

hervorragende Bedeutung finden würde, in genügendem Grade auszuschließen ist.

Wir können die resorbierenden Flächen sehen und genau messen. Unbekannt bleibt uns nur die genauere Natur dieser Zellhaut; über derartige Mängel unseres heutigen Wissens kommen wir auch bei den Organzellen der höheren Organismen nicht hinweg.

Die Größe der Resorption läßt sich auf zwei Wegen prüfen, entweder durch den Verlust der Nahrung an Stoffen, unter Beachtung der Veränderung der Zusammensetzung der Zellen oder durch den Umsatz der resorbierten Stoffe. Für den letzten Fall bietet die Untersuchung des Stoffwechsels in der Form der Biokalorimetrie, wie ich sie zuerst für diese Aufgaben angewandt habe, den besten Weg, schon deshalb, weil sich thermische Stoffwechseländerungen so besonders schnell und für beliebig kurze Zeiträume verfolgen lassen.

Die Nahrungsresorption durch Zellen stellt man sich zumeist mangels einschlägiger Experimente etwa nach den Erfahrungen vor, die man sich aus den Kenntnissen über die Rolle des Nahrungsschlauches bezüglich der Aufnahme von Stoffen gebildet hat. Es ist eine häufig gemachte Annahme, daß die Resorption der Zelle wesentlich von der Konzentration der darbotenen Nährflüssigkeit abhängig sei, wobei man also voraussetzt, daß auch die Lebensänderungen bzw. der Stoff- und Kraftwechsel solcher Zellen von der Nahrungsmenge in erster Linie abhängig seien. Zu verdünnte Lösungen sollen, wie auch zu konzentrierte zu plasmolytischen Erscheinungen führen.

Derartige Annahmen schienen früher auch durch gelegentliche Beobachtungen an Mikroorganismen gestützt zu werden, man hat solches daher auch für die Hefe behauptet.

Die älteren Experimentatoren haben irgendeine Unterscheidung zwischen Wachstumsleben und wachstumslosem Stoff- und Kraftwechsel nicht gemacht und sind schon dadurch zu falschen Schlüssen gekommen. Ich habe dargetan, daß man die einzelligen Organismen sehr leicht unter solchen Bedingungen untersuchen kann, wie sie unserem Leben in ausgewachsenem Zustande entspricht. Da das Leben ohne Wachstum die einfacheren biologischen Bedingungen bietet, so habe ich auf dessen Untersuchung hauptsächlich mein Augenmerk gerichtet.

Bei der Hefe kann man die ersten und wichtigsten Fragen, ob verschiedene Konzentrationen auch eine Verschiedenheit der Resorption und Konsumtion des Nährmaterials herbeiführen, leicht entscheiden. Man hat dazu nur nötig, mit bestimmten Mengen Hefe die Gärung in verschiedenen Zuckerkonzentrationen einzuleiten.

Man sieht dann, daß die vitale Gärungsintensität (von kleinen Mengen Zucker, der aufgespeichert¹ wird und auf das Resultat keinen Einfluß übt, abgesehen) in weiten Grenzen von den Konzentrationen des Zuckers absolut unabhängig ist.² Zu konzentrierte und zu verdünnte Lösungen zeigen Abweichungen von dieser Gleichmäßigkeit, weil in ersteren plasmolytische Erscheinungen die Zelle in ihrer Arbeit hemmen, und in letzteren ein bald auftretender Nahrungsmangel die Zelleistung unmöglich macht. Unter den Bedingungen meiner Experimente waren Schwankungen der Konzentration des Zuckers von etwas über 2.5 Prozent bis 20 Prozent für die Resorptionsgröße völlig gleichgültig.

Die Hefezelle läßt bei diesen großen Schwankungen der Zuckerkonzentration die Nahrung stets in gleicher Menge in die Zelle treten und verarbeitet, unbekümmert um die Zuckerschwankungen das Nährmaterial in gleichbleibender Weise. Die Grenze 2.5 Prozent, als untere, hängt nicht mit dem Unvermögen der Zelle zusammen, so kleine Zuckermengen gut zu resorbieren, sondern war nur bedingt durch meine Versuchsanordnung, die ein gewisses Massenverhältnis innezuhalten hatte, um die technischen Schwierigkeiten der Experimente zu überwinden.

Innerhalb der Grenzen normalen Lebens geht also stets nur so viel Zucker in die Zelle, als gerade für die Lebensleistungen erfordert wird. Die lebende Substanz zeigt durch diese Erscheinung, die man am besten Selbstregulation nennt, daß sie es ist, und daß nicht etwa rein physikalische Verhältnisse es sind, welche den Nahrungsstrom regulieren.

Diese quantitativen Messungen an der Hefezelle unter den Bedingungen ihres normalen Lebens bestätigen die Vorstellungen, die man sich auf anderen Wegen von der Rolle der Zellhaut gemacht hat. Sie zeigen gerade für die eigentliche Zellnahrung keine physikalische, sondern rein physiologische Permeabilität.

Die Resorption durch die Organzellen ist ein von der Resorption durch die Zellen des Verdauungstraktes ganz verschiedener Vorgang. Die Darmresorption steigt bis zur bestimmten Maximalgrenze mit der Menge der eingeführten Stoffe. Die Zellen des Resorptionsgebietes werden gewiß auch die allgemeine Eigenschaft der Selbstregulation des Nahrungsbedarfes besitzen, die Überschüsse an Nährstoffen lassen sie aber ungehindert durch sich hindurch nach Blut und Lymphe treten.

Auf ähnliche oder ganz übereinstimmende Eigenschaften der Organzellwände müssen wir auch bei den höheren Tieren schließen, denn auch

¹ Teils als Glykogen, teils in anderer Weise.

² A. a. O. S. 104.

diese zeigen, wie ich zuerstargetan habe, ausgeprägtest die Selbstregulation. Die Gesamtheit ihrer Zellen ordnet die Nahrungsaufnahme nach ganz bestimmten Bedürfnissen nicht die Menge der jeweilig vorhandenen Nährstoffe ändert den Kraftwechsel, sondern die Zellen entnehmen aus einem überschüssigen Vorrat nur so viel, als sie funktionell beanspruchen sollen.

Der Resorptionszustand ist ganz von den vitalen Eigenschaften der lebenden Substanz abhängig. Die mildeste Form die Lebenseigenschaften der Zelle zu verändern, ist die Anwendung der Plasmolyse.

