

(Aus den Zoologischen Instituten der Universitäten Innsbruck und Graz.)

Studien zur Regeneration bei *Hydra attenuata*¹⁾²⁾.

Von

Paul Meyer.

Mit 5 Textabbildungen (10 Einzelbildern).

Einleitung.

Nach bestehenden spärlichen Literaturangaben mit voneinander stark abweichenden Versuchsergebnissen erscheint die Reorganisation des Hydrenkörpers nach Durchpressung durch ein feinschichtiges Seidensieb ziemlich fraglich. Dies ist weiters nicht verwunderlich, bedeutet doch die Durchpressung in ihrer Form als Dissoziation der Gewebe bis sogar in einzelne isolierte Zellen die weitestgehende Zerstörung der für *Hydra* charakteristischen Artgestalt. So sind es zwei Hauptfragen, die dieser Untersuchung zugrunde liegen:

1. Findet überhaupt aus dem Durchpressungsmaterial eine Reunion der Fragmente mit nachfolgender Restitution von *Hydra* statt?
2. Kommt es aus den zerstörten Individualitäten mehrerer Hydren zur Bildung wiederum mehrerer oder nur einer neuen Individualität von der Form, die für die Art typisch ist?

Material und Methode.

Als Untersuchungsobjekt diente *Hydra attenuata*. Die Tiere stammten aus dem Aquarium eines Zierfischhändlers. Jeweils vor

¹⁾ An dieser Stelle erlaube ich mir meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Univ.-Prof. Dr. *Otto Steinböck* und Univ.-Doz. Dr. *Heinz Janetschek* (Innsbruck) sowie Herrn Univ.-Prof. Dr. *Wilhelm Goetsch* (Graz) für ihr reges Interesse, das sie stets meiner Arbeit entgegenbrachten und für die bereitwillige Überlassung eines Arbeitsplatzes in beiden Instituten den verbindlichsten Dank auszusprechen.

²⁾ Vgl. auch die vorläufige Mitteilung „Regenerationsphänomene bei *Hydra*“, *Mikrokosmos*, 38. Jg., 11 (1949).

Beginn einer neuen Versuchsreihe wurde Frischmaterial geholt, das stets nur aus wohlentwickelten Hydren bestand.

Zur Beantwortung der Frage, ob sich nach der Durchpressung ein Restitutionskörper bildet, wurden 20 Hydren auf ein Planktonnetz (Maschenweite $33\ \mu \times 26\ \mu$) gelegt, das zwischen zwei Glasröhrchen ausgespannt war (siehe Abb. 1). Durch Reiben mit einem Glasstab wurden die Versuchstiere durch die engen Maschen

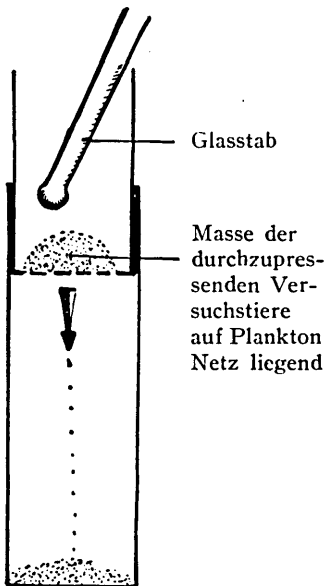


Abb. 1.

des Netzes gepreßt. Auf diese Weise gelang eine starke Zersückelung der Hydren. Nach vollzogener Durchpressung wurde im eingeschobenen Glasröhrchen bis an dessen oberen Rand des öfteren filtrierte Kulturwasser aufgegossen und das durchgepreßte Zellmaterial, das zuweilen noch sehr fest am Netze klebte, durch kräftiges Ab- und Durchspülen mittels einer Pipette restlos entfernt, sodaß sich alles Material nach kurzer Zeit des Absinkens auf dem Boden des unteren Glasröhrchens wieder ansammelte. Die gesamte Durchpressungsmasse wurde zentrifugiert, um tatsächlich alles Zellmaterial zur Regeneration heranzuziehen. Nachdem sich meist schon nach 15 bis 20 Minuten ein einheitliches, festeres Aggregat gebildet hatte,

wurde dieses in allen Fällen sofort in ein größeres, mit filtrierte Kulturwasser gefülltes Versuchsschälchen übertragen und darin dann die weiteren Stadien der Restitution verfolgt.

Während der Zeit, da keine Beobachtung der Regenerate stattfand (meist Nachtzeit), wurden sie in eine feuchte Kammer eingebracht.

