

folge von Ursache und Wirkung wird bei unserer vitalistischen Auffassung gerade so gut gewahrt wie bei der materialistischen. „Was uns vom dogmatischen Materialisten unterscheidet, ist also nicht eine andere Auffassung über die Notwendigkeit der Naturvorgänge, sondern ist dieses: dass wir die Bedingungen zu dieser Notwendigkeit als intensive Größen denken, während der Dogmatiker meint, sie als extensive Größen als ein Nebeneinander im Raum, denken zu können“ (Org. Reg. p. 215). [41]

Freiburg i. B., 2. Februar 1903.

Ueber die Einwirkung des Alkohols auf die Entwicklung der Seeigel.

Vorläufige Mitteilung

von Dr. Heinrich Ernst Ziegler, Professor an der Universität Jena.

Vor fünf Jahren habe ich in der Zoologischen Station in Neapel einige Versuche angestellt, welche die Wirkung des Alkohols auf die Entwicklung der Seeigel betrafen. Ich hatte nicht nur die Absicht, die pharmakologische Wirkung des Alkohols zu beobachten, sondern war mehr von den Gesichtspunkten der Entwicklungsmechanik geleitet, indem ich hoffte, bemerkenswerte Abänderungen der Entwicklung zu erhalten. Im Frühjahr des Jahres 1902 arbeitete ich einige Wochen in dem Russischen Zoologischen Laboratorium in Villefranche sur mer (Villafranca) und benützte diese Gelegenheit, um die früheren Resultate durch neue Versuche zu bestätigen und zu erweitern.

Da ich die ausführliche Mitteilung zur Zeit nicht veröffentlichen kann — weil mir dringlichere Arbeiten vorliegen — so will ich einstweilen die wichtigsten Ergebnisse hier in kurzer Form bekannt geben¹⁾.

Ich berichte zuerst über einige Versuchsreihen, welche ich in Neapel mit den Eiern von *Echinus microtuberculatus* Bl. anstellte (im März und April 1897). Ich übertrug die Eier am Anfang der Furchung (nämlich im Zweizellenstadium), in Seewasser mit verschiedenem Alkoholgehalt, wobei selbstverständlich eine Kontrollkultur in reinem Seewasser nebenhergeführt wurde. Drei derartige Versuchsreihen ergaben übereinstimmende Resultate, welche ich in vereinfachter Weise²⁾ in Tabelle I dargestellt habe.

1) Auf der Zoologen-Versammlung in Gießen (Pfingsten 1902) habe ich mündlich über meine Versuche berichtet.

2) Außer den in der Tabelle erwähnten Alkoholmischungen von 1, 2 und 4% wurden auch Mischungen von $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$ und 3% verwandt, welche ich aber hier bei Seite lasse. Alle Prozentzahlen bedeuten Volumprocente, nicht Gewichtsprocente.

Tabelle I.

	2. Tag (nach 22 Stunden)	3. Tag (nach 45 Stunden)	4. Tag (nach 69 Stunden)
Kein Alkohol	Lebhaft schwimmende Blastulae mit beginnender Gastrulation.	Larven mit Urdarm, mit Skelett und hervorstwachsenden Armen.	<i>Pluteus</i> -Larven mit längeren Armen (ähnlich wie Fig. 4).
Alkohol 1 ⁰ / ₀	Lebhaft schwimmende Blastulae mit beginnender Gastrulation wie normal.	Larven mit Urdarm, zum Teil wie normal, zum Teil zurückgeblieben.	Larven mit Armen, ähnlich den normalen <i>Pluteus</i> -Larven, aber meist kleiner.
Alkohol 2 ⁰ / ₀	Blastulae noch ohne beginnende Gastrulation, meist am Boden des Gefäßes (nicht schwimmend, aber flimmernd).	Gastrulae meist mit unvollständig (seltener mit vollständig) eingestülptem Urdarm, meist ohne Beginn der Arm-bildung, viele mit zu kleinem Blastocoel oder mit anormaler Lagerung der Mesenchymzellen.	Gastrulae mit unvollkommenem Skelett, meist ohne Arme, oft mit unregelmäßig liegenden Mesenchymzellen u. zu kleinem Blastocoel.
Alkohol 4 ⁰ / ₀	Keine Blastulae; nur zerfallende Furchungsstadien.		