Plasmolytische Erscheinungen lassen sich bei der Hefe leicht durch Kochsalz einleiten. In konzentrierter Kochsalzlösung erscheinen die Hefezellen kleiner, doppelt konturiert, die Vakuolen verschwinden, das Protosplasma zieht sich von der Zellwand zurück und wird dunkler. Ähnliche Erscheinungen, nur in abgeschwächter Form, sieht man etwa bis 4 Prozent Kochsalzlösung herab. Wie die chemische Untersuchung lehrt, nimmt mit steigender Kochsalzkonzentration der Wassergehalt der Hefe ab. Auch das Gärvermögen verringert sich bei höherem Kochsalzgehalt; 2—4 Prozent Kochsalzsatz machten keine merkliche Veränderung, erst da, wo sich auch im mikroskopischen Bilde Veränderungen sichtbarer Natur ergeben, fällt das Gärvermögen und ist bei 12 Prozent Kochsalz so gut wie aufgehoben. Ähnlich wirken Alkohol oder andere giftige Substanzen in schwächerer oder stärkerer Dosis, oder die Schwankungen der Temperatur usw.

Die Zellwand an sich ist kein Hindernis für die Aufnahme des Zuckers, sie wird allen Bedürfnissen gerecht, denn unter günstigen Umständen bei größerem Zuckervorrat wird auch mehr aufgenommen als in der Zeitlichkeit zerlegt wird und Glykogen abgelagert. Das Verhältnis von Bedarf an Nahrung und Resorptionsmöglichkeit liegt also so, daß letztere die Versorgung mit Nahrung unbedingt gewährleistet.

Der naheliegende Gedanke der Rolle der Zellwand, durch das Zerstoren der letzteren und die daraus resultierenden Folgen auf den Zuckerkonsum zu studieren, läßt sich nicht ausführen. Man sollte denken, daß nach Zertrümmerung der Zellwand eine Zunahme der Zersetzung eintreten müßte, falls die Zellhülle einen regulierenden Einfluß auf die Resorption ausübt, oder ein Gleichbleiben des Zuckersumsatzes falls ein solcher Einfluß fehlt.

Zerreibt man die Hefe, wie dies zur Herstellung des Preßsaftes vielfach ausgeübt wird, und untersucht diesen Brei auf sein Gärungsvermögen, so ist dieses nicht etwa größer, als das der unversehrten Hefezelle, sondern viel kleiner und hält sich viele Stunden hindurch auf gleicher Höhe. Untersucht man mikroskopisch, so sieht man, daß keineswegs alle Hefezellen zertrümmert sind. Die normalen Hefezellen vertragen, wie ich gefunden

habe, recht erhebliche Mengen von Gerbsäure ohne Veränderung des Gärungsvermögens. Die zerriebenen Hefezellen, deren freies Eiweiß in der Lösung enthalten ist, lassen sich leicht durch eine der normalen Zelle unerschädliche Gerbsäurekonzentration fällen. Trotzdem sinkt das Gärvermögen der zerriebenen, mit Gerbsäure versetzten Hefe nicht weiter als sonst, ein Beweis, daß das zerriebene Protoplasma tot ist.

Die durch die Zellwand getretenen Nahrungsmengen hängen also nur von dem normalen Zustand der lebenden Substanz ab. Veränderungen des Wassergehaltes, andere Ordnung der Teile wie beim Zerreiben genügen, um alle Lebensfunktionen zu mindern oder aufzuheben, und ändern die Resorption.

Der Ernährungsvorgang der Hefezelle spielt sich nicht nur so ab, daß von der umspülenden Nährflüssigkeit bestimmte Stoffe in bestimmten Mengen durch die Zellwand treten, sondern wir haben noch eine Besonderheit der Zellwand, die mit den Lebensvorgängen im engsten Sinne nichts zu tun hat, zu gedenken.

Ich habe gefunden, daß die lebende oder durch Toluol getötete Hefe außerordentlich rasch auch ohne Gärung einer Lösung von Zucker letzteren entzieht. Wenn man Hefe auch nur 5 Minuten mit 20 Prozent Traubenzucker zusammenbringt, kann man in der Lösung eine Abnahme von Zucker nachweisen. Nach längerem Liegen in Zucker — über 2 Stunden — war keine weitere Aufnahme von Zucker zu finden. Bei 100° getötete Hefe nahm keinen Zucker auf, Versuche bei 2° mit lebender Hefe ergaben Aufnahme von Zucker. Es ist naheliegend, diesen Prozeß als Adsorption aufzufassen. Aus einer 2·5—5·10 prozentigen Lösung wird schon durch die verdünnteste relativ viel Zucker aufgenommen, ohne daß die Zunahme bei 5 und 10 Prozent Zucker merklich höhere Beträge erreicht.

Die Menge des adsorbierten Zuckers ist bei 20 Prozent nicht sehr bedeutend, würde aber immerhin ausreichen, um für etwa eine halbe Stunde Nahrung für die Gärung zu liefern; unter natürlichen Verhältnissen wird sich der von der Hefe verzehrte Zucker durch Adsorption aufs neue zu ergänzen suchen.

Es kann aber, wie bekannt, auch Glykogen in reichlicher Menge abgelagert werden. Errera hat zuerst eingehend auf letzteres als Zellbestandteil hingewiesen.¹ F. W. Pavy und H. W. Bywaters² geben an, daß Handelshefe 5 Prozent der frischen Substanz an Glykogen einschließen und in 2—3 Stunden je nach der Konzentration auf das 2—3fache an Glykogen zunehmen kann.

¹ *Compt. rend.* T. CL. p. 353, 1.

² *Journ. of Physiol.* 1907. Vol. XXXVI. p. 149.

Diese Glykogenbildung ist auf eine Fermentwirkung zurückzuführen. Der Nachweis der Glykogenbildung schließt die Möglichkeit der Adsorption von Zucker nicht aus, da sich ja erstere erst sehr allmählich geltend macht, während letztere in wenigen Minuten nach dem Einlegen der Hefezelle in Zucker schon nachweisbar ist. Die N-haltigen Nahrungsstoffe haben für die nicht wachsende Hefe quantitativ nur eine beschränkte Bedeutung. Immerhin sind sie aber in der Lage die Gärfähigkeit nichtwachsender Hefe zu erhalten und das Absterben der Zellen hinauszuschieben.

Welcher Natur die N-haltige Hefenahrung ist, läßt sich nicht genau sagen. Die üblichen angewandten Nährmedien enthalten stets ein Gemenge von N-Verbindungen, aus denen die Hefe wenigstens beim Wachstum nur einen oft sehr geringen Teil verwenden kann. Hefextrakte oder Bierwürze können als Beispiele von Nährböden angesehen werden mit gut utilisierbaren N-Verbindungen.

