

gefressen; auf den besprochenen hochliegenden Wiesen (ca. 2000') dagegen galt diese Art für das beste Futtergewächs, wonach die Milch besonders fett werden sollte. Die Blätter waren hier auch weich und fein. Besonders fett und wohlschmeckend wird auch hier die Milch nach dem Genusse von *Festuca ovina*, die auf den hochliegenden Matten, wie erwähnt, ein beliebtes Futter liefert, in den Thälern aber als ein äußerst schlechtes angesehen wird.

Ein gutes Futter lieferten überall auch die *Poa*-Arten, *Festuca rubra*, *Avena pubescens*, *Phleum alpinum*, *Anthoxanthum odoratum* und die *Agrostis*-Arten.

*Polygonum viviparum*, *Ranunculus acris* und *Aconitum septentrionale* wird aber nicht gefressen — wahrscheinlich wegen darin enthaltenen Alkaloïde — und bedauernswert ist es deshalb, dass eben diese Pflanzen oft auf den Gebirgswiesen die vorherrschenden sind.

*Rumex acetosa* wird in jungem Zustande — ehe die Früchte zur Entwicklung gekommen sind — mit Begierde besonders von den Ziegen gefressen, ebenso die jungen Sprosse und Blätter von *Alchemilla vulgaris* und *Saussurea alpina*.

Die gewöhnliche *Astragalus alpinus* liefert auch ein gutes Futter.

Merkwürdiger Weise wurde mir überall von den Bauern in den Hochgebirgen erzählt, dass *Cladonia rangiferina* bei dem Viehe sehr beliebt sein solle; denn wenn dies an einer Stelle weidet, wo frisches grünes Gras neben *Cladonia* wächst, so wird diese doch dem Grase vorgezogen. Nach dem Genusse von *Cladonia* liefert das Vieh nicht allein ein größeres Quantum Milch, sondern es bekommt auch ein schöneres und kräftigeres Aussehen. Aus diesem Grunde werden auch im Herbste mehrere Hundert Fuder von *Cladonia* nach den Sennhütten gebracht und während des Winters wird dann das Vieh gern zweimal des Tages damit gefüttert. Einmal des Tages besteht die Fütterung aus dünneren Zweigen von *Betula odorata*, daneben auch Heu von den Wiesen. [26]

## Ergebnisse von Forschungen in lebensgesetzlicher und mechanisch-ätiologischer Hinsicht.

Referierendes und Diskutierendes.

Von **Friedrich Dreyer** in Kiel.

II. Wilhelm Roux, Ueber den Cytotropismus der Furchungszellen des Grasfrosches [*Rana fusca*]<sup>1)</sup>.

Es handelt sich um die Erforschung von Gesetzlichkeiten in dem Verhalten isolierter Furchungszellen zu einander.

1) Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. I, S. 43—68, 161—202, 3 lithogr. Taf. u. 3 Textfig., 1894.

## I. Untersuchungsmethode.

Das Prinzip der Methodik ist einfach. Man zerreißt oder zerschneidet das kleingefurchte Froschei in einer indifferenten Flüssigkeit und beobachtet unter dem Mikroskop das Verhalten der isolierten unversehrten Zellen zu einander. In Wirklichkeit jedoch hängt die Deutung der zu beobachtenden Vorgänge wesentlich von der Fernhaltung resp. Inrechnungziehung unvermeidlicher Fehlerquellen ab, so dass den letzteren sorgfältigste Beachtung gewidmet werden muss. Dies gilt besonders für die Deutung der zwischen sich nicht berührenden Furchungszellen zu beobachtenden Vorgänge. — Am leichtesten und sichersten sind die bezüglichen Vorgänge an den Zellen solcher Eier von *Rana fusca* wahrzunehmen, die am Tage vorher befruchtet worden sind, die sich daher je nach der Temperatur des Raumes im Stadium der feingeteilten Morula oder bereits der Blastula befinden; und zwar eignen sich nur Eier vom Anfange der normalen Laichperiode. Bei Eiern, deren Laichung hinausgeschoben wird, sei es künstlich durch getrennte Aufbewahrung der gefangenen Tiere, sei es in der Natur durch abnorm kalte Witterung, sinkt erfahrungsgemäß die Lebensenergie, so dass sie für diese Untersuchungen, durch die die Eiprodukte doch immerhin beträchtlichen Insulten — Isolierung der Zellen und darauf folgende Uebertragung in ein fremdes Medium — unterzogen werden, nicht mehr geeignet sind. Am Anfang der rechtzeitigen Laichperiode dagegen sind die zu untersuchenden Vorgänge genügend charakteristisch ausgesprochen. — Als Medium, in dem die Objekte untersucht werden, dient frisches filtriertes Hhnerwei; auch halbprozentige resp. mehr oder weniger starke Kochsalzlösung wurde verwandt. — Das Eiprodukt wird seiner Gallerthülle beraubt, auf eine runde planparallele Glasplatte von etwa 3 cm Durchmesser gelegt, mit etwa 5 Tropfen des Eiweißes begossen und hiernach mit zwei Prpariernadeln zerrissen oder mit einer scharfen kleinen Scheere zerschnitten. Die austretenden Eiteile werden durch einige wenige Bewegungen mit den Nadeln weiterhin zerkleinert. Die Glasplatte wird sogleich in eine runde Glasschale von etwa 4—5 cm Durchmesser und 1 cm hohem Rande gelegt, in die vorher 10—15 Tropfen Wasser gethan worden waren, und zwar geschieht dies deshalb, um die Verdunstung der dem Ei zugesetzten Flüssigkeit zu beschränken und damit sowohl Veränderungen in der Konzentration des Mediums wie Strömungen desselben möglichst zu vermindern und zugleich die unvermeidliche Verdunstung wenigstens auf allen Seiten der Peripherie möglichst gleichmäßig zu machen, was zur Verringerung von Strömungen gleichfalls sehr nötig ist. — Objektisch des Mikroskops und obere Fläche der in die Schale gelegten Objektplatte werden mit einer Dosenlibelle wagerecht eingestellt. — Die Glasschale bietet auch den Vorteil, dass man sie bei Unterbrechung der Beobachtung durch

