluntersuchungen sicherlich nicht fehlen lassen, sie haben vollständige und unvollständige Thyreoidektomien, Transplantationen der Drüse und andere Operationen in nicht mehr zu überschender Anzahl ausgeführt, sie haben sich die hierhergehörigen anatomischen, histologischen und chemischen Arbeiten zunutze gemacht; aber sie hätten die Lehre von der Schilddrüse in so kurzer Zeit nicht so weit zu fördern vermocht, wenn ihnen nicht die klinischen Erfahrungen über Myxödem und Basedow'sche Krankheit, über Kretinismus und über die

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Höber Rudolf

Artikel/Article: [Zur Frage der elektiven Fähigkeiten der Resorptionsorgane. 748-754](#)