Von Pepton, das meist auch als guter Nährboden gilt, wird in der Regel nur 3—6 Prozent des N-Gehaltes verwendet, der Rest, 94—97 Prozent, besteht aus Verbindungen, für welche die Hefe keine Verwendung hat.

Es zeigt sich also im Verhalten zu den N-Substanzen eine ausgesprochene elektive Wahl der Nährstoffe und des Resorptionsvorganges.

Die Resorption wird auch bei der N-Nahrung — untersucht habe ich in dieser Hinsicht Pepton — durch die Adsorption unterstützt, diese letztere zeigt auch die toluisierte Hefe.

Mit steigender Konzentration der Peptonlösung erreicht die N-Aufspeicherung durch die Hefezellen bald ein Maximum, das nicht weiter überschritten wird. Die adsorbierten N-Mengen sind relativ groß, wenn man den geringen N-Bedarf der nichtwachsenden Hefe betrachtet, relativ klein, wenn man das N-Bedürfnis der wachsenden Zelle in Betracht zieht.

Gärt die Hefe, ohne zu wachsen, so lagert sie nicht unerheblich N-Verbindung als Zellbestandteile ab, welche bei späterem N-Mangel als Nährstoff Verwendung finden können. Ein Teil dieses N ist offenbar als Zeleiweiß zur Ablagerung gekommen.

Die Leistungen der Resorption für die N-haltigen Nährstoffe kann man nur richtig würdigen, wenn die Hefezelle wächst, nur dann tritt reichlich N-Nährmaterial durch die Zellwand ein. Die maximale Leistung läßt sich finden, wenn man die günstigste Generationsdauer der Teilung einer Hefezelle bestimmt. Darunter versteht man die Zeit, welche notwendig ist, um aus einer Zelle zwei zu bilden. Wie ich schon in einer früheren Mitteilung berichtet habe, ist für das Wachstum nicht die absolute Konzentration einer Lösung an N-haltigen Nährstoffen maßgebend. Auch hier reguliert also die lebende Substanz unabhängig von etwaigen Nährstoffüberschüssen den

Eintritt des N-Materials in die Zelle nach ihrem eigenen Bedarf. Die genannten adsorbierenden Vorgänge sind von großer Bedeutung für die Resorption von Zucker und Eiweiß, weil dadurch die Aufnahme der Nährstoffe bei größerem oder geringerem Wassergehalt der Lösung gleich günstig wird.

Auch wenn die Hefe wächst, bestimmt die Masse des Protoplasma und nicht die relative Oberfläche den Durchtritt des Nährmaterials durch die Zellwand.

Die Hefe gehört nach meinen Bestimmungen zu jenen Organismen, welche die höchsten, bisher bekannten Energieumsätze für die Einheit der Masse besitzen. Der Energieverbrauch wird kaum von einigen Bakterien-spezies übertroffen. Er ist 157mal so groß wie jener des Pferdes, 58mal so groß wie jener des Menschen und 3mal so groß wie jener einer neugeborenen Maus, die den größten Energieumsatz unter den Warmblütern besitzt.

Bei der Hefezelle haben wir den großen Vorteil, daß wir uns auch über die Größe der Flächen, durch welche die Resorption der Nahrung erfolgt, ein genaues Bild machen können. Schon im Jahre 1879 hat Nägeli¹ einige Betrachtungen über den Durchtritt von Zucker und Alkohol durch die Hefezellwand angestellt, und die Ergebnisse mit osmotischen Versuchen an anderen Membranen verglichen; er kam zu dem Schluß, daß noch nicht $\frac{1}{300}$ des Zuckers und nicht $\frac{1}{1000}$ des Alkohols durch die Hefezellwand gehen, welche bei rein osmotischen Experimenten durch dieselbe Fläche einer 200mal so dicken Pergamentpapiermembran wandern. Nägelis Versuche hatten das Ziel, seine besondere Gärtheorie zu diskutieren, die hier nicht weiter interessiert; da er außerdem über genaue Bestimmungen der Gärleistung der Hefezelle damals nicht verfügte, haben seine zahlenmäßigen Angaben heute wenig mehr Bedeutung.

Nägeli² hat die Oberfläche der Hefezelle zu 300 Quadratmikron (0-00003 qmm) und deren Inhalt zu 500 Kubikmikron (0-000005 cbmm) angegeben, was wohl im allgemeinen etwas zu hoch ausgefallen sein dürfte, weil auch kleinere Zellen nicht so selten sind, als hierbei vorausgesetzt wird; allein es genügt der Wert Nägelis für die folgenden Betrachtungen.

Obige Zahlenangaben entsprechen auf 1 Kubikmikron 0-6 Quadratmikron, was auf 1 kg gerechnet rund 600 qm Oberfläche ausmacht.

Versuchen wir nun die absolute Größe der Resorption durch die Flächen-einheit unter verschiedenen Umständen in Rechnung zu stellen.

Da uns Stoff- und Kraftwechsel bei der Hefe sowohl für Wachstum wie für den Zuckerverbrauch im Erhaltungstoffwechsel bekannt sind, so läßt sich die Leistung der Hefezellwand für die Resorption genau angeben.

¹ *Theorie der Gärung.* S. 38.

² A. a. O. S. 35.

Es treffen auf 1 qm Oberfläche in 24 Stunden

	bei 30°	bei 38°
Eiweißaufnahme	0.65 g	0.948 g
Zuckerumsatz	0.59 „	8.38 „

Die Begünstigung der Resorption durch Adsorption zum Zucker und Eiweiß wurde schon erwähnt. Die Adsorption macht für den Zucker 0.09 g pro 1 qm bei 30° aus, das wäre die nötige Nahrung für 24 Minuten. Werte ähnlicher Größenordnung erhält man auch für die Eiweißaufnahme.

Nach den eben berichteten Vorgängen zerfällt die Resorption der Hefezelle in zwei Prozesse, in die Adsorption und in den Durchtritt durch die Zellwand. Als Regulator für den letzteren haben wir die funktionellen Leistungen der lebenden Substanz angesehen. Die Eigenschaften der Zellwand sind wahrscheinlich direkt durch Auskleidung oder Durchwachsung von seiten der lebenden Substanz bedingt.

II.

Die mitgeteilten Versuche geben uns ein übersichtliches Bild der Resorptionsvorgänge eines einzelligen Wesens in allen Phasen quantitativ bestimmt. Wir haben ganz gewiß die Berechtigung uns die zelluläre Resorption eines komplizierten Organismus in ähnlicher Weise vorzustellen.