eine auf den eben abgeschliffenen Rand aufgelegte Platte vollkommen abschließen kann, wonach die Zellen bei geeignetem Medium am Anfang der Laichperiode sich noch 1—2 Tage lebend erhalten und mancherlei später zu schildernde Verhalten zu beobachten gestatten. Während die Beobachtung im unbedeckten Tropfen den Vorteil bietet, dass die gelegentliche Beeinflussung der Lage der Zellen mit einer feinen Nadel möglich bleibt, ist es gleichwohl zur Kontrolle nicht zu entbehren, auch Beobachtungen bei aufgelegtem, durch Wachsfüßchen unterstütztem Deckglase zu machen. Noch vollkommener erreicht man den Hauptzweck der möglichsten Verminderung von Strömungen im Medium, die die isolierten Zellen passiv bewegen könnten, durch Anwendung einer in den Objektträger eingeschliffenen feuchten Kammer, die nach der Einbringung des Objektes mit einem großen Deckglas bedeckt wird. Da jedoch ihr Boden eben sein und wagrecht stehen muss, muss man sich dieselbe besonders anfertigen lassen; doch gewährt sie die günstigsten Versuchsbedingungen. An so zubereiteten Objekten kann man die zunächst zu besprechenden Vorgänge mehrere Stunden lang studieren. Beabsichtigt man dagegen, bloß einmal einige Näherungen isolierter Furchungszellen gegen einander und nur auf geringer Distanz von etwa  $\frac{1}{8}$  Zelldurchmesser zu beobachten, so genügt es, das Eiprodukt auf einem gewöhnlichen Objektträger in der genannten Flüssigkeit zu zerreißen und das Objekt rasch unter dem Mikroskop zu besichtigen. — Nach der Zerteilung des Eies beeilt man sich bei schwacher Vergrößerung zwei Zellen zu finden, die in geringem Abstände, etwa um den Radius der kleineren Zelle, von einander entfernt liegen und in deren Umgebung, etwa im Umkreise des doppelten Zelldurchmessers, keine Zellen lagern. Hierauf wird ein stärkeres Objektiv in Anwendung gebracht und das Zellpaar derart unter das Okularmikrometer eingestellt (in verschiedener Hinsicht ist es empfehlenswert, sich zu den Verschiebungen des Objektes eines durch Mikrometerschrauben beweglichen Objektisches zu bedienen), dass die mittlere Verbindungslinie, d. h. die Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Zellen, in die Längsrichtung des Mikrometers fällt, so, dass jede Zelle beiderseits gleichviel über die kurzen Striche des Okularmikrometers vorragt, die mittlere Verbindungslinie der Zellen also mit der gedachten Halbierungslinie der kurzen Striche zusammenfällt. Diese Einstellung gestattet, stets zu erkennen, ob die Zellen sich nur gegeneinander oder zugleich auch etwas seitwärts bewegen.

## II. Verhalten isolierter und durch kleine Zwischenräume getrennter Furchungszellen zu einander.

### A. Verhalten bei Lagerung der Zellen in filtriertem Hühner-eiweiß.

#### 1) Verhalten von zwei Zellen zu einander.

Die Furchungszellen, in dem Verbande des Eiproduktes bekannt-

lich gegeneinander abgeplattet, kontrahieren sich innerhalb ein bis drei Minuten nach der Isolation zur anscheinend vollkommenen oder annähernden Kugelform; sie haben dabei glatte Konturen und zeigen auch keine Pseudopodien. — Ferner lassen sich dann schon ohne Messung dreierlei wichtige Wahrnehmungen machen. Beobachtet man nacheinander Zellpaare, deren Zellen in geringem Abstände, von etwa ein Viertel Zelldurchmesser und darunter, sich befinden, so wird man an mehreren der Paare wahrnehmen, dass im Laufe weniger Minuten der Zwischenraum der Zellen sich verkleinert und schließlich schwindet, so dass beide rundlichen Zellen sich berühren. Zweitens sucht man sich bei schwachem Objektiv eine Stelle, die in demselben Gesichtsfeld vier oder mehr in dem bezeichneten Abstand befindliche Zellpaare zeigt. Hiernach ist dann wahrzunehmen, dass die Zellen jedes Paares oder wenigstens mehrerer Paare sich nähern und dass diese gleichzeitige Näherung in verschiedenen, eben den Verbindungslinien der Zellen jedes Paares entsprechenden Richtungen erfolgt. Diese Beobachtung ist deshalb wichtig, weil solche gleichzeitige Näherung von Zellen in mehreren verschiedenen Richtungen nicht durch eine Strömung im Medium hervorgebracht werden kann. Die geringe Strömung, die bei der vorher geschilderten Versuchsanordnung noch auftritt, hat im ganzen Gesichtsfeld jeweilig bloß eine Richtung, wie man bei Beobachtung feiner suspendierter Körnchen sieht, so dass also durch sie bloß Bewegung isolierter Zellen in dieser einen Richtung hervorgebracht werden könnte. Eine dritte Wahrnehmung ist, sofern im Anfang der Laichperiode experimentiert wird, die, dass, wenn man sich vorher überzeugt hatte, dass viele einander sehr nahe Zellen vorhanden waren, schon kurze Zeit, etwa 3—5 Minuten nach der Zerreißung des Eies, nur sehr wenige Zellen zu sehen sind, die, einander sehr nahe, etwa bloß in  $\frac{1}{15}$  Zelldurchmesser Abstand und darunter sich befinden. Auf Grund der 1. und 2. Beobachtung ist aus dieser 3. zu schließen, dass in den wenigen Minuten alle oder fast alle, von vorn herein einander sehr nahen Zellen sich bereits bis zur Vereinigung genähert haben, während die von einander weiter entfernten Zellen sich zumeist noch nicht bis zu so geringem Abstände wieder genähert haben. Am Ende der Laichperiode dagegen findet man noch nach Stunden sehr viele Zellen einander sehr nahe, und wenn man einzelne Zellpaare einstellt und lange Zeit beobachtet, erkennt man, dass eine Näherung zwischen ihnen zumeist nicht stattfindet. Die Näherungen geschehen sowohl zwischen schwarzen wie zwischen farblosen Zellen und zwischen beiderlei Zellen unter einander, doch überwiegen die farblosen Zellen unter den isolierten Zellen stets erheblich, einmal, weil ihrer im Ei erheblich mehr überhaupt vorhanden sind und dann auch, weil sie sich leichter von einander trennen, als die pigmentierten. Die hier darzulegenden Beobachtungen beziehen

sich also daher zumeist auf diejenigen Zellen des Eiproduktes, die noch am wenigsten innig mit einander sich verbunden haben und die wohl auch erst am wenigsten differenziert sind, somit noch am meisten den Namen der Furchungszellen verdienen. Dies ergibt sich schon aus ihrer Rundung nach der Isolierung, die eine Aeüßerung der Kontraktion bekundet, die z. B. den Zellen der Dorsalplatte der Gastrula bereits abgeht, denn diese behalten nach der Isolierung ihre eckige Gestalt.

