

Die beiden Hauptfaktoren der traumatischen Parthenogenese.

Von **H. Voß**, Rostock.

Im Jahre 1910 war es Bataillon (1) gelungen, das reife Ei von *Rana fusca* durch Anstich mit einer sehr feinen Glas- oder Platinnadel zur Entwicklung anzuregen und aus diesen angestochenen Eiern schwimmende Froschembryonen zu gewinnen. Diese spezielle Methode der künstlichen Entwicklungserregung oder Parthenogenese bezeichnete er als „traumatische Parthenogenese“ („parthénogenèse traumatique“). Dieser Versuch Bataillons wurde dann von einer Reihe von Forschern wiederholt und die Richtigkeit seiner Angaben vollkommen bestätigt.

Ich zitiere hier nur die Namen und die Arbeiten der betreffenden Forscher, ohne darauf weiter einzugehen: Brachet (5), Mac Clendon (6), Dehorne (7), Henneguy (11), Herlant (12), Levy (13) und J. Loeb und Bancroft (17).

Bereits im nächsten Jahre, 1911, beobachtete Bataillon bei seinen wiederholten Anstichversuchen an Froscheiern eine neue beachtenswerte Tatsache, die, wie er selbst sagt, „derart war, daß sie seine Ideen über dieses Phänomen (d. h. die traumatische Parthenogenese) noch komplizieren mußte“. Bataillon stellte nämlich fest, daß Eier, die bei der Herausnahme aus dem Uterus zufällig mit Blut oder Lymphe benetzt wurden, eine weit bessere Entwicklung zeigten als solche, bei denen dies nicht der Fall war. Um eine solche Benetzung der Eier mit Blut oder Lymphe bei ihrer Gewinnung zu vermeiden, und damit die Wirkung dieser Stoffe für sich studieren zu können, gibt er zwei Methoden an:

Eröffnung des Uterus mit dem Galvanokauter oder künstliche Eiablage, d. h. Herausdrücken der Eier per vias naturales. Bataillon (2) stellte nun weitere systematische Versuche in folgender Weise an. Ein Teil der Eier wird vor dem Anstich mit Blut bestrichen, ein anderer Teil wird einfach angestochen („simplement piqués“). Bei diesen Versuchen ergab sich nun jedesmal, daß der Teil der Eier, der mit Blut bestrichen war, eine weit bessere Entwicklung zeigte, als der andere. Es treten nach Bataillons (1) Angabe viel mehr gefurchte Eier auf und fast die Hälfte der mit Blut behandelten Eier erreicht das Gastrulastadium. Auch diese Angaben Bataillons wurden durch Nachuntersuchungen, vor allem durch Herlant (12), bestätigt.

Herlant macht darüber folgende Angabe: „...ich habe mich endgültig davon überzeugen können, daß das Blut als begünstigender Faktor bei der Teilung der angestochenen Eier mitwirkt. Von 1500 bis 2000 angestochenen Eiern, die nicht vorher mit Blut benetzt waren, hat nicht ein einziges das Blastula- oder Gastrulastadium erreicht.“

Bataillon wie auch Herlant unterscheiden demnach zwei Faktoren der traumatischen Parthenogenese. Erstens, die „activation“, die Entwicklungserregung, die hervorgerufen wird durch den Einstich der

Nadel in das Ei, und zweitens, die „inoculation“, die Einimpfung von zellulären Bestandteilen, wie sie ja im Blut und in der Lymphe in reichlicher Menge vorhanden sind und durch die Nadel beim Anstich mit ins Ei hineingerissen werden können.

Beide Faktoren sind zum Zustandekommen einer vollkommenen parthenogenetischen Entwicklung unbedingt nötig. Die Entwicklungserregung allein genügt dazu nicht. Der mechanische Reiz des Anstechens ist zwar ausreichend, um die Entwicklung des Eies in Gang zu setzen; fehlt aber der zweite, der regulierende Faktor, so kommt das Ei nicht über die allerersten Entwicklungsstadien hinaus. Auf die Ansichten Bataillons über die Art und Wirkungsweise der beiden Faktoren werde ich erst später eingehen. Ich fahre zunächst fort in der Mitteilung der Tatsachen. Bataillon hatte zunächst nur arteigenes Blut auf die Froscheier einwirken lassen.