Eigenartig für die Tiere mit Blutgefäßen ist zweifellos der Umstand, daß die Ernährungsflüssigkeit die Nährstoffe in großer Verdünnung enthält. So ist der Durchschnitt des Zuckergehaltes etwa 1 Prozent Promille, gering ist auch der Fettgehalt und ebenso entsprechen die ernährenden Eiweißsubstanzen nicht der Summe des Bluteiweißes, sondern gewissen Mengen N-haltiger Materie, für welche das Blut und dessen Serum nur die Träger sind.

Bei einem Mehrbedarf der Zellen des Tierkörpers ändert sich nicht so wohl die Konzentration der Nährstoffe, als vor allem die Geschwindigkeit des Ersatzes, indem mehr Blut zufließt; daraus würde man schließen können, daß die Triebkraft, welche die Nährstoffe in die Zellen bringt, sozusagen dieselbe bleibt, mit anderen Worten, daß für gewöhnlich mehr Nahrung vorhanden ist, als die Zellen brauchen, oder daß doch sicher kein Mangel besteht. Es verhält sich mit N-Nahrung wie mit dem Sauerstoff, denn die Annahme einer stets zu knappen O-Zufuhr, wie die Theorie Ehrlichs anzunehmen sich veranlaßt fühlte, kann nicht zu Recht bestehen, da wenigstens länger dauernder Mangel an O oder überhaupt Nahrungsmangel ein Absterben der Zelle zur Folge hat. Pflüger und Pfeffer, welche eine reichliche Versorgung von O annehmen, werden daher im allgemeinen zweifellos das Richtige getroffen haben.

Gewiß, ein allzugroßer Überschuß braucht deshalb noch nicht gegeben zu sein.

Den Lebensbedingungen würde es am besten entsprechen, wenn die resorbierenden Flächen der Zellen im Körper relativ große wären. Kann man aber gerade über diesen wichtigen und entscheidenden Punkt sich irgend eine nähere oder auch nur annähernde Vorstellung machen?

Die der Resorption durch die Zellen gestellte Aufgabe ist bei den einzelnen Säugetierarten und Spezies offenbar ungleich, weil die Stoffwechselintensität je nach der Größe der Tiere wechselt.

Von welcher Größenordnung mögen aber die Zellresorptionsflächen sein, die diesen verschiedenen Lebensbedingungen gerecht werden müssen? Sind bei verschiedenen Oberflächen Areale vorhanden, die an die Größe der Nahrungsaufnahme angepaßt sind, oder läßt sich eine solche Beziehung nicht annehmen und muß daher eine spezifisch verschiedene Leistung der Plasmahaut angenommen werden?

Die Resorption der Zelle ist für sich als ein Moment der individuellen Ernährung der Elementarorganismen vielfach Gegenstand der Diskussion gewesen. Die Existenz großer und kleiner Zellen im Tierreich hat auf das Problem der Bedeutung der relativen Oberfläche für die Ernährungsmöglichkeit überhaupt geführt und ist zum Grundstein einer Zellteilungstheorie, die Anhänger bis in die neueste Zeit herein gefunden hat, geworden.

Leuckart und Häckel haben zuerst betont, daß bei der Volumenzunahme beim Wachstum die Oberfläche der Zelle relativ kleiner wird, so daß die Ernährung leidet, die Zellteilung hilft diesem Übelstande ab, indem sie durch Teilung wieder normale Absorptionsverhältnisse herbeiführt. Derselbe Gedanke ist auch auf die Erregung des Kernes zur Teilung übertragen worden. Die Theorie klingt gerade in ihrer Einfachheit ungemein überzeugend, begegnet aber bei quantitativer Betrachtung doch ernststen Bedenken. Die Leistungen vieler tierischer Zellen, man denke an den Muskel, sind so außerordentlich funktionell wechselnd, trotz gleichbleibender Oberfläche, daß die nur bescheidene Oberflächenveränderung beim Wachstum unmöglich sich als ein wesentliches Resorptionshindernis herausstellen kann. Zellteilungen sieht man außerdem oft schon eingeleitet, noch ehe durch Massenzunahme die hypothetische Erschwerung der Ernährung eingetreten sein kann.

Ich hätte diese Frage nicht weiter zu berühren Anlaß gehabt, wenn man nicht das relative Oberflächenverhältnis der Zelle noch außerdem als einen bedeutungsvollen Faktor für die Ernährungsmöglichkeit aller tierischen Zellen insoweit anzusprechen sich veranlaßt gefühlt hätte, als man bestimmte gesetzmäßige Beziehungen zwischen Zellgröße und Lebhaftigkeit des tie-

rischen Stoffwechsels aufgestellt hat, indem man eine gleichmäßige Beschaffenheit der Plasmahaut der Zellen voraussetzt. Diese Annahme führt als logische Konsequenz zur Verkleinerung der Zellen bei Tieren mit großem Kraftwechsel, zur Vergrößerung der Zellen bei solchen mit kleinem Kraftwechsel.

W. Bowmann hat eine Zusammenstellung der Zelldimensionen gegeben, die man in diesem Sinne zu deuten pflegt.¹

bei Fischen beträgt der Zelldurchmesser	22 μ
bei Säugern	44 μ
bei Amphibien	68 μ
bei Vögeln	31 μ

Malsberg gibt eine Ergänzung dieser Angaben², wonach auch innerhalb der Säugetierreihe für die Muskelzellen verschiedene Differenzen der relativen Zelloberflächen im Sinne einer verschiedenen Lebhaftigkeit des Kraftwechsels gedeutet werden.

Die Dimensionen sind für Pferd, Büffel und Rind 54 μ , für Schwein, Schaf und Hund 35 μ , für Kaninchen, Mensch und Maus 30 μ . Die Zellgröße wird als ein für die Zellgröße wichtiges Erscheinungsmerkmal angesehen. J. W. Cocklin ist in gewissem Sinne auch für diese Gesichtspunkte eingetreten. Der Messung der Muskelzelldimensionen schreibt man insofern eine allgemeine Bedeutung zu, als sie mit der Größe der übrigen Körperzellen parallel gehen soll. Diese Variationen der Zellgröße werden aber allerdings nicht von allen Autoren als sehr bedeutungsvoll angesehen. Minot ist der Anschauung, daß die Zellen der Säuger nur wenig voneinander hinsichtlich der Größe differieren — die Ganglienzellen ausgenommen. Lewi³ gibt eine Zusammenstellung für die Muskulatur, nach der die äußersten Extreme (Maus—Pferd) um rund das Doppelte verschieden sind.