Bei manchen Versuchen zeigte der Alkohol eine stärker schädigende Wirkung, indem z. B. bei 2⁰/₀ Alkohol am vierten Tag schon alles abgestorben war. Solche kleine Unterschiede zwischen den gleichartigen Versuchsreihen sind häufig und erklären sich daraus, dass die Eier verschiedener Muttertiere sowie die Spermatozoen der Vätertiere nicht immer in dem besten Reifezustand sind und dem Embryo nicht immer die gleiche Lebenskraft geben.

Im ganzen konnte ich aus den mit Eiern von *Echinus microtuberculatus* angestellten Versuchen folgende Schlüsse ziehen:

1. Ein Alkoholgehalt von $\frac{1}{2}$ ⁰/₀ oder 1⁰/₀ schädigt die Entwicklung bei manchen Individuen nicht in erheblicher Weise, so dass normale *Pluteus*-Larven entstehen können¹⁾. Es giebt aber individuelle Unterschiede unter den Nachkommen derselben Eltern-Tiere; ein solcher Alkoholgehalt, welcher die widerstandsfähigeren Individuen einige Zeit hindurch kaum merklich schädigt, pflegt bei zahlreichen anderen Individuen die Entwicklung zu stören oder zu hemmen. Je höher der Alkoholgehalt ist, ein um so kleinerer Bruchteil der Individuen vermag das Blastulastadium oder spätere Stadien zu erreichen.

2. Wenn 2⁰/₀ Alkohol dem Seewasser beigemischt sind, wird

1) Die Weiterzucht von Seeigel-Larven über das *Pluteus*-Stadium hinaus ist bekanntlich im Laboratorium überhaupt nicht möglich.

die Entwicklung in erheblicher Weise gestört¹⁾. Die Furchung wird etwas verlangsamt, viele Eier furchen sich anormal, es entsteht nur eine kleine Zahl von Blastulae, unter welchen manche ein zu kleines Blastocoel und eine relativ zu große Zahl von Mesenchymzellen besitzen. Ferner findet die Gastrulation in verlangsamter Weise statt. Die Mesenchymzellen nehmen nicht die normale Anordnung an; wenn ein Skelett gebildet wird, so erscheint es verspätet, in anormaler Lage oder hat anormale Form. *Pluteus*-Larven mit wohl ausgebildeten Armen werden nicht gebildet.

3. Wenn 3% Alkohol dem Seewasser beigemischt sind, gehen nur aus wenigen Eiern Blastulae hervor; diese haben ein anormales Aussehen und sind der Gastrulation nicht mehr fähig. — Bei 4% Alkohol können keine Blastulae mehr entstehen.

Was die Furchung unter der Einwirkung des Alkohols betrifft, so sind die Störungen ähnlich wie sie auch durch andere Reagentien verschiedener Art und auch durch verdünntes oder konzentriertes Seewasser hervorgerufen werden. Es ist dies wohl begreiflich, wenn man bedenkt, dass alle verschiedenen Ursachen, welche die Intensität der Kräfte der Zellteilung herabsetzen, ähnliche Folgen haben müssen.

Ich habe einige Fälle anormaler Furchung genauer untersucht und werde darüber später an anderer Stelle berichten. Die Störungen der Furchung zeigen sich zunächst in einer Verzögerung der Teilungen, sodann im Ausbleiben der Zellteilung nach der stattfindenden Kernteilung, sowie im Auftreten von multipolaren Kernteilungsfiguren²⁾; ein Teil der

1) Es scheint, dass man schon zweiprozentigen Alkohol und noch mehr vierprozentigen Alkohol ganz allgemein als Gift für tierische Zellen ansehen kann. Auch da, wo ein Einfluss auf das Nervensystem nicht in Betracht kommt, wirkt er direkt auf die Zellsubstanz der Furchungszellen oder Gewebezellen. Rauber untersuchte die Wirkung des Alkohols auf verschiedene Pflanzen und Tiere, und ich erwähne von seinen zahlreichen Experimenten nur diejenigen mit einem ciliaten Infusorium, *Opalina ranarum*, welches durch Alkohol von der genannten Konzentration in wenigen Stunden getötet wird, und diejenigen mit dem Süßwasserpolypen *Hydra fusca*, welcher durch vierprozentigen Alkohol in kurzer Zeit zum völligen Zerfall gebracht wurde (A. Rauber, Wirkungen des Alkohols auf Tiere und Pflanzen. Leipzig 1902).