In weiteren Versuchen (2) stellte er fest, daß auch artfremdes Blut, wie z. B. von *Rana esculenta*, *Triton palmatus* und *alpestris* dieselbe Wirkung hat wie arteigenes. Daraus zog Bataillon den Schluß, daß der zweite Faktor nicht spezifischer Natur sei. Diese Schlußfolgerung bestätigte er durch neue Anstichversuche (3). Er bestrich Froscheier vor dem Anstich nicht nur mit dem Blut eines Säugers, des Meerschweinchens, sondern auch mit Organbreien von Milz und Hoden des Meerschweinchens oder der Ratte; ferner auch noch mit dem Sperma vom Karpfen, das $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde auf 45° erwärmt worden war. Alle diese Substanzen hatten die gleiche, die parthenogenetische Entwicklung der Eier verbessernde Wirkung. In allen Versuchen gab es wenigstens 10—15 %, in manchen Fällen sogar bis zu 60 % „schöne Morulae“ („de belles morulas“), während die einfach angestochenen Eier nicht eine einzige Gastrula lieferten.

Im Frühjahr dieses Jahres ging ich nun daran, diese eben erwähnten Angaben Bataillons durch eigene Beobachtung nachzuprüfen und wenn möglich zu erweitern. Mit der Technik und Methodik der Bataillonschen Anstichversuche hatte ich mich, angeregt durch meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Barfurth, in den Jahren 1916 bis 1919 vertraut gemacht. Die Ergebnisse dieser Versuche habe ich in meiner Inauguraldissertation (21) niedergelegt. Meine diesjährigen Versuche kann ich leider nur als Vorversuche bezeichnen, denn ihre Zahl ist zu gering, um Beweiskraft zu besitzen; ich hoffe, sie im nächsten Frühjahr vervollständigen zu können. Außerdem bilden meine eigenen Untersuchungen einen nur unwesentlichen Teil dieser Arbeit; es handelt sich hier hauptsächlich um theoretische Erörterungen über das Wesen der beiden Faktoren der traumatischen Parthenogenese.

Immerhin möchte ich hier kurz über die Versuchsanordnung und die Ergebnisse zweier Versuche berichten, um darzulegen, wie weitere Versuche anzustellen sind.

Die Versuchsanordnung war folgende: Von den Eiern eines und desselben Froschweibchens wird zunächst ein Teil einfach angestochen.

Ein anderer Teil wird vor dem Anstich mit defibriertem Froschblut oder mit einer Aufschwemmung von Hodensubstanz, resp. Sperma in Chloroformwasser bepinselt und dann mit derselben Nadel, die beim ersten Teil zum Anstich benutzt wurde, angestochen. Bei der Einwirkung von Hoden- resp. Spermasubstanz wurde ein Kontrollversuch dergestalt angestellt, daß einige Eier nur mit den eben erwähnten Stoffen bepinselt wurden, ohne angestochen zu werden. Dadurch sollte kontrolliert werden, ob die Spermien durch das Chloroformwasser so weit geschädigt waren, daß sie keine normale Befruchtung mehr bewirken konnten.

Um die Einwirkung von Blut und Sperma zu illustrieren, will ich die Ergebnisse zweier Versuche hier angeben. In dem einen Versuch konnte ich bei den mit defibriertem Blut des Männchens bestrichenen Eiern 27,7 % Morulae, bei den einfach angestochenen Eiern nur 13,9 % feststellen. Noch größer ist der Unterschied bei den mit Spermaextrakt resp. Hodenbrei behandelten. Schon bei bloßer Betrachtung beider Kulturen während der verschiedenen Furchungsstadien zeigte sich ein deutlicher Unterschied.

Bei den mit Spermaextrakt bepinselten Eiern eines Versuches (A II b) ergaben sich folgende Zahlen: Furchungen: 52,7 %, Morulae: 25,1 %; bei den einfach angestochenen Eiern (A II a) waren die entsprechenden Zahlen: 23 % und 2,2 %. Der Kontrollversuch, der in der oben beschriebenen Weise ausgeführt wurde, blieb vollkommen negativ.

Aus A II b konnte ich außerdem 15 *Neurulae* isolieren, aus A II a 1; die Verhältniszahlen der freischwimmenden Quappen waren 4:1.

Bemerken muß ich noch, daß diese Embryonen sich genau so verhielten wie die auf gewöhnliche Weise gewonnenen parthenogenetischen; sie sind alle nach 8—10 Tagen an Bauchwassersucht abgestorben; eine normale Entwicklung lag also auf keinen Fall vor.