Diese Theorie einer Übereinstimmung zwischen Gesamtenergiewechsel und Zellgröße würde zu einer höchst einfachen Formulierung führen, nämlich dazu, daß die Gesamtresorptionsfläche aller Körperzellen in einer bestimmten Relation zur äußeren Körperoberfläche der Säugetiere stehen müßte. Ich will die Prüfung dieser Theorie vorläufig beiseite lassen und mich zunächst mit der Frage befassen, ob es möglich ist, sich von der absoluten Größe dieser Zelloberfläche eines Organismus ein auch nur genähertes Bild zu

¹ *Phil. Transact.* London 1840.
² Die Zellgröße. *Arbeiten der Gesellschaft für Züchtungskunde.* 1911. S. 53.
³ *Archiv für anat. embryol.* Florenz 1906. V. 2.

machen. Ich kann, wenn ich vorgreifen darf, die Lösung nur für eine grobe Annäherung halten, aber auch so bietet sie einiges Interesse.

Die Angaben über die resorbierende Fläche des Darmkanals stützen sich auf Messungen von Custor, der diese auf 15000 qcm beim Erwachsenen schätzt. Davon entfallen auf den Magen 20 Prozent, auf den Dünndarm 56·7 Prozent, auf den Dickdarm 23·2 Prozent.

Die Größe der Oberfläche der Zellmasse des Körpers ist meiner Kenntnis nach nicht näher bekannt. Zu ihrer Berechnung wären zwei Tatsachen zu eruiieren. Die mittlere Größe der Zellen und die Menge der letzteren.

Als Zellenzahl wird für den Menschen bei Francke¹ rund 4 Billionen angeführt, mit Anschluß der Blutzellen. Ich kann nicht ersehen, wie diese Größe berechnet worden ist. Es finden sich für verschiedene Tiere wohl vereinzelt Angaben, über Zellenzahl bestimmter Organe, aber keinerlei Feststellungen für einen so großen Organismus wie der Mensch einer ist. Bei einer Durchprüfung der Angaben Franckes, kann ich dessen Berechnung oder Annahme nicht stützen.²

Franckes Mittelwerte für den Zelldurchmesser stützen sich auf Freys Angaben für kugelige Zellen. Man darf aber nicht außer acht lassen, daß mehr als $\frac{4}{10}$ des Körpers Muskelzellen sind. Bei letzteren kommen selbst solche von 16 c Länge in Betracht³, deren Kubikinhalt bei 37 Mikren Durchmesser etwa 1286 Millionen Kubikmikren ausmacht; selbst eine Muskelzelle von nur 1 c Länge, entspricht noch 8,0 Millionen Kubikmikren. Diese Werte fallen natürlich bei jeder Schätzung der absoluten Zellzahl enorm ins Gewicht, dagegen so gut wie nicht für die Bestimmung der relativen Resorptionsflächen, denn für die 1 c lange Muskelzelle ist die Oberfläche für 1 Kubikmikren 0·129 qmikren und für die 16 c langen 0·125 qmikren.

Der mittlere Kubikinhalt einer Muskelzelle mag rund 68 Millionen Kubikmikren betragen.

Mit den kugeligen Zellen und den Muskelzellen haben wir die beiden Haupttypen gefaßt, der weitere Weg muß uns dahin führen, eine annähernde

¹ Francke, *Die menschliche Zelle.* Leipzig 1891.

² Francke legt zur Berechnung der mittleren Zellengröße die Angabe zugrunde, welche von Frey (*Histologie und Histochemie des Menschen.* 1970. S. 67) gegeben worden sind, nämlich einen Durchmesser von 0·005 bis 0·010 Linien, was nach metrischen Maßen im Mittel 17 Mikren beträgt. Als Kugel berechnet, erhält man Gebilde von 2572 Kubikmikren und 907·9 Quadratmikren Fläche. Berechnet man mit diesen Unterlagen die Mengen von 4 Billionen Zellen, so kommt man nur auf eine Masse von 10·2 Kilo Zellen für den Erwachsenen (die 22 Billionen Zellen des Blutes bleiben dabei außer Betracht), also eine viel zu geringe Zahl.

³ Kölliker, *Gewebelehre.* 1889. S. 167.

Schätzung der ganzen Zellmasse auszuführen, allerdings auf einem anderen Weg als über die hypothetische absolute Zellzahl. Man kann in runder Summe annehmen, daß der gesamte, im Körper vorhandene N sich so verteilt, daß etwa die Hälfte auf die Muskelmasse, die Hälfte auf alle anderen Organe zusammengenommen entfällt, wenigstens gilt dies für einen normalen mittleren Menschen, es wäre demnach die Hälfte der ganzen Körpermasse nach dem fibrillären Zelltyp, die andere Hälfte nach dem kugelförmigen Typ gebaut, so daß ein Mittelwert zwischen beiden als mittleres Maß der relativen Zelloberfläche angenommen werden könnte.

Die Zellen werden durch Bindesubstanz zu einzelnen Geweben zusammengehalten, die nicht dem Charakter der Zellmasse entspricht.

Wieviel diese Bindemasse ausmacht, ist nicht bekannt, vielleicht ist deren Menge mit etwa $\frac{1}{4}$ der ganzen Körpermasse genügend bewertet. Bei einem Erwachsenen von 60 kg Gewicht würden rund 48 Prozent = rund 50-4 kg — auf N-haltiges Material, und davon $\frac{3}{4}$ = 37,8 kg auf Zellmasse treffen. Pro Kilogramm Substanz ergibt sich: 125—353 qm Zelloberfläche = 239 qm im Mittel, woraus für 37,8 kg Zellmasse = 9014 qm im ganzen!! Für die Darmresorption haben wir aber 1-5 qm abgegeben. Man kann daher auch ohne die allerdings sehr erwünschte exaktere Lösung der Berechnung sagen, die Geweberesorption erfolgt im Gegensatz zur Darmresorption durch relativ ungeheure Oberflächen.

Den Wert dieser Schätzung der relativen Beziehung zwischen Darm und Zellresorption liegt nur in dem Gesamtergebnis, und es hat weder Zweck noch Bedeutung die Frage zu erörtern, ob gerade alle Zellflächen für die Resorption der Nahrung bestimmt seien, oder ob Aneinanderlegungen eintreten und so stellenweise die Resorption gehindert wird und was der Einwände mehr sein mögen.

Als Resultat der Betrachtung hat sich ergeben:

Der Nahrungsstrom durch die Darmzellen ist ein ganz ungeheurer im Verhältnis zur geringen Inanspruchnahme der Plasmahaut der Organzellen. Die Resorption im Darm möchte man daher eine Sekretionsleistung nennen, nur daß eben hier die Überführung des Materials nicht durch einen Ausführungszug erfolgt, sondern durch das Blut und Chylusgefäße nach dem Körperinnern vermittelt wird.