Ein zunächst gewonnenes Resultat wäre also die Erkenntnis, dass zwischen vielen Furchungszellen desselben Eies vom Stadium der älteren Morula und der Blastula Näherungswirkungen stattfinden. Nach Analogie von anderen Richtungsbewegungen ein- und mehrzelliger Organismen, wie dem Heliotropismus, Geotropismus, Chemotropismus (Chemotaxis Pfeffer's), Galvanotropismus, will Roux diese Bewegung der Furchungszellen gegen einander unter Vermeidung jeder Andeutung über die eventuelle Ursache und Vermittelung dieser Wirkungen rein sachlich als „Cytotropismus“ der Furchungszellen bezeichnen.

Im Folgenden geht dann Roux dazu über, die Ergebnisse des speziellen Studiums einer Reihe von Näherungsgeschichten von Zellpaaren darzustellen. Die Möglichkeit einer genau messenden Beobachtung der Vorgänge wird, wie unter „Untersuchungsmethode“ schon angeführt wurde, so geschaffen, dass das Zellenpaar unter das Okularmikrometer eingestellt wird, so, dass die gedachte Verbindungslinie der Zellmittelpunkte in die gedachte Halbierungslinie der Mikrometerstriche fällt. Gemessen werden die Abstände der beiden einander nächsten oder proximalen Punkte beider Zellen und die beiden entferntesten oder distalen Punkte. Halten sich diese vier Punkte während des Näherungsvorganges der Zellen in der gedachten Mittellinie der Mikrometerskala und bleiben die Zellen symmetrisch zu dieser Linie gestaltet, so ist die Näherung der Zellen als eine vollkommen direkte, d. h. auf dem nächsten Wege erfolgende zu bezeichnen. Verschiedentlich finden sich auch seitliche Abweichungen; sind dieselben jedoch gering und finden bald nach der einen, bald nach der anderen Seite statt, so bleibt doch als Resultante wenigstens direkte Näherung gewahrt. Diese direkte Näherung stellt das gewöhnliche Verhalten der Furchungszellen beim Anfange jedes neuen Versuches während des Anfanges der Laichperiode dar, sofern äußere Störungen ferngehalten werden. Erhebliche, dauernd nach gleicher Seite gerichtete Seitwärtsbewegungen der Zellen, wie schiefes Sichnähern derselben oder an einander Vorbeiwandern kommen unter diesen Umständen nicht vor, wohl aber finden sie sich gegen Ende der Laichperiode oder mehrere Stunden nach Beginn des Versuches nicht selten. Die in ihrem speziellen Verlauf besprochenen Näherungsgeschichten bringt Roux

graphisch auf beigegebenen lithographischen Tafeln so zur Darstellung, dass er die 4 Punkte (die beiden distalen und die beiden proximalen eben der 2 Zellen) in ihrem einer jedesmaligen Beobachtung entsprechenden gegenseitigen Entfernungsverhältnis in der Ordinatenrichtung eines Parallelkoordinatensystems einträgt, dessen Erstreckung in der Abscissenrichtung dem Zeitverlauf der Geschichte entspricht. Die spezielle Verfolgung der Näherungsgeschichten ergab folgende für die Lehre des Cytotropismus bemerkenswerte Punkte. — Die Näherung der Zellen gegen einander pflegt keine stetige zu sein, sondern schrittweise zu erfolgen, so, dass nach jedem Schritt vorwärts gewöhnlich ein mehr oder weniger großes Zurücksinken stattfindet. — Zwei Näherungsweisen der Zellen sind zu unterscheiden: Diejenige durch Vergrößerung des Zelldurchmessers in Richtung auf die andere Zelle; Roux nennt dies „Entgegenstreckung“. Die Größe der Entgegenstreckung wird gemessen durch die positive Differenz der Näherungsgrößen des proximalen und des distalen Punktes. Zweitens diejenige durch Entgegenbewegung der ganzen Zelle; Roux nennt dies „Zellwanderung“. Die Größe der Zellwanderung wird gemessen an der Näherung des distalen Punktes. Diese Unterscheidung zwischen Entgegenstreckung und Zellwanderung bezeichnet deutlich formal das Verhalten der Zellen und mehr soll es nicht bezeichnen; so möge man auch nicht etwa Andeutung darin sehen, dass die beiden unterschiedenen Näherungsweisen des Cytotropismus in ihren Ursachen wesentlich verschieden seien. Ueber Ursächliches soll hier nichts ausgesagt sein. — Von der von Roux erstbeschriebenen Näherungsgeschichte wollen wir hervorheben, dass nach der Vereinigung beide Zellen sehr starke amöboide Bewegungen nach verschiedenen Seiten machten, denen bald eine Teilung der einen Zelle folgte. — Es ist nicht durchgängige Regel, dass die Näherung beiderseits gleichmäßig gefördert wird, sondern es sind meist Ungleichheiten in der Aktivität des Vorgehens der beiden Zellen zu konstatieren, ja es braucht die Näherung überhaupt nicht beiderseits gefördert zu werden, einseitige Näherung einer der beiden Zellen gegen die andere ohne Entgegenkommen dieser ist sogar ein sehr häufiges Vorkommnis. In vielen Versuchen ist es der überwiegende Näherungsmodus; und zwar nähert sich ebensowohl die größere Zelle der kleineren wie umgekehrt die kleine der größeren. — Teilung kommt bei den Zellen der Näherungsversuche verschiedentlich zur Beobachtung. Dieselbe erfolgt nicht immer annähernd quer zur Verbindungsrichtung der beiden Versuchszellen, obschon dies das überwiegende Verhalten zu sein scheint. Vielleicht bewirkt die Näherungstendenz eine erste Verlängerung der Zelle in der Verbindungsrichtung der Versuchszellen, was dann die Einstellung der Kernspindel in diese Richtung veranlassen und so die weitere Verlängerung in derselben Richtung und die quer dazu stehende Teilungsrichtung bedingen kann;