So viel über die vorliegenden Tatsachen. Ich komme nun zu dem wichtigsten Teil dieser Arbeit, den theoretischen Erörterungen über die beiden Hauptfaktoren, der „activation“ und der „inoculation“ Bataillons.

Über den ersten Faktor ist dem oben Gesagten wenig hinzuzufügen. Der Anstich mit der Glasnadel wirkt als mechanischer Reiz auf das reife, befruchtungsbedürftige Ei ein, ebenso wie bei normaler Befruchtung das eindringende Spermium. Beide lösen die Entwicklung aus; wirken also entwicklungserregend. Mit dem Ausdruck: „mechanischer Reiz“ ist natürlich so gut wie nichts über das innere Wesen dieses ganzen Vorganges gesagt. Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse müssen wir uns aber damit begnügen.

Weitaus fruchtbringender dagegen erweisen sich Erörterungen über den zweiten Faktor der traumatischen Parthenogenese, und diese wollen wir hier in den Vordergrund unserer Betrachtungen stellen. Wir müssen versuchen die Frage zu beantworten:

Welches ist die Natur des zweiten Faktors? Welche Bestandteile

der oben erwähnten Substanzen sind es denn, die in ein Froschei hineingebracht werden müssen, um überhaupt eine vollkommene parthenogenetische Entwicklung zu ermöglichen?

Stellen wir uns noch einmal kurz die Tatsache vor, die wir hier zu deuten haben. Bestreicht man Froscheier mit einer zellreichen Aufschwemmung (Blut, Organbreie, Sperma) der verschiedensten Herkunft und sticht sie dann mit einer feinen Glasnadel an, so entwickeln sich diese Eier wesentlich besser als einfach angestochene Eier. Man muß nun mit Bataillon annehmen, daß Zellen resp. Zellteile aus den Aufschwemmungen mit der Nadel in das Ei hineingerissen werden und dort ihre Wirkung entfalten. Eine andere Weise der Einwirkung halte ich für ausgeschlossen.

Dies läßt sich auch direkt durch mikroskopische Untersuchungen beweisen. Bataillon gibt an, solche geformten, fremdartigen Elemente in mit Blut oder Lymphe benetzten Eiern gefunden zu haben; er behauptet sogar, daß die Elemente „blocs chromatiques“ oder Kerntrümmer seien und baut darauf seine Hypothese von der „Karyokatalyse“ auf. Er ist der Ansicht, daß es sich bei der „Karyokatalyse“ um eine „accélération engendré par une substance nucléaire étrangère“ handelt. Eine genauere Darstellung und Kritik dieser Hypothese Bataillons findet man bei E. Godlewski (10). Herlant (12), dem wir eine sehr gründliche Studie über die zytologischen Verhältnisse bei der traumatischen Parthenogenese verdanken, hat ebenfalls in einigen günstigen Fällen irgend ein fremdartiges geformtes Element, das offenbar durch die Nadel in das Eiinnere hineingebracht worden war, beobachtet (siehe Abb. 26 in (12)). Er hält es aber für verwegen, behaupten zu wollen, welcher Art und Herkunft dieser Fremdkörper ist; vor allen Dingen könne man nicht sagen, daß es sich hier um Kernsubstanz handele. Nach seinen Untersuchungen ist dies auch von untergeordneter Bedeutung.

Weit interessanter ist die Tatsache, daß in der Nähe der Anstichbahn im Eiplasma eine Reihe von Strahlungen auftreten. Herlant bezeichnet sie als „énergides femelles accessoires“ und analogisiert sie mit den Morganschen Cytastern. Diese akzessorischen Energiden spielen nun in der weiteren Entwicklung des Eies eine sehr bedeutende Rolle, auf die ich hier leider nicht weiter eingehen kann. Hier interessiert hauptsächlich die von Herlant weiter festgestellte Tatsache, daß solche „Energiden“ nur bei den mit Blut oder Lymphe behandelten Eiern auftreten, aber nicht bei den einfach angestochenen. Hieraus können wir schließen, daß diese Strahlungen im Protoplasma, diese Energiden Herlants, durch eine Einwirkung des zweiten Faktors hervorgerufen sind, und zwar handelt es sich hier m. E. um eine Einwirkung chemischer Art.