Pro 1 kg Lebendgewicht besitzt der Mensch nach obigen Voraussetzungen 9016/60 = 150-2 Quadratmeter Organoberfläche.

Gewisse Unterschiede werden zwischen Omnivoren oder Pflanzenfressern und Fleischfressern sich finden, aber das ist alles von sekundärer Bedeutung. Vorausgesetzt, daß die Organoberflächen der übrigen Säuger namentlich auch mit wechselnder Größe nicht erheblich abweichen, so kann man sagen,

daß das Verhältnis der resorbierenden Flächen bei Organismen, welche größer sind als der Mensch, noch mehr zugunsten der Organoberfläche sich verschiebt, weil große Organismen eine relativ kleinere Darmoberfläche haben, bei kleineren Organismen als der Mensch wird die gedachte Relation etwas zugunsten der Darmoberfläche verschoben.

Sollte aber die Annahme von Malsberg, die oben berechnet wurde, richtig sein, so würden die Organflächen bei kleineren Tieren um so größer werden, je mehr ihr relativer Kraftwechsel steigt und umgekehrt würde die Oberfläche mit den Größen zunehmen und sinken wie der Kraftwechsel sinkt.

Ich knüpfte an die oben erwähnte Theorie, die in der jüngsten Zeit von Malsberg in einem umfangreichen Buche behandelt worden ist, an. Der Verfasser hat es unterlassen an der Hand ernährungsphysiologischer Tatsachen seine Theorie zu prüfen.

Von einer solchen Beziehung zwischen Nahrungsaufnahme und Zelloberfläche kann allgemein sicherlich keine Rede sein. Innerhalb des Gebietes der Mikroorganismen habe ich durch eigene Untersuchungen zuerst erwiesen, daß Organismen von sehr differenten Zellgrößen irgendeine Beziehung ihres Kraftwechsels in dem Sinne einer Steigerung der letzteren mit der Kleinheit der Körpergröße nicht erkennen lassen.

Ich habe weiterhin auch die Angaben Malsbergs dahin geprüft, ob sich zwischen Zellgröße und Kraftwechsel der Säuger irgendwelche Beziehungen ergeben. Nachstehend bin ich von den Messungen Malsbergs für den Muskelquerschnitt ausgegangen und habe, um ein relatives Maß für den Organzellen zu erhalten, einfach die von Malsberg angegebenen Zelldimensionen als Kugel und für letztere die Oberflächen berechnet und außerdem den Kraftwechsel in Kal. für die angegebene Größe der Tiere hinzugefügt. Für die Maus ist statt der Werte Malsbergs, die zu gering an Zahl sind, ein von Lewi (siehe oben) angegebener Mittelwert eingesetzt. So erhalte ich:

	Kg-Kal. absolut pro 24 Std.	Pro 1 kg Tier	Zell-durchmesser	Kubik-mikron	Quadrat-mikron	Zelloberfläche
						(Quadratmikron)
						Zellmasse (Kubikmikron)
Maus	10-86	452-0	33-7 μ	20680	3633	0-173
Kaninchen	247-1	78-4	36-6	25660	4209	0-164
Hund	899-3	39-1	23-0	13030	2642	0-203
Schwein	2154-0	19-5	42-0	38780	3543	0-143
Pferd	6984-4	14-5	39-2	26950	4825	0-179

Das Resultat sagt: Die Zellgröße hat bei Säugern nicht das geringste mit dem Kraftwechsel, oder mit anderen Worten mit der Resorption zu tun. Wenn irgendwie eine Beziehung zwischen beiden Größen bestände, hätte der Quotient der letzten Spalte für die Maus 7-8 werden müssen, er unterscheidet sich aber von dem des Pferdes überhaupt nicht. Die relative Oberfläche der Zellen ist, vorausgesetzt, daß die Zellmessungen zutreffend sind, bei den aufgeführten großen wie kleinen Tieren pro Kilogramm Körpergewicht nur unwesentlich verschieden. Die Resorption erfolgt, obschon die resorbierten Nahrungsmengen um etwa das 31fache verschieden sind, wie aus dem sicher bekannten Kraftwechsel zu schließen ist, annähernd durch die gleiche absolute Zellfläche.

Wir wissen aus anderen Beobachtungen, daß bei den Säugern mit dem Wechsel der Körpergröße und folglich dem Wechsel der Größe des relativen Kraftwechsels die Menge des Blutes, welche durch die Organe getrieben wird, sehr verschieden ist. Je kleiner ein Tier, um so mehr Blut erhalten seine Organe in der Zeiteinheit zugeführt. Der Ausgleich erhöhten oder verminderten Nahrungsbedürfnisses erfolgt also wesentlich durch die Änderung des Blutstromes.

Wo tatsächlich verschiedene Größen der Zellen vorkommen, da wird im einzelnen zu untersuchen sein, auf welche Gründe diese zurückzuführen sind. Es ist mir auch wenig wahrscheinlich, daß dem Wechsel der relativen Zelloberfläche jene große Bedeutung zukommt, die ihr von manchen Autoren für die Einleitung des Wachstums und der Zellteilung zugeschrieben worden ist.

Ich gehe nunmehr dazu über, die Resorptionsleistungen der Plasmahaut einiger typisch ausgewählter Fälle aus dem Gebiete der Säuger mit jenen der Hefe zu vergleichen. Es kann wünschenswert sein, die absoluten Mengen der durch die Plasmahaut wandernden Stoffe zu erfahren, so unvollkommen auch diese Werte bei den rohen Schätzungen der Organflächen der Säuger sein mögen. Es besitzt auch immerhin einiges Interesse eine Parallele zu ziehen, zwischen den Zellen eines körperlichen Verbandes wie bei den Säugern und einem einzelligen Wesen, das in einer Nährlösung schwimmt.

Die nötigen Unterlagen für die Hefe sind gegeben worden.

Die obigen Werte für den Zuckerdurchtritt gelten für das rein anaerobe Leben. Die Hefe kann aber unter günstigsten Umständen den Zucker auch direkt verbrennen, da hierbei die Ausnützung der Verbrennungswärme des Zuckers eine weit günstigere ist, so braucht etwa nur $\frac{1}{25}$ jener Zuckermengen resorbiert werden, die in anaeroben Leben konsumiert wird.

Freilich kommt es bei der Hefe nie zu einer ausschließlichen Zuckerverbrennung. Auch bei Durchleiten von reinem Sauerstoff, wird stets noch eine reichliche Menge von Alkohol gebildet.

Bieten die Gewebsresorptionsverhältnisse der Tiere irgendwelche Analogien durch Resorption der Hefe?