2) Beiläufig mag noch eine eigentümliche Abänderung des Furchungsbildes erwähnt werden, welche ich früher schon beschrieben habe. Bei der in zweiprozentigem Alkohol verlaufenden Furchung tritt in einzelnen Fällen ein Kranz von Körnchen an der Peripherie der Attraktionssphäre auf, so dass man die Grenze der Attraktionssphäre sehr deutlich sieht und ihre Formveränderungen während der Teilungen sehr gut verfolgen kann (Archiv für Entwicklungsmechanik, 6. Bd., 1898, p. 257 u. Taf. XIII, Fig. 20 u. 21). Später hat Fischel durch Neutralrot eine Färbung von Körnchen erreicht, welche in ganz ähnlicher Weise einen Kranz um die Attraktionssphäre bildeten (A. Fischel, Ueber vitale Färbung von Echinodermeneiern während ihrer Entwicklung. Anatomische Hefte, Heft 37, 1899).

Furchungszellen setzt also die Teilung nicht fort, so dass der Haufen von Blastomeren oft zum Teil aus kleinen, zum Teil aus sehr großen Blastomeren besteht. In solchem Fall pflegen die kleineren Zellen sich meistens zu einer Blastula zusammenschließen, welche die großen Zellen in sich aufnimmt oder an welcher die großen Zellen außen anhängen. — Bei höheren Graden der Schädigung schreitet die Furchung nicht mehr fort und die Blastomeren zerfallen.

Der Alkohol beeinflusst nicht allein die Zellteilungen, er hat auf andere Vorgänge des Zellebens, insbesondere auf die Zellenbewegung eine noch stärkere Wirkung. Daher verzögert er die Gastrulation (bei der Konzentration 1—2%) oder hemmt dieselbe (bei höherer Konzentration). Der Einfluss des Alkohols stört also die Zellenbewegungen, welche die Einstülpung bedingen¹⁾. — Ebenfalls auf einer Hemmung von Zellenbewegungen beruht es, wenn die Mesenchymzellen sich nicht in der normalen Weise anordnen, und wenn das Skelett nicht normal zur Ausbildung kommt. Denn bei der normalen Entwicklung nehmen die Mesenchymzellen auf Grund von Reizen (die nicht genauer bestimmt sind) eine ganz gesetzmäßige Lage in der Gastrula an, aber bei einem gewissen Alkoholgehalt (etwa von 1% an) wird diese Anordnung nur in unvollkommener Weise erreicht, sei es weil die Beweglichkeit, sei es weil die Reizempfindlichkeit der Zellen herabgesetzt ist, sei es weil die Reize nicht mehr in voller Weise vorhanden sind²⁾. Die Ausbildung des Skeletts ist von der Anordnung der Mesenchymzellen abhängig, und die unvollkommene Entwicklung des Skeletts folgt (zum Teil wenigstens) aus der Hemmung der Bewegungen der Mesenchymzellen. Denn in der normalen Entwicklung wird den auswachsenden Aesten des Skeletts ihr Weg durch Mesenchymzellen vorgezeichnet, folglich beruht unrichtiges Auswachsen der Skelettäste auf anormaler Lage oder unrichtigem Verhalten der betreffenden Mesenchymzellen.

Ich gehe nun zu den neueren Versuchen über, welche ich im Frühjahr 1902 in Villefranche sur mer an einer anderen

1) Es scheint, dass die Einstülpung bei der Gastrulation in den meisten Fällen auf einer aktiven Formveränderung der Entodermzellen oder auf aktivem Wandern derselben beruht. Vergl. L. Rhumbler, Zur Mechanik des Gastrulationsvorganges, insbesondere der Invagination. Archiv. f. Entwicklungsmechanik, 14. Bd., 1902.

2) Es ist wahrscheinlich, dass die Reize, welche die Anordnung der Mesenchymzellen bedingen, von Zellen des Ektoderms ausgehen. Wie Driesch beobachtet hat, wandern die Mesenchymzellen, wenn man sie durch Schütteln der Larven in anormale Lage bringt, alle oder fast alle an die normale Stelle zurück, und wird nachher ein normales Skelett gebildet (H. Driesch, Die taktische Reizbarkeit der Mesenchymzellen von *Echinus microtuberculatus*, Archiv. f. Entwicklungsmechanik, 3. Bd., 1896).