Eine Entstehung dieser „akzessorischen Energiden“ aus hineingerissenen, korpuskulären Elementen halte ich, gerade wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Morganschen Cytastern, für sehr unwahrscheinlich; auch Herlant ist anscheinend nicht dieser Ansicht. Es bleibt dann

eben nur noch die Möglichkeit, daß sie durch eine chemische Fernwirkung der eingeführten Zellelemente auf das Plasma des Eies hervorgehoben werden.

Im Jahre 1911 hat Bataillon (3), bevor er seine Karyokatalysetheorie des zweiten Faktors aufstellte, die Ansicht ausgesprochen, daß es sich bei der Wirkung des zweiten Faktors um eine „Plasmase“ oder, wenn man die Oxydationsvorgänge in den Vordergrund stellen wolle, um eine „Katalase“ handeln könne. Er verfolgt aber diese Möglichkeit, daß hier Fermentwirkungen eine Rolle spielen könnten, nicht weiter, sondern fertigt sie mit den Worten ab: „mais c'est le domaine de l'hypothèse.“

Diesen Gedanken Bataillons habe ich weiter verfolgt und bin nun zu der Ansicht gelangt, daß es sich bei der Wirkung dieses zweiten Faktors der traumatischen Parthenogenese um Fermentwirkungen und zwar um solche oxydativer Fermente, sogenannter „Oxydasen“, handelt. Exakt beweisen kann ich diese Ansicht natürlich nicht, sondern im folgenden nur die Wahrscheinlichkeitsgründe meiner Vermutung darlegen. Weitere exakte Untersuchungen werden ja ihre Richtigkeit oder Unrichtigkeit erweisen.

Zur näheren Begründung meiner Ansicht, daß der zweite Faktor der traumatischen Parthenogenese in der Wirkung von Oxydasen besteht, muß ich zunächst eine Reihe von Tatsachen anführen, die in das Gebiet des normalen Befruchtungsvorganges gehören.

Schon seit längerer Zeit ist durch eine Reihe von Untersuchungen festgestellt, welche bedeutende Rolle die Oxydationsvorgänge bei der Befruchtung und Entwicklung tierischer Eier spielen. So stellte im Jahre 1895 Jacques Loeb (14) am Seeigel und Fischei fest, daß bei vollkommener Sauerstoffentziehung eine Entwicklung des befruchteten Eies unmöglich sei. Dies wurde später von Godlewski (9) und Samassa (20) am Froschei bestätigt. Diese Tatsache ist ja nun eigentlich nichts für den Befruchtungs- und Entwicklungsvorgang als solchen Typisches. Daß die Eizelle, sowohl die unbefruchtete wie befruchtete, Sauerstoff braucht, und ohne ihn zugrunde geht, wie jede andere Körperzelle auch, war eigentlich etwas so Selbstverständliches, daß es kaum erst durch besondere Untersuchungen festgestellt werden brauchte.

Etwas für die Entwicklung Spezifisches brachten dann die für unser Problem so außerordentlich wichtigen Untersuchungen von O. Warburg (23) über den Sauerstoffverbrauch unbefruchteter und befruchteter Seeigeleier. Durch exakte, quantitative Untersuchungen wurde von Warburg festgestellt, daß der Sauerstoffverbrauch befruchteter Eier das 6—7fache von dem unbefruchteter Eier beträgt. Diese Tatsache ist von grundlegender Bedeutung. Denn es läßt sich daraus der Schluß ziehen, daß diese Steigerung des Sauerstoffverbrauchs nach der Befruchtung nur von den ins Ei eingedrungenen Spermien hervorgerufen sein kann. Denn es ist m. E. keine andere Ursache zu finden, die das plötzliche Anwachsen des Sauerstoffbedürfnisses des Eies, das durch die Be-

fruchtung doch auch keineswegs an Masse zugenommen hat, erklären könnte.

Wir müssen also annehmen, daß das Spermium Stoffe enthält, die durch ihre Einwirkung auf das Ei diese Steigerung des Sauerstoffverbrauches auf das Vielfache bewirken. Diese Stoffe können m. E. nur fermentativer Art sein. Dafür, daß es sich hier um einen katalytischen resp. fermentativen Vorgang handelt, spricht schon das so ungleiche Massenverhältnis von Ei und Spermium. So habe ich z. B. für *Rana fusca* berechnet, daß sich die Volumina von Spermium und Ei ungefähr verhalten wie 1:100 000 000.