die Einstellung der Kernspindel pflegt sich bekanntlich der Richtung der größten Protoplasmamasse entsprechend zu regeln. — Die letzte Näherung unmittelbar vor der Berührung pflegt mit einer besonderen Beschleunigung verbunden zu sein. — Häufig spitzen sich die Zellen ein wenig, aber deutlich, gegen einander zu. — Es kommt vor, dass die Zellen an der Unterlage etwas haften bleiben. Wenn eine solche Fixation lange dauert, werden die Zellen manchmal sehr unruhig, senden Pseudopodien nach einander oder gleichzeitig nach verschiedenen Richtungen aus; die Bewegungen dieser Fortsätze werden allmählich schneller, was manchmal zu einer Losreißung von der Unterlage und nachfolgender rascher Vereinigung führt. — Dass die Furchungszellen unter Umständen amöboide Bewegungen ausführen, ist bekannt. Die von Roux beobachteten Pseudopodien waren bei Verwendung von Hühnereiweiß als Medium von zweierlei Art. Meist waren sie aus der ganzen Masse des Zelleibes gebildet; diese Pseudopodien nennt Roux protoplasmatische Pseudopodien. Selten dagegen entstanden bei diesem Medium ganz klar durchscheinende, schwach gelbliche Pseudopodien, die ihre Größe und Gestalt sowie ihren Ort an der Peripherie der Zelle viel rascher wechselten als die vorigen; diese nennt Roux paraplasmatische Pseudopodien. Es erhebt sich diese Art der Pseudopodien frei über die unbeweglich gebliebene, aus körniger Masse zusammengefügte Zellrinde. Wenn ein solches Pseudopodium wieder kleiner wird, legt sich seine feine homogene Umschließungshaut der Zellrinde außen an; diese Haut stellt also wohl den abgehobenen feinen, körnerfreien äußersten Protoplasmasaum der Furchungszellen dar. Manchmal aber bricht unter einem solchen Pseudopodium die Zellrinde ein und ein Strom der körnigen Zellmasse ergießt sich in das bisher wasserklare Pseudopodium und verteilt sich allmählich in ihm. Beim Wiedereinziehen des Fortsatzes werden dann diese Körnchen auch wieder mit- und ins Innere aufgenommen, zum letzten Teil wohl der Zellrinde ein- oder zur Rinde zusammengefügt<sup>1)</sup>. Bei Anhaften der Zellen auf der Unterlage sah Roux einige Male die paraplasmatischen Pseudopodien in überraschender Thätigkeit. Ein großes zungenförmiges Pseudopodium von mehr als der Größe des Zellradius wurde mit explosionsartiger Geschwindigkeit ausgestoßen und bewirkte durch den heftigen Rückstoß das Flottwerden der Zelle, dem dann rasche Näherung gegen die andere Zelle und Vereinigung mit ihr folgte. In der That ein merkwürdiges Schauspiel, anregend zum Denken in ätiologischer und teleologischer Weise. — Als den Cytotropismus hindernde und abschwächende Umstände sind anzuführen: Einmal eben das Anhaften auf der Unterlage. Dann das Vorrücken der Versuchszeit gegen das Ende der Laichperiode, wo der

1) Man denke bei dem eben Berichteten an die analogen Befunde bei Rhizopoden.

Cytotropismus schließlich ganz schwindet. Das Vorliegen dieses Zustandes pflegt sich schon dadurch anzuzeigen, dass das Eiprodukt beim ersten Zerreißen sogleich in sehr viele Zellen zerfällt, gleichsam zerstäubt; die Zeichen von Minderung der vitalen Energie. Bei fortschreitender Ausbildung dieses Zustandes wird der epitheliale Zellverband, die gegenseitige Abplattung der Zellen eines Eiproduktes aufgehoben, indem die Zellen sich runden und nur noch punktuell berühren; ein Zeichen des Todes zunächst des Ganzen als Individuum<sup>1)</sup>, dem dann der Tod der Zellen allmählich nachfolgt. Es ist interessant, dass schon in den äußerlich noch nicht sichtbaren, bloß durch Zerstäuben der Eier beim Zerreißen erkennbaren Anfangsstadien dieses am Ende der Laichperiode von selber eintretenden Zustandes, die Zellen nach ihrer Isolierung auch keine Näherungen gegen einander mehr erkennen lassen. Drittens war eine Abnahme des Cytotropismus zu konstatieren mit der Zeit nach der Isolierung der Furchungszellen. — Ein den Cytotropismus verstärkender Faktor ist die Wärme. Eine Temperatur von 20—28° C. wirkt begünstigend, durch Erwärmung dann weiterhin über 30° C. hinaus werden die Zellen geschädigt und reagieren nicht mehr. — Für die Größe des Zellabstandes, in dem Näherung noch zu beobachten war, ergab sich als absolute obere Grenze 60  $\mu$ . Bei kleineren Zellen ist der maximale Näherungsabstand viel geringer; nur äußerst selten erreichte er die Größe des Zelldurchmessers, meist betrug er nur das Maß des Radius etwa. Die absolute obere Grenze des Näherungsabstandes gilt jedoch als solche trotz Zellen von mehrfach größerem Radius als 60  $\mu$ ; es ergab sich anscheinend sogar, dass bei weiterer Zunahme der Zellgröße der Näherungsabstand sich verkleinerte. Doch haben die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen an großen Zellen dadurch geringeren Wert, dass sie erst gegen Ende der kurzen Laichperiode gemacht wurden; sie bedürfen daher der Wiederholung am Anfange einer normalen Laichperiode.

2) Verhalten dreier in Näherungsabstand befindlicher Furchungszellen zu einander.

Von 3 Zellen verrät gewöhnlich eine Zelle größere Beweglichkeit als die anderen. Manchmal nähert sich diese auf direktem Wege einer der beiden anderen (mit oder ohne Entgegenkommen dieser), die jedoch nicht die nähere zu sein braucht. Nach der Vereinigung kann dann noch die Näherung zwischen diesem Zellpaar und der dritten Zelle stattfinden. In anderen Fällen war die Bewegung der ins Auge gefassten beweglichen Zelle zunächst eine resultierende des Strebens nach

1) Roux sagt „des Individuums als Ganzen“; wir halten obige Ausdrucksweise für korrekter.

den beiden anderen Zellen, um sich erst nach einiger Zeit einer dieser beiden zuzuwenden, mit der zunächst dann die Vereinigung erfolgte.