Seeigel-Species, nämlich an *Strongylocentrotus lividus* Br. angestellt habe. Ich berichte zunächst über eine Versuchsreihe, bei welcher die Eier beim Beginn der Furchung im Zweizellenstadium in Seewasser mit 1%, 1,7% und 2,5% Alkohol übertragen wurden¹⁾. Die Beobachtungen vom 2. bis 4. Tag sind in der Tabelle II zusammengestellt, und die Resultate haben mit denjenigen von Tabelle I große Aehnlichkeit.

Tabelle II.

	2. Tag (nach 24 Stunden)	3. Tag (nach 48 Stunden)	4. Tag (nach 72 Stunden)
Kein Alkohol	Blastulae schwimmend, mit beginnender Einwanderung des Mesenchyms.	Gastrulae mit völlig eingestülptem Urdarm und kleinen Dreistrahlern des Skeletts.	Gastrulae mit Skelett und hervortretenden Armen.
Alkohol 1%	Viele Blastulae schwimmend, mit beginnender Einwanderung der Mesenchymzellen, viele Blastulae nicht schwimmend (am Boden liegend).	Gastrulae; Urdarm oft noch nicht völlig eingestülpt.	Gastrulae, fast alle mit Skelett, aber meist mit unvollkommenem Skelett.
Alkohol 1,7%	Blastulae teils schwimmend, fast wie normal, teils nicht schwimmend.	Gastrulae; Urdarm meist noch nicht völlig eingestülpt, oft erst kurz. Blastocoel meist kleiner als normal.	Gastrulae, manche mit Skelett, das aber zu klein und unregelmäßig.
Alkohol 2,5%	Blastulae nicht schwimmend, meist zu dickwandig, meist mit zu kleinem Blastocoel oder ohne Blastocoel.	Blastulae mit kleinem Blastocoel oder ohne Blastocoel, manche am vegetativen Pol abgeflacht.	Blastulae mit dellenartiger Gastralbucht oder mit einer Abflachung am vegetativen Pol, meist nicht schwimmend, Skelett sehr klein oder fehlend.

Am 5. und 6. Tage entwickelten sich die normalen Larven zu schlanken *Pluteus*-Formen mit langen Armen. Von den in 1% Alkohol befindlichen Larven bildeten sich manche in ähnlicher Weise wie die normalen zu *Pluteus*-Larven aus, viele erhielten aber ein asymmetrisches oder sonst anormales Skelett. In erhöhtem Maße zeigte sich die Anormalität des Skeletts und die zu kleine oder unvollkommene Entwicklung desselben bei denjenigen Larven, welche in 1,7% Alkohol sich befanden; manche dieser Larven blieben sogar ohne Skelett¹⁾. Diejenigen

1) Ich hatte 25 cem Alkohol absolutus mit 25 cem Seewasser gemischt. Von dieser Mischung wurden je 10 cem auf 200, auf 300 und auf 500 cem Seewasser genommen, woraus sich die obengenannten Prozentgehalte ergeben.

2) Von den Larven, welche ein unvollkommenes oder unregelmäßiges Skelett hatten, wurde ein Teil in reines Seewasser übertragen. Bei diesen Larven ent-

Larven, welche in 2,5% Alkohol waren, kamen über das obenbezeichnete Stadium nicht hinaus, vollzogen also die Gastrulation nicht; das Skelett blieb klein und unvollkommen oder fehlte gänzlich; am fünften Tage waren von diesen Larven einige noch lebend, am sechsten Tage waren alle abgestorben.

In Fig. 1—3 sind drei Larven dargestellt, welche sämtlich zwei Tage (48 Stunden) alt sind. Fig. 1 zeigt eine normale Larve dieses Alters; man beachte die durch Einstülpung entstandene Urdarmhöhle, ferner unten den Urmund (Blastoporus), oben die Scheitelplatte, zwischen dem Ektoderm und der Darmwand das Blastocoel, darin die Mesenchymzellen, rechts und links in einer Gruppe von Mesenchymzellen die dreistrahlige Anlage des Skeletts.