Trotzdem vermag das winzige Spermium in der unendlich großen Eimasse so starke chemische Prozesse wachzurufen, daß das Sauerstoffbedürfnis des Eies nach dem Eindringen des Spermiums auf das Vielfache ansteigt.

Daß nun tatsächlich in den Samenzellen oxydative Fermente vorkommen, wurde 1907 durch Untersuchungen von Wolfgang Ostwald (19) bewiesen. Ostwald untersuchte gleiche Mengen Ovarial- und Hodensubstanz von *Triton* und *Rana* und konnte zwei Fermente feststellen; eine Peroxydase und eine Katalase, und zwar ergab sich die interessante Tatsache, daß beide Fermente im Sperma in stärkerer Konzentration vorhanden waren als in den Eiern. Ein weiterer, noch exakterer Beweis für das Vorhandensein von oxydativen Fermenten in den Samenzellen ist der direkte, mikrochemische Nachweis solcher Fermente in den einzelnen Samenzellen.

Im Herbst dieses Jahres ist es mir gelungen, eine Oxydase in den Spermien des Menschen mikrochemisch nachzuweisen. Ich bediente mich dazu der Ehrlich'schen (8) Indophenolreaktion, die darin besteht, daß *z*-Naphthol und Dimethylparaphenyldiamin zusammengebracht Indophenolweiß und dann durch Sauerstoffaddition Indophenolblau bilden. Diese Reaktion wurde zuerst 1907 von Winkler (24) zum mikrochemischen Nachweis von Oxydasen in den Leukozyten des Menschen angewandt. Mit dieser Reaktion wurden dann von einer Reihe von Autoren solche Oxydasen in den verschiedensten Organen des tierischen und menschlichen Körpers nachgewiesen.

Auf die Technik und genaueren Befunde meiner Untersuchung will ich hier nicht näher eingehen; ich verweise auf die demnächst im Archiv für mikroskopische Anatomie erscheinende Arbeit: „Der mikrochemische Nachweis oxydativer Fermente in den Spermien des Menschen.“

Aus allen diesen Tatsachen ist man wohl berechtigt mit J. Loeb (16) den Schluß zu ziehen, „daß eine wesentliche Wirkung des Eindringens des Spermatozoons ins Ei in der Anregung oder Beschleunigung von Oxydationsvorgängen bestehe.“

Demnach hätten wir den beiden bisher bekannten Funktionen des Spermiums beim normalen Befruchtungsvorgang, erstens der Entwicklungserregung und zweitens der Übertragung der väterlichen Erbmasse

noch eine neue nicht unwesentliche hinzuzufügen. Diese möchte ich als eine die Oxydationsvorgänge regulierende Funktion bezeichnen.

Kehren wir nun zur traumatischen Parthenogenese zurück und betrachten wir die Verhältnisse dort, am besten indem wir sie mit dem normalen Befruchtungsvorgang vergleichen.

Dem Eindringen des Spermiums in das Ei entspricht in der traumatischen Parthenogenese der Anstich mit der Glasnadel.

Dieser sog. erste Faktor oder die „activation“ Bataillons und Herlants scheint rein mechanischer Natur zu sein. Er genügt aber nicht, wie wir schon weiter oben gesehen haben, um eine regelrechte parthenogenetische Entwicklung herbeizuführen. Es muß noch der zweite Faktor oder die „inoculation“ hinzukommen. Dieser bringt nun vermittels der verschiedenen Zellarten, die wir erwähnt haben und die alle oxydative Fermente enthalten, solche in das Ei hinein, die hier bei der traumatischen Parthenogenese nun in ganz analoger Weise wirken müssen wie die im aktiven Spermium enthaltenen beim normalen Befruchtungsvorgang.

Ist dies tatsächlich der Fall, so werden wir annehmen müssen, daß nicht alle Zellarten, die wir als zweiten Faktor der traumatischen Parthenogenese anwenden, in gleicher Intensität wirken, sondern es müssen die Zellen, die den Spermien in ihrer ganzen chemischen Zusammensetzung, vor allem was den Gehalt an Oxydasen betrifft, am nächsten stehen, auch die stärkste, entwicklungsverbessernde Wirkung haben. Solche Zellen sind nun natürlich die Samenzellen selbst, und zwar im inaktivierten Zustand. Durch die verschiedenen Inaktivierungsmittel (Chloroformwasser, Erwärmen u. a.) werden die Spermien „abgetötet“, d. h. sie werden bewegungslos.