### 3) Verhalten von Zellkomplexen zu einander und zu einzelnen Zellen.

Legt man Komplexe, die aus einer Reihe von je 3, abgeplattet an einander schließender Zellen bestehen, parallel neben einander in einem Abstand von nicht viel über einen halben Zelldurchmesser, so kann man häufig beobachten, dass sie sich mit einem Paar ihrer Enden gegeneinanderneigen um so in Kontakt zu kommen. Bei Näherungen zwischen Zellkomplexen bis zu 4 Zellen und einzelnen Zellen kommt es sowohl vor, dass sich die Einzelzelle dem Komplexe, als auch umgekehrt dieser jener, als auch beide einander sich nähern. Größere Komplexe von 6 und mehr Zellen näherten sich als Ganze nicht, selbst nicht bei einem Abstand von Näherungsdistanz der einzelnen Zellen. Aber einige der in Näherungsabstand befindlichen Zellen zweier solcher Komplexe näherten sich manchmal einander durch stärkere Vorwölbung der betreffenden Zellen und unter teilweiser Loslösung aus dem Komplexe. Die zwischen Zellkomplexen stattfindende Näherung ist also nicht den Massen dieser proportional und stellt somit auch keine Massenwirkung der Komplexe auf einander dar, sondern sie erscheint von Zellen der einander zugewendeten Oberflächen der Komplexe her vorgebracht. Zwischen Komplexen, deren Zellen dicht zusammengeschlossen waren und zwar so, dass die Zellen auch nach außen, über das Gesamtniveau des Komplexes nicht hervorragten, die Roux daher „geschlossene Komplexe“ nennt, konnten Näherungen nicht beobachtet werden, eben so nicht zwischen solchen und naheliegenden einzelnen Zellen, wozu Roux bemerkt: Diese Beobachtung bedarf jedoch der Kontrolle an frischem Materiale vom Anfang der Laichperiode. Wenn sie sich da bestätigt, würde sie von großer Bedeutung sein.

### 4) Verhalten vieler isolierter Zellen zu einander.

Eine größere Anzahl isolierter Zellen, die sich in Näherungsabstand zu einander befinden, pflegen ein System von Näherungen zu bilden, die in dem Zustandekommen häufig eines einzigen Komplexes ihren schließlichen Abschluss finden.

### 5) Umwandlung der Furchungszellen zu Amöben.

Gegen Ende der Laichperiode oder nach bereits mehrere Stunden bestehender Trennung der Furchungszellen wurden die Zellen hochgradig amöboid. Sie verhielten sich wie selbständige Amöben und ließen keinen Cytotropismus erkennen. Auch wenn sie auf ihren Wanderungen zufällig selbst zu gegenseitiger Berührung kamen, kam es zu keiner Vereinigung.

## 6) Negativer Cytotropismus.

Manchmal wurde zwischen 2 Zellen, die sich in punktueller Berührung befanden, manchmal auch bei solchen, die sich eben erst bis zur Berührung genähert hatten, gegenseitige Retraktion und Abrundung beobachtet. Zweitens konnte zuweilen an der Berührungsstelle zweier Zellen Sekretion einer hyalin bröckeligen Masse konstatiert werden. Eine dritte Art der Entfernung bestand darin, dass von zwei einander nahen oder sich berührenden Zellen die eine sich von der anderen weit entfernte, sei es unter Bildung besonderer Pseudopodien, sei es ohne solche. Diese Entfernung pflegte jedoch nicht in der mittleren Verbindungsrichtung der Zellen zu erfolgen. — Ob in solchen gelegentlichen Entfernungsvorgängen vitale Erscheinungen bestimmter Eigenart vorliegen, die man dann als negativen Cytotropismus zusammenfassen könnte, muss noch dahingestellt bleiben.

## B. Verhalten der isolierten Furchungszellen bei Lagerung in Kochsalzlösung.

In halbprozentiger Kochsalzlösung tritt in den Zellen des Eiproduktes nach ihrer Isolierung Pseudopodienbildung auf. Auch cytotropische Näherung findet in Kochsalzlösung statt, nur wird das Beobachtungsbild durch die Pseudopodienbildung beeinträchtigt. Etwa 5—7 Minuten nach der Zerreißung des Eies in der halbprozentigen Kochsalzlösung verschwanden die Pseudopodien der isolierten Zellen; die Zellen rundeten sich und nahmen einen glatten Kontur an wie in Eiweiß liegende Zellen und verhielten sich danach bei ihren cytotropischen Bewegungen gleich solchen.

## C. Verhalten der Furchungszellen verschiedener Eier gegen einander.

Das cytotropische Verhalten zwischen Zellen verschiedener Eier unterschied sich im allgemeinen nicht von dem der Zellen desselben Eies; insbesondere trat eine Neigung der Zellen verschiedener Eier, sich von einander zu entfernen, nicht hervor.

## D. Befunde an den Zellen älterer Entwicklungsstadien.

Zu den Versuchen herangezogen wurden *Gastrulae*, Embryonen und junge Kaulquappen von *Rana fusca*. Die Trennung geschah wieder in filtriertem Hühnereiweiß oder halbprozentiger Kochsalzlösung. Sie lieferte bei diesen älteren Eiprodukten isolierte Zellen von zweierlei wesentlich verschiedenem Verhalten: einmal sich rundende Zellen und dann Zellen, die ihre vorherige, von abgeplatteten Flächen begrenzte Gestalt auch nach der Isolierung beibehielten. Die sich nach der Isolierung rundenden Zellen entstammten dem Dotter, dem Mittelblatt und dem Centralnervensystem; es waren zugleich die im Durchschnitt

größeren der Bausteintrümmer des Eiproduktes. Zum Teil zeigten die gerundeten dieser Zellen lebhaft amöboide Bewegungen. An diesen sich rundenden Zellen konnten cytotropische Bewegungen deutlich nachgewiesen werden. Doch fiel es auf, dass die Zellen sich wiederholt bis zur Berührung näherten, diese aber sogleich wieder lösten und zurücksanken, um aufs neue sich zu nähern; andere lösten sich nach der Berührung einfach von einander, um einen Spalt zwischen sich zu lassen. Da dies Verhalten bei den Zellen der erst weniger differenzierten Stadien seltener war, erweckte sein öfteres Vorkommen bei Zellen älterer Eiprodukte den Gedanken, dass Zellen von schon höher differenzierten Organen sich weniger<sup>1)</sup> mit einander vertragen als Zellen noch indifferentere Stufen. — Die nach der Isolierung sich nicht rundenden Zellen, im Durchschnitt kleiner, entstammten der sogenannten Cylinderepithel- oder kubischen Epithel-Formation. An ihnen konnten im Gegensatz zu dem Verhalten der runden Zellen cytotropische Bewegungen nicht festgestellt werden. Natürlich ist hieraus nicht zu schließen, dass zwischen ihnen überhaupt kein Cytotropismus besteht; er ist möglicherweise nur so schwach, dass er gegenüber den Fehlerquellen nicht hervortritt. Auch an isolierten Epithelelementen des erwachsenen Frosches konnte ein Ergebnis in positivem Sinne nicht konstatiert werden. — Besondere Sorgfalt verwendete Roux weiterhin auf die Prüfung des Verhaltens der roten Blutkörper des erwachsenen Frosches, doch konnten hier keine sicheren Ergebnisse gewonnen werden; ebenso nicht bei den weißen Blutkörpern des Grasfrosches und den Blutkörpern und sonstigen Zellen von erwachsenen Säugern, wo die Versuche ja auch von vornherein viel aussichtsloser waren.