Nehme ich als Beispiel einen großen Säuger, das Pferd, und, um die Wachstumszeit zum Vergleich zu haben, das neugeborene Fohlen, als kleinsten Säuger die neugeborene Maus, so verhalten sich die absoluten Größenunterschiede wie 450000:1.

Auf 1 kg Körpergewicht verbraucht ein erwachsenes Pferd 11-3 kg/cal pro Tag¹, ein neugeborenes 26-56 kg/cal pro Tag, die neugeborene Maus 654- kg/cal pro Tag.

Je 96 Prozent Kalorienbedarf lassen sich durch Rohrzucker decken. In den einzelnen Fällen haben wir dann als Kalorien für Zuckerverbrauch 10-74, 23-70, 627-8. Sämtliche Kalorien sind ersetzbar durch Eiweiß. Die entsprechenden Rohrzucker und Eiweißmengen werden somit²

	2-72	2-62
	6-00	5-78
	158-9	153-1.

Über das Wachstum der Tiere läßt sich folgendes angeben. Ein neugeborenes Pferd verdoppelt in 60 Tagen das Gewicht, eine Maus in 4 Tagen. Im ersten Falle nimmt ein Teil N in einem Tag um $\frac{1}{60}$ g N zu, und im anderen um $\frac{1}{4}$ g, also = 0-016 g N-Zunahme in dem einen, bzw. 0-25 g in dem anderen Falle für die Einheit d. h. 1 g N. Unter der Annahme, daß ein Kilogramm Tier rund 30 g N enthält, ist die tägliche absolute Zunahme beim Wachstum pro Kilogramm Lebendgewicht beim Fohlen 0-48 g N, bei der Maus + 7-50 g auf gleiche Einheit.

Da sich ein bestimmter Zusammenhang zwischen Körpergröße und Zellgröße nicht beweisen läßt, mag als Mittel pro Kilogramm Tier 150 qm innere Zelloberfläche angenommen sein.

Zellen junger Tiere sollen im allgemeinen kleiner sein, wie die der ausgewachsenen. Nach Malsberg wäre der Unterschied beim Rind hinsichtlich des Muskeldurchmessers etwa 100:52, also rund die Hälfte bei dem jungen Tiere kleiner. Es ist aber zweifellos, daß beim Erwachsenen auch die Fetteinlagerung und die Trainierung der Muskulatur eine Rolle spielen; beide erhöhen den Durchmesser der Muskeln. Abgesehen davon ist gewiß, daß eine große Menge von Zellen beim Erwachsenen und Neugeborenen

¹ E. Voit, *Zeitschr. f. Biol.* XLI. S. 118.

² 1 Rohrzucker 3-950 kg/cal; 1 Eiweiß 4-1 kg/cal.

sich nicht in der Größe unterscheiden. Ehe man also nicht einen besseren Boden für die Rechnung besitzt, kann man nur sagen, daß die Annahme, die relative Zelloberfläche sei beim Neugeborenen doppelt so groß als beim Erwachsenen, einen zu hohen Wert für letzteren gibt.¹

Auf 1 qm Oberfläche in 24 Stunden trifft:

	kg/cal	Rohrzucker in g	Eiweiß in g bei Eiweißfütterung	Eiweiß in g bei maximalen Wachstum
Pferd ausgewachsen	0.075	0.018	0.017	—
Pferd neugeboren	0.088	0.020	0.019	0.0015
Maus neugeboren	2.18	0.521	0.510	0.025
Hefezelle	1.25	aerob		
		0.351		
		anaerob	0	0.948
				8.32

Nachdem bereits oben S. 253 gezeigt wurde, daß zwischen Kraftwechsel ungleich großer Tiere im Zellareal kein Zusammenhang besteht, bedarf es nur des kurzen Hinweises, daß die vorstehende Tabelle die gleichen Tatsachen nur in anderen Werten zum Ausdruck bringt. Die neugeborene Maus resorbiert fast 30 mal soviel Nahrungsstoffe durch das gleiche Zellareal wie das Pferd.

Aus dem gegebenen Flächenareal lassen sich also, wie man sieht, a priori keine besonderen Schlüsse ziehen, soweit die Möglichkeit und Größe der Nahrungsaufnahme in Betracht zu ziehen ist.

Ob alle diese Plasmahäute mit so ungleicher Leistung diese Besonderheit ihren spezifisch verschiedenen Qualitäten der Zusammensetzung verdanken, oder ob ihre Aufnahmefähigkeit an sich ungeheuer groß ist, im Verhältnis zum Bedarf, und nur bei verschiedenen Spezies mehr oder weniger in Anspruch genommen wird, läßt sich natürlich nicht ohne weiteres entscheiden.

Jedenfalls üben die Protoplasmeeigenschaften und das, was wir Selbstregulation nennen, den bestimmenden Einfluß auf die Ordnung der Resorption und die Arealverhältnisse treten in ihrer Bedeutung für diese Aufgabe zurück und stehen ganz in zweiter Linie. Die Arealverhältnisse sind so ausreichend bei den Säugern bemessen, daß sie jedweder Steigung der funktionellen Anforderungen der lebenden Substanz genügen können.

¹ Die Verringerung des Zelldurchmessers auf die Hälfte erhöht die relative Oberfläche auf das Doppelte.

Zwischen den einzelligen Organismen und der Zellmasse eines Säugers sind in den Verhältnissen der Resorption merkwürdigerweise keine außerordentlich großen Unterschiede zu verzeichnen.

Die Hefezelle, verglichen mit dem kleinsten Säuger zeigt in Hinsicht auf Zucker- und Eiweißresorption sich günstiger gestellt als die Zelle der Maus, die Differenzen kommen aber erstlich nur für das anaerobe Leben und für die Zuckerresorption in Betracht. Die Unterschiede in letzterer Hinsicht sind sogar viel größer zwischen Pferd und Maus, als zwischen letzterer und der Hefezelle.

Vergleicht man die resorbierten Nahrungsmengen nicht nach den Gewichten, sondern nach dem Brennwert, so zeigt sich, daß die Hefe auf gleiche Flächen, weniger Resorption aufweist, als die Zellen der neugeborenen Maus.

Alles in allem genommen sind also die Unterschiede der Resorption zwischen den verschiedenen, oben angeführten Organismen nicht so gewaltig, wie man vielleicht im voraus hätte erwarten können. Auch diese Betrachtungen führen zu dem Schluß, daß nicht die Arealverhältnisse der verschiedenen Flächen das primär ausschlaggebende sind, sondern, offenbar die besonderen Bedürfnisse des Protoplasmas, die in der Selbstregulation der Zersetzung ihren Ausdruck finden.