Aber die in ihnen enthaltenen Fermente sind durch die betreffenden Mittel nicht zerstört worden. Bringe ich nun ein solches inaktiviertes Spermium künstlich, vermittels einer Glasnadel, in ein Ei hinein, so kann es sich nicht mehr mit dem Eikern vereinigen, eine Amphimixis findet nicht statt (Beweis: Kontrollversuch), wohl aber vermag dieses inaktivierte Spermium durch seine nicht zerstörten Fermente auf die Oxydationsvorgänge im Ei in irgendeiner Weise, jedenfalls so einzuwirken, daß eine vollkommene parthenogenetische Entwicklung des Eies möglich ist. Aus den oben angeführten Vergleichszahlen der beiden Versuche geht ja hervor, wie außerordentlich begünstigend inaktiviertes Sperma auf die Entwicklung angestochener Eier einwirkt.

Im Frühjahr nächsten Jahres hoffe ich dies durch ausgedehntere Versuche bestätigen zu können.

Ich fasse noch einmal zusammen: Bei der traumatischen Parthenogenese Bataillons werden also die Funktionen des Spermiums bei normaler Befruchtung in folgender Weise ersetzt: Die entwicklungs-erregende durch den Anstich mit der Glasnadel; die oxydationsregulierende durch das Einimpfen irgendwelcher oxydasehaltiger Zellelemente, am besten durch inaktivierte Samenzellen. Die dritte Funktion des

Spermiums, die die väterliche Erbmasse übertragende, hat natürlich kein Analogon in der Parthenogenese.

Sollte es mir gelungen sein, diesen oder jenen Leser dieses Aufsatzes zu eigenen Untersuchungen über die traumatische Parthenogenese zu veranlassen, so ist einer der Hauptzwecke dieser Arbeit erreicht. Bisher haben sich deutsche Forscher wenig mit diesem Gebiet der experimentellen Biologie befaßt, obgleich es doch eines der interessantesten ist, da es uns auf Umwegen, die die Wissenschaft ja so oft und so gerne geht, der Erkenntnis des Hauptproblems, nämlich des normalen Befruchtungsvorganges näher bringt. Bei der Mühseligkeit solcher Anstichversuche und der kurzen Versuchszeit, in der einem einmal im ganzen Jahr das klassische Objekt dieser Versuche, die reifen Eier von *Rana fusca*, zur Verfügung stehen, ist es für einen einzelnen sehr schwer, Versuche in dem Umfange anzustellen, daß sich aus den Ergebnissen beweiskräftige Schlüsse ziehen lassen. Wollen wir also nicht auf diesem Gebiet der experimentellen Biologie zurückbleiben, so müssen diese Untersuchungen von mehreren Seiten aufgenommen werden. In welcher Richtung sie sich bewegen müssen, glaube ich durch meine Ausführungen dargelegt zu haben.

Literatur.

1. E. Bataillon, L'embryogenèse complète provoquée chez les Amphibiens par piqûre de l'œuf vierge, larves parthénogénétiques de *Rana fusca*. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Paris 1910, Bd. 150.
2. E. Bataillon, La parthénogénèse expérimentale chez *Bufo vulgaris*. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Bd. 152, 1911.
3. E. Bataillon, L'embryogénèse provoquée chez l'œuf vierge d'Amphibiens par inoculation de sang ou de sperme de Mammifère. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. 1911, Bd. 152.
4. E. Bataillon, Les deux facteurs de la parthénogénèse traumatique chez les Amphibiens. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. 1911.
5. A. Brachet, Les localisations germinales dans l'œuf parthénogénétique de *Rana fusca*. Bulletin de la Soc. d. Sc. préd. et nat. de Bruxelles 1911 und Archives de Biologie. Bd. 26, 1911.
6. Mac Clendon, Dynamics of Cell Division. Artificial parthenogenesis in vertebrates. Americ. Journ. of Physiology vol. 29, 1912.
7. Dehorne, Le nombre des chromosomes chez les Batraciens et chez les larves parthénogénétiques de Grenouille. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Bd. 150, Paris 1910.
8. P. Ehrlich, Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus. Berlin 1885.
9. E. Godlewski, Die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Entwicklung von *Rana*. Arch. f. Entwicklungsmechanik Bd. 11, p. 585, 1901.
10. E. Godlewski, Physiologie der Zeugung. Handb. d. vergl. Physiologie, herausgegeben v. H. Winterstein, Bd. III, 2, p. 860.
11. Henneguy, Sur la parthénogénèse expérimentale chez les Amphibiens. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Bd. 152, Paris 1911.
12. M. Herlant, Etude sur les bases cytologiques du mécanisme de la parthénogénèse expérimentale chez les Amphibiens. Arch. d. Biologie Bd. 28, 1913.
13. F. Levy, Über künstliche Entwicklungserregung bei Amphibien. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 82 II. Abt. 1913, p. 68.
14. J. Loeb, Die physiologischen Wirkungen des Sauerstoffmangels. Pflügers Arch. Bd. 62. p. 249, 1895.