Endlich berichtet Roux, dass an isolierten Zellen von *Morulis* und *Blastulis* von *Rana esculenta* und *Bombinator igneus* cytotropische Erscheinungen nicht zu konstatieren waren, ein vorläufig jedenfalls sehr auffallendes Ergebnis, dazu angethan, einen beinahe an den an entsprechenden Zellen von *Rana fusca* gemachten Beobachtungen irre zu machen, wenn diese nicht zu zuverlässig konstatiert wären.

### III. „Vitale“ Bedeutung der beobachteten Thatsachen.

Roux diskutiert hier noch einmal im Zusammenhang die Frage, ob die beobachteten Erscheinungen auch wirklich Leistungen der vitalen Objekte selbst seien.

Zunächst werden, wir können wohl sagen in erschöpfender Vollständigkeit, die Möglichkeiten kritisch durchgegangen, dass die beobachteten Zellnäherungen durch äußere Einwirkungen hervorgebracht

1) Der Text Roux's drückt sich aus: „... sich nicht mit einander vertragen als . . .“; vermutlich ein Schreib- oder Satzfehler.

sein könnten. Es ergibt sich, dass das Vorhandensein dieser Möglichkeiten im allgemeinen die vitale Bedeutung der Ergebnisse speziell der angestellten Versuche nicht in Frage zu ziehen vermögen.

Doch auch die weiterhin beobachteten negativ cytotropischen Erscheinungen konnten bei den angestellten Versuchen nicht durch äußere Einwirkungen hervorgebracht sein. Auch über ihre aktiv vitale Natur kann kein Zweifel bestehen, daraus folgt aber noch nicht, dass die beobachteten Entfernungserscheinungen gerade auf einer einem positiven Cytotropismus entgegengesetzten Leistung beruhen: es ist nicht gesagt, dass die negativ cytotropischen Erscheinungen negativer Cytotropismus sind; denn die wahrgenommenen, stets sehr geringen Entfernungen der Zellen in Richtung der mittleren Verbindungslinie kann auch schon durch ein Bestreben der sich berührenden Zellen, bloß ihre Berührung zu lösen, hervorgebracht werden, indem dabei die Zellen sich runden, wobei eine geringe distale Bewegung mit resultiert. Ein Bestreben von Zellen dagegen, sich direkt von einander zu entfernen, also auch ein Vermögen derselben, durch das fremde Medium hindurch sich irgendwie abstoßend zu beeinflussen, kann aus diesen Thatsachen allein nicht erschlossen werden; um so weniger, als die Bewegungen, der weiter als das genannte geringe Maß von einander sich entfernenden Zellen fast immer statt in Richtung der mittleren Verbindungslinie beider Zellen, schräg zu derselben erfolgte. Diese öfter beobachtete größere Entfernung einer Zelle von einer anderen kann daher höchstens als Ausdruck des mangelnden Cytotropismus aufgefasst werden.

Schwieriger ist es weiterhin den Befund zu deuten, dass zwischen vielen Zellen eine direkte Näherung nicht zu beobachten war, denn entweder kann dies auf dem Fehlen oder zu großer Schwäche des Cytotropismus, oder auf cytotropische Bewegungen hemmenden inneren oder äußeren Momenten beruhen. Als den Cytotropismus hemmende Momente können gegenwärtig bereits betrachtet werden zu niedrige Temperatur und Lichtmangel; beides wirkte bei den angestellten Versuchen auf alle Zellen in gleicher Weise, weshalb für ein verschiedenes Verhalten der Zellen ein und desselben Objektes die Ursache hier nicht zu suchen wäre. Weiter kann das fremde Medium die Zellen schädigend beeinflussen. Da auch dies auf alle Zellen desselben Objektes gleichmäßig wirken wird, so muss für die Verschiedenheit des Verhaltens der Zellen eine verschiedene Empfindlichkeit derselben gegen den Einfluss des Mediums angenommen werden, eine Annahme, die wohl berechtigt sein kann.

Weiterhin kann die Isolation an sich, der Verlust der normalen Nachbarschaft, schädigend und zwar in verschiedenem Grade schädigend auf die Zellen wirken. Denn es ist zu vermuten, dass der Verlust der Nachbarschaft auf Zellen, die der abhängigen Differenzierung unter-

liegen, stärker wirkt als auf Selbstdifferenzierungszellen<sup>1)</sup>, und dass andererseits nur erst sehr wenig differenzierte und auch zur Zeit nicht in lebhafter Differenzierung begriffene Zellen, wie die Dotterzellen, ebenso wie vielleicht auch bereits voll ausdifferenzierte Zellen, weniger empfindlich gegen die Isolierung an sich sein werden, als schon in einem mittleren Grade differenzierte und noch in rascher Differenzierung begriffene Zellen.

Die hier berichteten Versuche werden es vorzugsweise mit den weniger differenzierten Zellen des Eiproduktes zu thun gehabt haben, da diese sich leichter von einander lösen wie die differenzierteren und daher wohl auch den größten Teil der nach dem operativen Eingriff isoliert vorgelegenen Zellen gestellt haben werden.

In Folge des Umstandes, dass verschiedengradig differenzierte Zellen auch verschieden innig mit einander zusammenhängen, werden die Zellen eines Eiproduktes nicht nur durch die Isolation an sich verschieden betroffen, sondern auch schon durch sie mechanisch in verschiedenem Grade insultiert werden.

Verschiedene Zustände der isolierten Zellen desselben Eiproduktes zeigten sich ferner auch darin, dass die Zellen bei Durchströmung des Objectes mit dem elektrischen Wechselstrom in sehr verschiedenem Grade reagieren.

Alles dies sind Momente, die bei der beobachteten Verschiedenheit des cytotropischen Verhaltens der Zellen desselben Eiproduktes in Rechnung zu ziehen wären.