Fig. 2 stellt eine Larve desselben Alters dar, welche in der 1,7prozentigen Alkoholmischung entstanden ist. Man sieht, dass

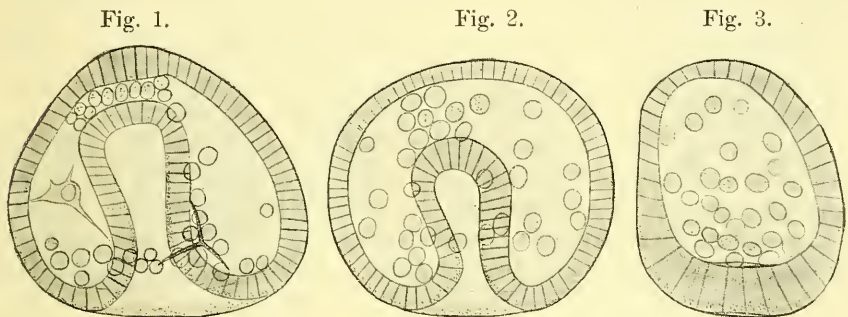


Fig. 1—3. Larven von *Strongylocentrotus lividus*, 48 Stunden alt.

Fig. 1 normale Larve, Fig. 2 Entwicklung in 1,7% Alkohol,

Fig. 3 Entwicklung in 2,5% Alkohol.

Vergrößerung bei allen Figuren 300.

die Einstülpung der Gastralhöhle nicht soweit gediehen ist und dass die Mesenchymzellen nicht die regelmäßige Lage angenommen haben. Ein Skelett ist nicht gebildet.

Fig. 3 zeigt eine Larve, welche ebenso alt ist, aber in einer Alkoholmischung von 2,5% sich entwickelt hat. Eine Urdarmhöhle ist nicht vorhanden, nur eine Abflachung und geringe Einbuchtung am vegetativen Pol kann als Andeutung der Gastrulation angesehen werden. Die primäre Leibeshöhle (das Blastocoel) ist zu klein, und die Mesenchymzellen liegen darin ohne jede Regelmäßigkeit. — Man sieht, dass ein großer Unterschied zwischen der Larve Fig. 1 und Fig. 3 besteht und dass Fig. 2 eine Mittelstellung ein-

wickelte sich das Skelett bedeutend besser als bei den übrigen. Es fand hier offenbar eine Regulierung des bestehenden Skelettes statt, da (wie ich auch in anderen Fällen beobachtet habe) die Kalkstäbe des Skelettes teilweise aufgelöst und neu gebildet werden können.

nimmt. Die hemmende Einwirkung des Alkohols tritt so in sehr anschaulicher Weise hervor.

Zu dieser Versuchsreihe kam dann noch eine andere hinzu, welche ähnliche Resultate ergab und zur Bestätigung der ersten diente. — Vergleicht man die Resultate dieser Versuche an *Strongylocentrotus lividus* mit den früheren Versuchen an *Echinus microtuberculatus*, so erkennt man leicht die Uebereinstimmung. Die Schlüsse, welche oben aus den Beobachtungen bei *Echinus microtuberculatus* gezogen wurden (p. 449), passen auch zu den Ergebnissen bei *Strongylocentrotus lividus*. Die entwickelungshemmende und schädigende Wirkung des Alkohols zeigt sich bei beiden Seeigelarten in ganz ähnlicher Weise.

Schließlich wollen wir noch die skelettlosen Larven ins Auge fassen. Wie oben gesagt wurde, erhält man bei den Alkoholversuchen oft Larven, die gar kein Skelett haben oder nur eine kleine Skelettanlage besitzen, welche die äußere Form der Larve nicht beeinflusst¹⁾. Diese Larven scheinen mir in vergleichend-embryologischer Hinsicht von besonderer Bedeutung zu sein.

Denn die Form der Echinodermen-Larven ist durch das Skelett bedingt; insbesondere beruht das Auswachsen der Arme auf dem Auswachsen der Skelettstäbe. Da die Entwicklung der Skelettstäbe offenbar etwas phylogenetisch Jüngerer ist, so kann man annehmen, dass die Larve ohne Stäbe einer älteren phylogenetischen Stufe entspricht.