Um eine Vitalfärbung mittels künstlicher Vitalfarbstoffe zu umgehen, wurden die Hydren mit roten Kleinkrebsen (Diaptomiden) gefüttert. Diese wiesen gerade zu der Zeit, da die Versuche angesetzt waren, tiefrote durch Karotinoide hervorgerufene Färbung auf, die durch Verfütterung auch auf die Entodermzellen der Hydren überging. Nach Kurwabara (1935) wird der rote Farb-

stoff nur dort gespeichert. So war eine Möglichkeit gegeben, auf natürlichem Wege beide Keimblätter voneinander zu unterscheiden. Die Ektodermzellen konnten auf Grund ihrer Farblosigkeit mit Leichtigkeit von den stark rot gefärbten Entodermzellen auseinandergehalten werden. Das Schicksal der einzelnen, je nach Keimblattzugehörigkeit verschieden gefärbten Zellen ließ sich so auf Versuchsdauer gut verfolgen.

Der Verlauf des Restitutionsprozesses.

Um weiteren Einblick in das Regenerationsgeschehen bei *Hydra* zu gewinnen, wurden zahlreiche Durchpressungsversuche durchgeführt. An Hand zweier Versuchsreihen wird nun das für den Vorgang der Reorganisation besonders Charakteristische aufgezeigt.

Nach Anwendung der Durchpressungsmethode wurde das aus zwanzig vollständigen Hydren erhaltene Dissoziationsmaterial zentrifugiert. Die so behandelte Durchpressungsmasse zeigt Abb. 2 a zu dem Zeitpunkt, da sich am Boden des Zentrifugierröhrchens ein Zellklumpen als Bodensatz gebildet hat. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß sonderbarerweise die Tentakel wiederum als Ganzes in der Durchpressungsmasse aufscheinen, also sehr selten zerteilt werden. Sie zeigen äußerst lebhafte Eigenbewegungen. Kontraktionen und Streckungen finden oft in rascher Folge statt. Durch einzelne, zuweilen heftige Kontraktionsbewegungen der noch normal funktionierenden Tentakel kommt es ab und zu noch zur Vergrößerung bereits bestehender Zwischenräume, andererseits bedingen diese Bewegungen durch Verschiebung von Zellmassen eine Verkleinerung, wenn nicht ganze Auffüllung und nachfolgende Schließung noch klaffender Lücken zwischen den schon verschmolzenen Zellgruppen.

Die Weiterentwicklung der Durchpressungsmasse ist an Abb. 2 b—d zu verfolgen. Der Restitutionskörper ist einheitlich von einer Schicht Ektodermzellen überzogen, vollkommen in sich geschlossen und sitzt bereits mittels einer intakten Fußscheibe am Boden des Versuchsschälchens fest. Auffallend ist das Fehlen von Tentakeln, trotzdem auch hier, wie gewohnt, nach der Durchpressung am Konglomerat ganze Teilstücke vorzufinden waren. Es er-



Abb. 2 c.



Abb. 2 d.

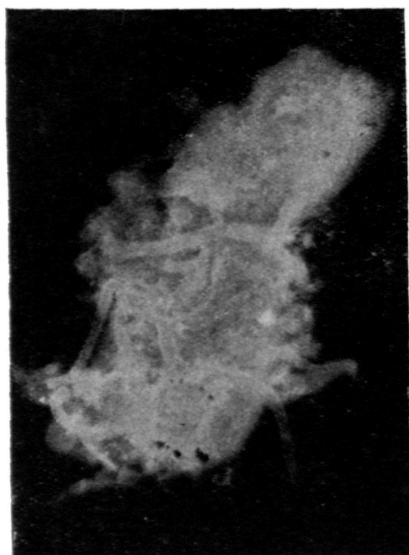


Abb. 2 a.

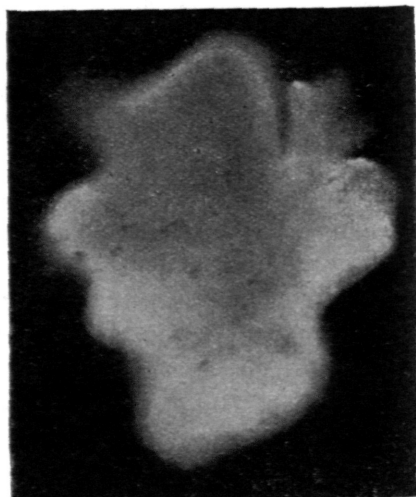


Abb. 2 b.