15. J. Loeb, Über den chemischen Charakter des Befruchtungsvorganges. Biochem. Zeitschr. Bd. 1, p. 183, 1906.
16. J. Loeb, Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eis. Berlin 1909.
17. J. Loeb u. F. W. Bancroft, The Sex of a Parthenogenetic Tadpole and Frog. Journ. of exper. Zoology Bd. 14, 1913, p. 274.
18. J. Loeb und Bancroft, Further Observations on Artificial Parthenogenesis in Frogs. Journ. of exp. Zoology Bd. 15, 1913, p. 378.
19. W. Ostwald, Über das Vorkommen von oxydativen Fermenten in den reifen Geschlechtszellen von Amphibien und über die Rolle dieser Fermente bei den Vorgängen der Entwicklungserregung. Biochem. Zeitschr. Bd. 6, p. 409, 1907.
20. Samassa, Verhandlg. d. naturh.-med. Vereins zu Heidelberg Bd. 4, 1898 u. Verhandlg. d. dtsh. Zool. Ges. 1896.
21. H. Voß, Die experimentelle Herstellung von parthenogenetischen Froschlarven durch Anstich des Eies mit einer Glasnadel. Inaug.-Diss. Rostock, 1919.
22. H. Voß, Der mikrochemische Nachweis oxydativer Fermente in den Spermien des Menschen. Arch. f. mikr. Anatomie.
23. O. Warburg, Beobachtungen über die Oxydationsprozesse im Seeigelei. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 57, p. 6.
24. Winkler, Der Nachweis von Oxydase in den Leukozyten mittels der Dimethylparaphenylendiamin-Alpha-naphthol-Reaktion. Folia haematologia Arch. Bd. 4, 1907, S. 323.

Die Dopaoxydase (Bloch), ein neues melanisierendes Ferment im Schmetterlingsorganismus.

Von Prof. Dr. med. **K. Hasebroek**-Hamburg.

Mit 3 Abbildungen.

Die vorliegende Mitteilung ist ein Ausschnitt aus einer größeren Arbeit über die Mechanik des Schmetterlingsmelanismus, die später an anderer Stelle erscheinen wird. Es schien mir angebracht zu sein, das Folgende vorweg zu veröffentlichen, um schon für den kommenden Sommer zur Nachprüfung und Erweiterung meiner Befunde anzuregen.

Der Dermatologe Bloch in Zürich hat in grundlegenden Untersuchungen die Entdeckung gemacht, daß beim Menschen und den höheren Tieren für die dunkle Pigmentierung der Haut eine Oxydase in Frage kommt, für die als Muttersubstanz des Melanins das 3,4 Dioxyphenylalanin angenommen werden muß¹⁾, eine Substanz, die dem Tyrosin nahe steht.

Das Dioxyphenylalanin, von Bloch abgekürzt „Dopa“ genannt, ist zuerst von Guggenheim aus den Keimlingen von *Vicia faba*, der Saubohne, dargestellt²⁾ worden.

Wenn man überlebende Schnitte aus der Haut mit einer 1—2⁰/₀₀ wässrigen Lösung von Dopa behandelt, so tritt an bestimmten Stellen

1) Bloch und Ryhiner, Histochemische Studien im überlebenden Gewebe über fermentative Oxydation und Pigmentbildung. Ztschr. f. d. ges. exper. Med. 1917 und Bloch, Das Problem der Pigmentbildung, in der Haut. Arch. für Dermatol- u. Syphilis Bd. 124 (1917).

2) Guggenheim, Eine neue Aminosäure aus *Vicia faba*. Ztschr. f. physiolog. Chemie Bd. 88 (1913).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Voss Hermann v.

Artikel/Article: [Die beiden Hauptfaktoren der traumatischen Parthenogenese. 359-367](#)