Fig. 4 zeigt den Verlauf der Wimperschnur bei einer normalen *Pluteus*-Larve von *Strongylocentrotus lividus*. Die Wimperschnur geht über den Mundschirm (an dessen Ventralseite der Mund gelegen ist), läuft an der Dorsalseite der Arme bis zur Spitze der Arme, kehrt an der Ventralseite der Arme zurück und geht an der Ventralseite der Larve über dem After bogenartig von dem einen Arm zum andern. — In Fig. 5 sieht man den Verlauf der Wimperschnur bei einer in 1,7% Alkohol gezogenen Larve, welche nur ein unvollkommenes und die Form der Larve nicht beeinflussendes Skelett gebildet hat. Während die Wimperschnur bei der normalen Larve über die Arme geht, hat sie bei skelettlosen Larven (oder bei Larven mit unvollkommenem Skelett) einen viel einfacheren Verlauf (Fig. 5), welcher nicht allein an die ersten Larven-

1) Solche Larven, welche kein Skelett entwickeln oder nur ein rudimentäres Skelett haben, sind schon öfters bei Versuchen anderer Art gefunden worden. Z. B. erhielt Herbst solche Larven, als er die Entwicklung der Seeigel in einer Salzlösung beobachtete, welche kein kohlensaures Calcium und kein schwefel-saures Calcium enthielt, aber sonst dem Seewasser entsprechend zusammengesetzt war (Curt Herbst, Ueber die zur Entwicklung der Seeigellarven notwendigen Stoffe, Archiv f. Entwicklungsmechanik, 5. Bd., 1897).

stadien der Seeigel- und Ophiurenlarven (junge *Pluteus*-Formen), sondern auch an die ersten Larvenstadien der Holothurien (junge *Auricularia*-Formen) erinnert.

Es hat sich schon in manchen Fällen gezeigt, dass eine experimentell-embryologische, also eine sogenannte entwickelungsmecha-

Fig. 4.

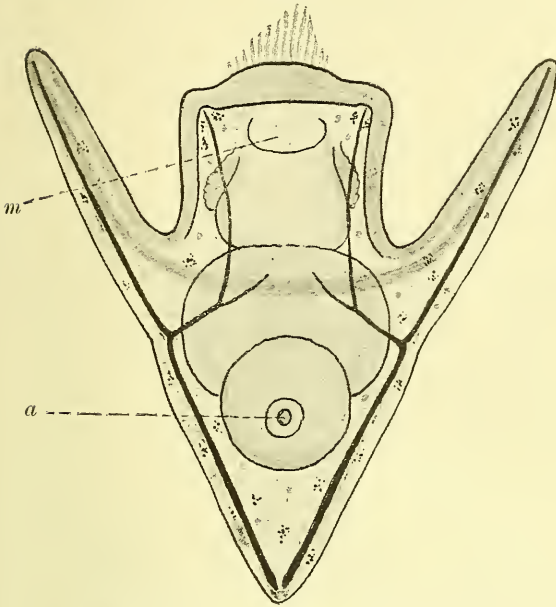


Fig. 5.

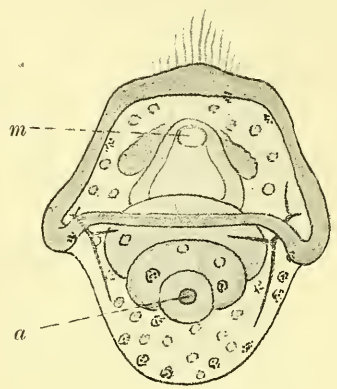


Fig. 4 u. 5 Larven von *Strongylocentrotus lividus*, 6 Tage alt, von der Ventralseite gesehen.

Fig. 4 Normale Larve mit vollkommenem Skelett. Fig. 5 Larve mit verkümmertem Skelett (aus einer 1,7 procentigen Alkoholmischung). Vergrößerung bei beiden Figuren 270.

m = Mund, *a* = After. Die Skelettstäbe sind schwarz gezeichnet.

nische Untersuchung ein Resultat ergeben hat, welches auch in morphologischer Hinsicht Bedeutung erlangt. Auch das eben genannte Ergebnis bildet dafür ein Beispiel: In Alkoholmischungen gezogene Larven der Seeigel zeigen uns eine phylogenetisch primitivere Larvenform der Echinodermen.

Jena, Zoologisches Institut der Universität. Dezember 1902.

Aug. Garcke. Illustrierte Flora von Deutschland.

19. neubearbeitete Auflage, mit 770 Originalabbildungen.

Paul Parey, Berlin 1903, 8°, 795 S.

Eine Flora, die nach 53 Jahren in 19. Auflage erscheint, braucht keine weitere Empfehlung. Es sei aber darauf aufmerksam gemacht, dass sie, bei vollständiger

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Ziegler Heinrich Ernst

Artikel/Article: [Ueber die Einwirkung des Alkohols auf die Entwicklung der Seeigel. 448-455](#)