folgte Heranziehung der Tentakelektodermelemente zur Bildung einer lückenlosen Ektodermhülle (Abb. 2 b). Auf Abb. 2 c ist das Regenerat an den verschiedensten Körperstellen von Tentakeln übersät. Nach weiteren zwei Tagen ragen aus der Hauptmasse, deren Entoderm prächtig rot gefärbt ist (auch auf der Abb. 2 d aus der dunklen Tönung klar zu ersehen!) an drei Stellen dünne, schlauchartige, äußerst kontraktile Gebilde hervor, von denen jedes

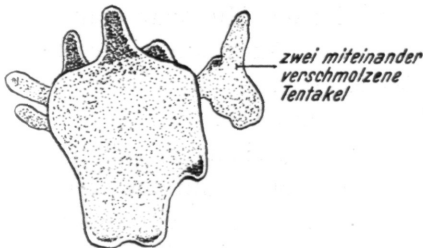


Abb. 3 a.

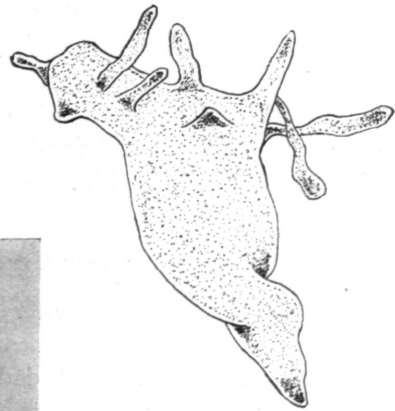


Abb. 3 b.

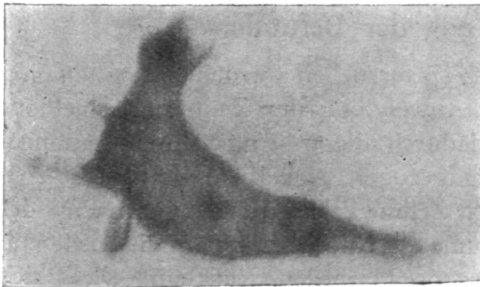


Abb. 3 c.

an seinem Ende eine Mundscheibe mit mehreren Tentakeln trägt. (Bildung von drei Hydranthen.)

Nach Zellverschiebungen und Materialumgruppierungen im Regenerationskörper ist am siebenten Tage der Zeitpunkt gekommen, da die Umgestaltung des noch mehrköpfigen, einst stark mit Tentakeln übersäten Regenerats, in ein einziges, normal geformtes Tier beginnt.

So beherrscht ein wesentlicher Zug diese Versuchsreihe: die Tendenz des Regenerats, auf dem Umwege über die Ausbildung mehrerer Individualitäten von Hydra-Form schließlich in nur eine neue Individualitäten mit ausgeprägter Artgestalt überzugehen.

Die zweite Versuchsreihe (Abb. 3 a—c) zeigt in stärkerer Form das Ringen des Regenerats nach der für Hydra charakteristischen Gestalt.

Neben Tentakelverschmelzung und lebhaftester Bewegung der übrigen bereits vorhandenen Tentakel zeigt das Aggregat sogar mehrere (vier!) Tentakelneubildungen. Diese sind vorwiegend auf eine Stelle konzentriert (Abb. 3 a). Es ist unschwer, daraus den Schluß zu ziehen, daß hier die künftige Mundregion bereits in Andeutung vorliegt. Auf Abb. 3 b ist die Mundpartie mit den Tentakelvorwölbungen gut zu erkennen. Auch am Ende dieser Versuchsreihe ist das Bestreben des Regenerats unverkennbar, die der Hydra eigene Körperform zu erlangen (Abb. 3 c). Es hat sich aus der gesamten Durchpressungsmasse ein einziger, vollkommen normaler Polyp reorganisiert. Eine Stelle weist infolge ihrer erhöhten Klebrigkeit auf das Vorhandensein einer bereits funktions-tüchtigen Fußscheibe hin.

Besprechung der Befunde.

Bei meinen Durchpressungsversuchen werden die ersten Stadien der Restitution durch Anwendung der Zentrifugiermethode überbrückt. Erstens wird dadurch die gesamte Durchpressungsmasse zur Regeneration herangezogen. Außerdem werden die zwischen dem stark dissoziierten Zellmaterial auftretenden mehr oder minder großen Zwischenräume geschlossen, indem die Zellen in ihrer Gesamtheit aneinandergepreßt werden. Nachteilig wirkt sich diese Versuchsanordnung insofern aus, als infolge ihrer hohen Klebrigkeit die einzelnen Zellfragmente viel rascher miteinander verschmelzen, sodaß sich eine Entmischung, die stattfinden muß, soll sich ein Regenerat bilden, wesentlich schwieriger gestaltet. Trotzdem liefert gerade diese nachteilige Wirkung der Arbeitsmethode erneut einen Beweis für die Wanderungsfähigkeit der Zellelemente bei Hydra (*Roudabush 1933, Papenfuß 1934, Rella 1941*).