Bei der Hefezelle habe ich nachgewiesen, daß die Adsorption für Zucker und für eiweißartiges Material eine Rolle spielt. Wenn man erwägt, daß auch im Säugetierorganismus außerordentlich bedeutende Oberflächenareale bei der inneren Resorption in Tätigkeit treten, so führt uns dies unmittelbar zur Erwägung, ob denn für die Zellen der Säuger solche Adsorptionsvorgänge ganz ausgeschlossen sind.

Bei vielen Experimenten körperfremder und arteigener Stoffe findet man eine Verzögerung der Ausscheidung und eine oft länger dauernde oder kürzere Retention im Organismus. Die dabei verlaufenden Vorgänge sind im einzelnen nicht immer aufzuklären. Sehr häufig hat man kurzerhand eine Einlagerung in die Zellen angenommen. Die Untersuchungen von Overton und Hans Meyer haben für die Zurückhaltung von Stoffen unter Eindringen in die Zellen bestimmte gesetzmäßige Verhältnisse und Beziehungen zu den Eigenschaften der Zellwand uns kennen gelehrt.

Für manche Farbstoffe kommen sicherlich Adsorptionsvorgänge in Frage.

Ich meine, obige Erfahrungen an der Hefe machen es nötig, daß man für die Nährstoffe im engeren Sinne an die Möglichkeit von Adsorptionsvorgängen denkt; und es lassen sich einige Tatsachen finden, die unter die Vorgänge letzterer Art einzureihen sind.

Zunächst wäre daran zu denken, daß bei Eiweißfütterung wenigstens ein Teil jener im Körper zurückbleibenden Eiweißstoffe, die man früher zirkulierendes Eiweiß genannt hat, auf solche Adsorptionsvorgänge zurückgeführt werden könnte. Ihre Anhäufung erreicht eine gewisse Höhe, wenn die Eiweißzufuhr auf eine bestimmte Stufe gebracht wird, bei Sinken der Eiweißzufuhr werden sie aufgebraucht. Der Nachweis einer wirklichen Mehrung der Blutmenge im Sinne des Begriffes zirkulierendes Eiweißes ist bislang stets negativ ausgefallen. Die Annahme einer Adsorption würde sehr wohl diesen negativen Befund im Blute selbst erklären können.

Als größten N-Ansatz beim Manne habe ich einmal 33 g pro Tag beobachtet = 207-25 g Eiweiß, bei etwa 70 kg Körpergewicht, demnach rund 3 g Eiweiß pro 1 kg.¹ Dieses Eiweiß würde nach meiner Meinung nur zum Teil für Adsorptionsvorgänge in Betracht kommen. Aber wenn es selbst im ganzen Umfange für letztere Verwendung fände, so träfe, da auf 1 kg Mensch rund 150 qm Zelloberfläche gerechnet ist, etwa 20 Milligramm auf 1 qm, das ist gewiß keine Adsorptionsgröße, die an sich unwahrscheinlich oder gar unmöglich wäre. Jedenfalls fordern die vorstehenden Betrachtungen dazu auf, auch die Adsorption mit in den Kreis der Möglichkeiten für die Ablagerung von Nahrungsbestandteilen einzubeziehen.

Auf einen anderen Fall der Zurückhaltung von N-haltigen Stoffen bin ich gelegentlich der Fütterung von Fleischextrakt aufmerksam geworden.² Dabei hatte sich gezeigt³, daß einzelne Komponenten des Extraktes früher oder später ausgeschieden wurden. Zunächst wurden C-reiche Verbindungen zurückgehalten, die C-ärmeren dagegen treten zuerst aus.⁴ Möglicherweise handelt es sich also auch dabei nicht um Einlagerung fremder Substanzen in der Zelle selbst, sondern um Adsorptionsercheinungen.

Was den Zucker anlangt, so wäre auch für ihn a priori die Möglichkeit einer Adsorption nicht zu bestreiten, wir sind bisher nur der Meinung gewesen, daß die Glykogenbildung die regelmäßige Folge einer gewisse Grenzen überschreitenden Zuckerezufuhr sei, wenn man von der Fettbildung absieht.

¹ Dies *Archiv*. 1911. Physiol. Abtlig. S. 77.

² *Archiv für Hygiene*. 1904. IV. 1. S. 45.

³ A. a. O. S. 58.

⁴ A. a. O. S. 15.

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Drüsen mit innerer Sekretion auf die Uterustätigkeit.

I. Teil: Ovarium.

Von

Dr. Max Stückel,

Assistenzarzt an der Universitäts-Frauenklinik der Königlichen Charité.

(Aus der Universitäts-Frauenklinik der Königlichen Charité [Direktor: Geh. Rat Professor Dr. Franz] und dem Physiologischen Institut der Universität Berlin [Direktor: Geh. Rat Professor Dr. Rubner. Physikalische Abteilung, Abteilungs-vorsteher: Professor Dr. Piper]).

Klinische Beobachtungen und experimentelle Studien haben in den letzten Jahren in zunehmender Zahl unsere Kenntnis gefördert von den sogenannten Drüsen mit innerer Sekretion: der Hypophysis, der Schilddrüse nebst Epithelkörperchen, den Nebennieren und den Keimdrüsen, also den Hoden bzw. Eierstöcken und ihren Sekreten, den Hormonen. Aber so zahlreiche Bausteine auch solcher Art zusammengetragen sein mögen, so fehlt doch noch viel, sie zu einem geschlossenen Gebäude zusammenfügen zu können.

Die Schwierigkeit, ja man kann bei den uns heute zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden wohl sagen, die Unmöglichkeit, die Tätigkeit und Wirkungsweise der genannten Organe erschöpfend zu ergründen, liegt vor allem darin, daß sie zum Teil im gleichen, zum Teil im entgegengesetzten Sinne wirksam sind, ja daß sogar offenbar in einzelnen dieser Organe mehrere verschiedene Stoffe bereitet werden, die einander oder einem Sekret sonst im gleichen Sinne tätiger Organe entgegenwirken. Auch an den folgenden Untersuchungen, die sich mit einem verhältnismäßig kleinen Ausschnitt aus dem weiten Gebiet der Frage der inneren Sekretion befassen, wird diese Schwierigkeit zutage treten.

„Wird die Muskel-tätigkeit des Uterus, d. h. seine Wehentätigkeit im weitesten Sinne irgendwie beeinflusst durch die Sekrete der Drüsen mit innerer Sekretion und welcher Art ist diese Einwirkung?“. Diese Frage zunächst am tierischen und soweit möglich, auch am menschlichen Uterus zu studieren, soll der Zweck dieser Untersuchung sein.