Wie Verschiedenheiten in der Intensität der cytotropischen Erscheinungen durch den Einfluss äußerer Faktoren bedingt sein können bei immanent gleicher cytotropischer Stimmung, so können sie aber auch auf Verschiedenheiten der cytotropischen Beanlagung der Zellen ohne Beteiligung äußerer Einflüsse beruhen. Die aus dieser Möglichkeit sich ergebenden Alternative ist von großer Wichtigkeit für die Auffassung von dem eventuellen Anteil des Cytotropismus bei der Entwicklung des Individuums. Denn wenn alle Zellen des Eiproduktes denselben Cytotropismus zu einander haben, dann kann diesem Faktor kein differenzierend gestaltend eingreifender Einfluss, also kein distinkter Anteil in der individuellen Entwicklung zukommen; wenn dagegen der Cytotropismus zwischen den Zellen desselben Eiproduktes beträchtlich verschieden ist, und wenn diese Verschiedenheiten typische sind, dann kann der ordnende und gestaltende Einfluss des Cytotropismus in der Ontogenese ein sehr bedeutender sein. Es bieten sich nun auch mannigfach Beobachtungen, die theils mit Sicherheit, theils mit Wahrscheinlichkeit auf spezifische Verschiedenheiten des Cytotropismus der einzelnen Zellen schließen lassen.

1) Vergl. Roux's Aufsatz „Ueber die Spezifikation der Furchungszellen“ in dieser Zeitschr., 1893, Bd. XIII, S. 665.

Die Thatsache, dass sich an den Furchungszellen von *Rana esculenta*, *Bombinator igneus* und *Telestes Agassizii* unter den gleichen Verhältnissen cytotropische Näherungen nicht beobachten ließen, dürfte die Vermutung nahelegen, dass dies von einer größeren Empfindlichkeit der Eiprodukte dieser Species gegen die künstlichen Bedingungen des angewendeten Experimentierens herrührt. Denn es ist nicht wahrscheinlich, dass eine so fundamentale Leistung, wie sie bei *Rana fusca* sicher konstatiert wurde, bei nächst verwandten Species ganz fehlen sollte. Darauf hinzuweisen ist in dieser Richtung auch, dass die Furchungszellen der genannten Species nach der Isolierung und Uebertragung in das fremde Medium überhaupt sich nicht bewegten. Hier würde also an der Technik des Experimentierens weiterhin noch zu probieren sein.

Ueber das Vorkommen oder Fehlen des Cytotropismus endlich bei den roten Blutkörperchen war kein sicheres Urtheil zu gewinnen, da sich die Beobachtung des Verhaltens dieser kleinen und platten Gebilde innerhalb der Versuchs- und Beobachtungsfehlerbreite bewegte.

#### IV. Bemerkungen über den Mechanismus des Cytotropismus der Furchungszellen.

Da die beobachteten Zellen, sowohl in der Kochsalzlösung als im Eiweiß, am Boden lagen, dürften die beobachteten cytotropischen Bewegungen allgemein als Kriechen zu bezeichnen sein.

Ueber die kausale Natur der beobachteten cytotropischen Bewegungen lassen sich in dem heutigen Anfangsstadium unserer bezüglichen Kenntnisse nur Vermutungen hegen, die sich auf anscheinend analoge Thatsachen stützen. Es liegt hier der Chemotropismus am nächsten. Unter einigen Modifikationen des hier verstandenen Begriffsinhalts — die sonst übliche, von Engelmann-Pfeffer ausgehende Theorie des Chemotropismus muss hier in gewisser Weise modifiziert und ergänzt werden — erörtert Roux die Vorstellung, die man sich von dem den cytotropischen Bewegungen wohl zu grunde liegenden Prozess etwa bilden kann. Bei dem weiteren Durcharbeiten des Gegenstandes wird es aber schließlich, wie im allgemeinen, so auch hier am Platze sein, auch die anderen unterschiedenen Richtungsvorgänge, Helio-, Thermo-, Geo-, Rheo-, Galvano-, Hydro-, Tropho-, Thigmotropismus im Auge zu behalten.

#### V. Weiteres Vorkommen von Cytotropismus.

Der beobachtete Cytotropismus der Furchungszellen zeigt sich als etwas so charakteristisches und eigenartiges, dass es unwahrscheinlich erscheint, dass er erst durch die Trennung der Zellen und ihre Uebertragung in ein fremdes Medium hervorgerufen würde. Der Cytotropismus wird den Zellen wohl auch im Organismus zukommen.

Dass der Cytotropismus fernerhin auch im Organismus Gelegenheit haben wird, sich wirksam zu bethätigen, ist auch wahrscheinlich. Möglicher Weise ist auch hier im Organismus, unter den ganz normalen Verhältnissen, der maximale Nahrungsabstand erheblich größer als bei den künstlichen Versuchen. Wenn er über die Größe eines Zelldurchmessers hinausginge, könnten dann auch auf weitere Strecken hin cytotropische Wirkungen stattfinden. Außerdem aber kommen Zellen, die sich in einem geringen Abstand befinden, in früheren oder späteren Stadien der Entwicklung, und zwar nicht nur im Mesenchym, reichlich vor. — Auf grund eines in Betrachtung ziehens der mannigfachen hier in betracht kommenden Einzelpunkte der Situation gewinnt man die Meinung, dass im Organismus, zumal in den früheren Stadien der Entwicklung, reiche Gelegenheit zu cytotropischen Wirkungen gegeben sei.

Eine weitere Frage ist die, ob diese Wirkungen auch in typischer Weise lokalisierte und quantitativ und zeitlich normierte sind. — Die Untersuchungen verschiedener Autoren (C. Vogt, W. His, S. Stricker, C. v. Kupffer, van Bambeke) haben die Aufmerksamkeit auf die bei der Entwicklung des Keimes eine bedeutsame Rolle spielenden, nunmehr in allen Keimblättern in typischem Vorkommen nachgewiesenen, Zellwanderungen gewendet<sup>1)</sup>. Es wird durch Mancherlei wahrscheinlich gemacht, dass der Cytotropismus als Gestaltungsfaktor hier weit eingreift.

Wenn der Cytotropismus chemotaktisch vermittelt und ihm zugleich elektive Wirksamkeit eigen sein sollte, dann käme der Chemotaxis ein erheblich größerer Anteil an der Ausbildung der normalen Gestaltungen des Individuums zu, als es bisher zu vermuten war.

Es wird Aufgabe der Forschung sein, diese Vermutungen zu prüfen und — können wir hinzusetzen — sie sind es wert, Direktiven der Forschung abzugeben; Roux hat das Verdienst, diese in dieser allgemeinen und tiefgreifenden Fassung gegeben zu haben.

Als cytotropische Befunde können auch die sexuellen Zellvereinigungen, die Kopulation der Samen- und Eizellen und die Konjugation und Kopulation der Infusorien aufgefasst werden. Da letztere Organismen sich in typischer Weise in bezug auf ihre verschiedenen differenzierten Körperrichtungen zusammenlegen, so wäre neben dem einfachen Cytotropismus noch ein polarer Cytotropismus zu unterscheiden. Gerade die cytotropischen Befunde der Kopulationsvorgänge zu untersuchen dürfte sich besonders lohnen, da hier die Beobachtung unter normalen Verhältnissen geschehen kann, ohne Eingriffe in Zellverbindungen und Uebertragung in fremdes Medium nötig zu machen.