Abb. 4 veranschaulicht die Bildung des Restitutionskörpers einen Tag nach der Durchpressung. An dem Regenerat von Schüsselform schieben sich nach erfolgter Sonderung der beiden Keimblätter in außen Ektoderm und innen Entoderm die Zellen der äußeren Schicht durch Eigenbewegungen gleitend über den Entodermhaufen hinweg, um dessen noch frei zu Tage liegende Masse

abzudecken. Dadurch kommt es zu heftigen Spannungen innerhalb des Regenerates, als deren Folge die ständig beobachteten aktiven Zellabstoßungen aus dem Innern des Restitutionskörpers angesehen werden müssen. Von Zeit zu Zeit gibt das Regenerat — einem Vulkan vergleichbar — kleinere Zellklumpen frei, die ihrer Farbe nach eindeutig als dem Entoderm zugehörig erkannt werden. Das Ergebnis aller dieser Zellabsonderungen ist eine Rundung (vgl. Sonderfall Abb. 5) und Schrumpfung des ursprünglich meist massigen Aggregats auf einen im Vergleich zu früher unansehnlichen



Abb. 4.

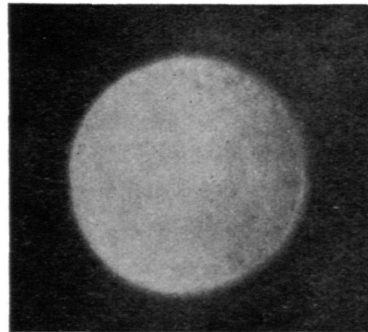


Abb. 5.

Teil. Das Regenerat liegt eingebettet in einen Haufen nach außen abgegebenen überschüssigen Zellmaterials, das bei der Regeneration keine Verwendung mehr findet.

Zwei, spätestens aber drei Tage nach der Durchpressung hat sich aus dem ursprünglichen Konglomerat von Ekto- und Entodermzellen in allen nur erdenklichen Lagen ein einheitliches, von einer lückenlosen Ektodermschicht überzogenes Aggregat herauskristallisiert. So geht aus meinen Versuchen weiterhin hervor, daß nicht die Gesamtheit an erhaltengebliebenen Zellen am Aufbau des Restitutionskörpers beteiligt ist. Ich konnte, wie erwähnt, feststellen, daß sogar ein Großteil der Zellelemente, die sich auf Grund ihrer tiefroten Färbung eindeutig als Entodermzellen erwiesen, abgestoßen wurde und nur ein Bruchteil von ihnen an der Reorganisation beteiligt war. Diese Beobachtung läßt den Schluß zu, daß das Ausmaß der Abstoßung von Entodermzellen durch die Zahl von noch intakten Ektodermzellen bestimmt wird. Somit erscheint

die Masse an nach der Durchpressung der Hydrenkörper durch Seidengaze noch am Leben gebliebenen Ektodermzellen, bzw. ihr Verhältnis zur Menge an Entodermzellen für das Zustandekommen eines funktionstüchtigen Regenerats ausschlaggebend zu sein. Auch die Zellen des Tentakektoderms sind mitbeteiligt am Aufbau der künftigen Hüll- und Schutzschicht der regenerierenden Tiere. Sie werden in den Einschmelzungs- und Umgruppierungsprozeß im Restitutionskörper mit einbezogen und tragen auf diese Art und Weise zur Deckung des Bedarfes an Ektodermelementen bei. Ursprünglich in Form von Tentakelteilstücken auftretend, die über das ganze Aggregat verstreut sind, kommt es durch Zellwanderungen und -verschiebungen zur Ausbildung eines einheitlichen Ektodermüberzuges über das sich neubildende Tier, ohne daß sich ein Unterschied zwischen eigentlichen Körperektoderm- und ursprünglichen Tentakektodermzellen zu erkennen gibt.

Zusammenfassung.