---

1) Vergl. hierzu His, Ueber mechanische Grundvorgänge tierischer Formbildung. Arch. f. Anat. u. Phys., anat. Abt., 1894.

Zum Schlusse gedenkt noch Roux als an die Zellbewegungen sich anschließend der Gegeneinanderbewegungen der Zellkerne bei der Kopulation, im Hinblick auf die man von karyotropischen Bewegungen reden kann, der analogen Gegeneinanderbewegung der Centrosomen, endlich der fadenförmigen Aufreihung der Chromatinkörperchen beim Beginne der indirekten Kernteilung. Die Bewegungserscheinungen dieser verschiedenen, einander gleichwertigen Organisationskörper innerhalb der Zellkörper mögen vielleicht viel komplizierter, mögen vielleicht auch ganz anders, mögen auch unter sich ganz verschieden bedingt sein wie die analogen Bewegungen der Zellen. Ueber das wie des Bedingtcscins aller dieser Befunde wissen wir ja noch nichts, dies wird eben eine hier vordringende Forschung herauszuarbeiten haben. Jedenfalls hat man Roux nicht den ja so sehr auf der Oberfläche liegenden<sup>1)</sup> Vorwurf zu machen, dass er hier ja ganz heterogene Dinge zusammenfasse, denn er hat ja ausdrücklich hervorgehoben, dass er „Cytotropismus“ nicht als Ausdruck eines Begriffes eines bestimmten, so oder so, gearteten Prozesses einführt, sondern als vorläufig zusammenfassende Bezeichnung ähnlicher Befunde, deren Erkenntnis wir noch nicht gewonnen haben<sup>2)</sup>.

Einen Versuch macht Roux dann allerdings, die hier vorliegenden Befunde ihrer Natur nach dem Verständnis näherzubringen, indem er vermutungsweise chemotropische Konstellationen zur Erklärung einführt. Es hat dieser vermutende Versuch viel für sich und wird zunächst mindestens den Wert besitzen, einem erklärenden Eindringen hier manche Anregung zu geben.

Schließlich erinnert Roux noch an die bekannte geldrollenförmige Aneinanderlagerung der Blutkörper als an einen Befund, der möglicherweise durch cytotropische Geschehnisse bedingt ist und weist schließlich noch auf folgende von Lavdowsky jüngst publizierte Entdeckung hin: Bei toten Säugetier-Blutkörpern findet nach zufälliger Aneinanderlagerung der Ränder derselben ein sich Vereinigen der Nucleoide dieser Blutkörper statt und zwar in der Weise, dass das zentral in jedem Blutkörper gelagerte körnige Nucleoid sich berührender Blutkörper sich gegen das des anderen Blutkörpers hin stielartig vorwölbt und mit dem in gleicher Weise entgegenkommenden Fortsatze des anderen sich verbindet. Lavdowsky glaubt, dass dies Chemotropismus sei. —

---

1) Daher wohl auch zu gewärtigenden.

2) Da wir das Wesen der cytotropischen Befunde nicht erkannt haben, wäre übrigens auch das Urteil unbegründet, dass hier heterogene Dinge zusammengefasst würden; dass sie heterogen sind, wissen wir ebensowenig, wie dass sie gleichartig sind.

Während die Arbeit Bütschli's, der wir unseren ersten resumierenden Beitrag widmeten, zu den Unternehmungen gehörte, die Befunde an lebenden Körpern physikalisch-chemisch darzuthun bestrebt sind, gehört die vorstehende Arbeit Roux's zu den Unternehmungen, die die Gesetzlichkeiten des vitalen Geschehens als solchen zu eruieren und darzustellen bestrebt sind; vorliegend können wir Ergebnisse von Forschungen in lebensgesetzlicher Hinsicht verzeichnen, dort waren es solche in mechanisch-ätiologischer Hinsicht.

Es unternimmt die vorliegende Abhandlung Roux's ein forschendes Eindringen in ein bisher noch wenig bekanntes, jedenfalls als solches wenig beachtetes Gebiet vitalen Geschehens, durch dessen fortschreitende Erkenntnis einmal für die analytische Erforschung der Ontogenese viel herauskommen kann und dann seiner selbst wegen für das Verständnis „des Lebens“ in allgemeiner Hinsicht noch Wesentliches gewonnen werden mag.

Wir haben uns in unserem Bericht eng an die Darstellung gehalten, die Roux seinen experimentellen Ergebnissen gegeben hat; er bleibt also unser verantwortlicher Gewährsmann. Nur ein kritisches Moment, das auch Roux selbst in seiner Untersuchung mit anzuerkennender Schärfe im Auge behalten hat, sei ganz im allgemeinen noch einmal besonders genannt: die Eventualität des hier in betracht kommens physikalischer oder physikalisch-chemischer Faktoren.

---

Nachtrag zu I. — Zu unserem Beitrag I ist zu dem S. 269/70 Gesagten korrigierend resp. ergänzend nachzutragen: Eine Kritik von uns bezog sich auf Bütschli: „. . . die geschlossene Wabe füllt sich mit Luft, die in dem Maße eindringt, als der flüssige Inhalt verdunstet. Man könnte vermuten, dass die in den Waben auftretenden Gasblasen nicht Luft seien, sondern Dampf der Wabenflüssigkeit“ und zwar eben auf diese, durch das „nicht . . . sondern“ mitbestimmte Art der Meinungsäußerung Bütschli's und als solche bleibt sie auch bestehen. Nur ist korrekter Weise hinzuzusetzen, dass unbeschadet, unter gleichzeitiger und gleichräumlicher Anwesenheit des Flüssigkeitsdampfes, molekularhypothetisch gesprochen zwischen den Flüssigkeitsdampf auch Luft eindringen wird. Man hat also korrekter Weise Flüssigkeitsdampf (scil. untermischt mit Luft) zu setzen. Im Uebrigen bleibt die Sache beim alten und so lange von noch vorhandener Flüssigkeit in der Wabe verdunstend Flüssigkeitsdampf produziert wird, wird die Wabe (außer der Flüssigkeit selbst) wohl auch nicht von Luft, sondern von solchem Flüssigkeitsdampf (scil. untermischt mit Luft) gefüllt sein.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Dreyer Friedrich

Artikel/Article: [Ergebnisse von Forschungen in lebensgesetzlicher und mechanisch-äthiologischer Hinsicht. 84-100](#)