1. Es ist möglich, nach Durchpressung mehrerer Hydren durch ein feinmaschiges Seidensieb ($33\mu \times 26\mu$) aus der daraus entstehenden Durchpressungsmasse lebensfähige Regenerate zu erhalten.
2. Der Restitutionskörper zeigt das Bestreben, die für Hydra charakteristische Artgestalt anzunehmen.
3. Zur Bildung eines Regenerates wird nicht die Gesamtheit des Durchpressungsmaterials herangezogen.
4. Für das Entstehen eines neuen Polypen ist die Masse an trotz Durchpressung intakt gebliebenen Ektodermzellen ausschlaggebend. Diese Menge an Ektodermzellen bestimmt das Ausmaß der Entodermabstoßung.
5. Auch die Elemente des Tentakektoderms werden zur Deckung des Bedarfes an Ektodermzellen herangezogen.

Summary.

1. It is possible after pressing several hydras through a finemashed gauzy strainer ($33\mu \times 26\mu$) to receive from the strained substance some regenerates capable of living.
2. The restituted body inclines to adopt the nature which is characteristic for the hydra.
3. For the production of a regenerate only a part of the strained substance is used:

4. For the formation of a new polyp the amount of ectoderm cells which was kept intact after being strained, is essential. This amount of ectoderm cells determines the intensity of the separation of the entoderm.

5. The elements of the tentacle ectoderms, too, are employed to cover the requirements of ectoderm cells.

Résumé.

1. Après avoir pressé plusieurs hydres à travers un tamis à mailles étroites ($33\mu \times 26\mu$), il est possible de tirer de cette matière ainsi formée des régénérats capables de vivre.

2. Le corps de restitution tâche de prendre la forme caractéristique de l'hydre.

3. Pour former un régénérat, l'on n'emploie pas toute la matière que l'on a fait passer à travers le tamis.

4. La naissance d'un nouveau polype dépend du nombre des cellules ectodermiques restées intactes quoiqu'elles aient été pressées à travers le tamis. Cette quantité des cellules ectodermiques détermine l'intensité de la séparation de l'entoderme.

5. Les éléments de l'ectoderme tentaculaire aussi sont admis à fournir la quantité nécessaire de cellules ectodermiques.

Literatur.

Aisupiet, M. P.: Über die Ontogenie der Zelle und Entwicklungsmechanik, III. Über die Regeneration der Hydren nach Reibung durch ein Sieb. *Pol. Zentralblatt (russ.)* 4, 802—806 (1935); Referat in „Berichte über Wiss. Biologie“. — *Bertalanffy, L. u. M. Rella*: Studien zur Reorganisation bei Süßwasserhydrozoen. *Roux' Archiv*, 141, 99—110 (1942). — *Broendstedt, H. V.*: Entwicklungsphysiologische Studien über *Spongilla lacustris*. *Acta Zool. (Stockholm)* 17, 75 (1936). — *Ders.*: Formbildungsprozesse bei einem sehr primitiven Metazoon, dem Süßwasserschwamm *Spongilla lacustris*. *Protoplasma*, XXXVII, 2 (1934). — *Goetsch, W.*: Betrachtungen über das Regenerationsmaterial bei niederen Tieren. *Sitz.Ber. Ges. Morph. u. Physiol. München* 38, 36, (1927/28). — *Ders.*: Das Regenerationsmaterial und seine experimentelle Beeinflussung. *Roux' Archiv* 117, 211—311 (1929). — *Issayev, V.*: Studien an organischen Regulationen. (Experimentelle Untersuchungen an Hydren.) *Roux' Archiv*, 108, 1 (1926). — *Kuwabara, M.*: Die rote Süßwasserhydra und ihre intrazelluläre Karotinoidverdauung. I. *Fac. Sci., Hockaido Imp. Univ. Zool.* 4/I (1935). — *Meyer, P.*: Neue Versuche über das Regenerationsgeschehen bei Hydren. Dissertation, Innsbruck, 1919. — *Ders.*: Regenerationsphänomene bei Hydra. (Vorläufige Mitteil.) *Mikrokosmos (Stuttgart)* 38, 11 (S. 244) (1949). — *Papenfuß, E.*: Reunion of pieces with special reference of the role of the layers and the fate of differentiated parts. *Biol. Bull.* 67, 223—243 (1934). — *Roudabush, H. R.*: Phenomenon of Regeneration in everted Hydra. *Biol. Bull.* 64, 253—258 (1934). — *Tokin, B. u. G. Gorbunova*: Untersuchungen über die Ontogenie der Zellen II. Wie aus einem Stiel von Hydra füsca eine ganze Hydra experimentell regenerieren kann. *Biologia generalis* XII. Lief. 2, 1936.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Zoologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [02](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Paul

Artikel/Article: [Studien zur Regeneration bei *Hydra attenuata*. 343-351](#)