

An einer im Dezember gesammelten *Spirogyra* fand ich einmal so große Mengen von Eiweiß im Zellsaft vor, dass die mit Coffein ausgefüllten Kugeln den Zellsaftraum mehr als zur Hälfte anfüllten, was einen merkwürdigen Anblick gewährte. Die Kugeln ergaben die üblichen mikrochemischen Eiweißreaktionen.

Mitunter trifft man auch Spirogyren an, die mit Coffein kaum Spuren von Ausscheidungen im Zellsaft geben; sie enthalten fast kein Eiweiß im Zellsaft und nähern sich mit diesem Verhalten dem sehr vieler anderer Pflanzenzellen.

Durch welche Ernährungsverhältnisse das mehr oder weniger reichliche Auftreten von Eiweiß in der Vakuolenflüssigkeit bedingt ist, darüber sind Studien beabsichtigt.

Ueber die Vorgänge beim Einfrieren und Austrocknen von Tieren und Pflanzensamen.

Von Dr. **W. Kochs**, Privatdozent.

Die in früheren Arbeiten¹⁾ von mir berichteten Versuche und Beobachtungen über die Möglichkeit der zeitweisen Unterbrechung der Lebensvorgänge durch Kälte oder Austrocknen ergaben, dass Tiere und Pflanzen nicht in wirklichen Scheintod verfallen können. Kühlt man Tiere soweit ab, dass alles Wasser in ihrer Leibessubstanz krystallisiert, so werden dieselben beim Auftauen niemals mehr lebendig. Trocknet man Tiere und Pflanzen selbst ohne stärkere Erwärmung z. B. über Phosphorsäureanhydrid, so quellen dieselben beim Befeuchten zwar wieder auf, ohne jedoch wieder lebendig zu werden. Sporen und Samenkörner können hingegen durch Abkühlen oder Trocknen in einen Zustand gebracht werden, wo unsere feinsten Hilfsmittel keinen Stoffwechsel mehr nachweisen können. Dennoch behalten dieselben und zwar für wahrscheinlich sehr lange Zeit die Fähigkeit unter geeigneten Verhältnissen wieder lebendig zu werden. In der pflanzlichen und tierischen Eizelle allein scheint das Leben längere Zeit schlummern zu können. Ist dasselbe aber einmal erwacht, hat sich ein Wesen mit Stoffwechsel gebildet, dann kann das Werden und Vergehen des Lebens erst wieder in einer von diesem Wesen gebildeten Eizelle zum zeitweiligen Stillstand kommen.

Durch unsere jetzigen Hilfsmittel ist über die Natur dieses Stillstandes, ob er wirklich mit der Ruhe eines Krystalles vergleichbar ist, oder ob es sich doch um minimales Leben handelt, schwerlich eine weitere Kenntnis zu erlangen. Weshalb aber das Leben, wenn es durch Kälte oder Eintrocknen erloschen ist, durch Wärme oder

1) W. Kochs, Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig völlig unterbrochen werden? Biol. Centralbl., 1890, X, Nr. 22.

Derselbe, Ueber die Ursachen der Schädigung der Fischbestände im strengen Winter. Biol. Centralbl., 1891, XI, Nr. 15 u. 16.

Feuchtigkeit nicht mehr angefacht werden kann, ist einer näheren Untersuchung zugänglich und ich glaube im Folgenden einiges zur Aufklärung der Thatsachen beibringen zu können.

Die prinzipielle und in mancher Hinsicht auch praktische große Wichtigkeit der betreffenden Fragen, sowie der Umstand, dass einige Gelehrte die Anabiose für lebende Wesen noch für möglich halten ¹⁾ und dafür angeblich richtige Beobachtungen beibringen, veranlasste mich von Neuem die Vorgänge beim Einfrieren und Austrocknen lebender Wesen zu studieren um in diesen vielfach seit lange umstrittenen Fragen eine Entscheidung herbeizuführen. Scheinbar handelt es sich nur um die relativ einfachen Vorgänge des Einfrierens oder Austrocknens; bei lebenden Wesen können sich aber, wie wir sehen werden, diese Vorgänge recht verwickelt gestalten und sind bei Beobachtung der betreffenden Phänomene leicht Täuschungen möglich.

Zunächst ist zu erwähnen, dass Preyer besonders hervorhebt, dass Frösche nur auf $-2,5^{\circ}$ im Inneren abgekühlt werden dürfen, um beim Auftauen wieder lebendig zu werden. Wenn wirklich in den Geweben des Frosches ein Krystallisieren des Wassers bei dieser Temperatur stattgefunden haben sollte und die Struktur des Protoplasmas nicht in einer das spätere Leben unmöglich machenden Weise zerstört ist, dann kann doch eine weitere Abkühlung der festen krystallinischen Masse morphologisch oder chemisch nichts mehr ändern. Wenn aber nicht überall der feste Zustand eingetreten ist, was meiner Erfahrung nach bei $-2,5^{\circ}$ nie der Fall ist, dann kann man Erscheinungen beobachten wie die von Romanes 1877 an vielen durch und durch hartgefrorenen Medusen wahrgenommenen. Die durch Eiskrystalle verursachte partielle Zerreißung des Gewebes verhinderte nicht die Anabiose beim Auftauen, nur der Rhythmus der Kontraktionen war eben wegen der Gewebszerstörung nicht derselbe wie vorher. Wenn auch zahlreiche Partien eines Tierkörpers nicht mehr funktionieren können, kann derselbe noch eine Weile leben oder die zerstörten Teile wieder ersetzen, da eben nicht der ganze Tierkörper, respektive alle seine zelligen Elemente, durchgefroren waren. In solchen Fällen kann aber nicht von Anabiose gesprochen werden. Preyer berichtet, dass Davaine Rädertiere fünf Tage im Vakuum verweilen ließ und nach Anfeuchtung in der Luft viele wieder aufleben sah und sagt: Hierbei muss aber das vermeintliche Vakuum noch Luft enthalten haben, denn ich habe trockene Rotatorien im vollkommenen Vakuum der Geißler'schen Quecksilberluftpumpe über

1) Preyer Ueber die Anabiose. Biol. Centralbl., 1891, XI, Nr. 1.

Felix Hoppe-Seyler, Rede: „Ueber die Entwicklung der physiologischen Chemie. Straßburg 1884. S. 19.

Müller-Erbach, Die Widerstandsfähigkeit des Frosches gegen das Einfrieren. Zool. Anz., 1891, S. 383.

K. Knauthe, Zur Biologie der Amphibien. Zool. Anz., 1892, S. 20.

Schwefelsäure lange vor Ablauf der vierten Woche jedem Wiederbelebungsversuch unzugänglich gefunden.

Versuche über die Vorgänge beim Einfrieren von Wassertieren und Ermittlung der Gründe, weshalb das erloschene Leben nicht wieder angefaßt werden kann.

Im vergangenen Winter habe ich zu meinen Versuchen nicht mehr Frösche, Fische und Wasserkäfer wie bisheran verwendet, sondern Blutegel, Schnecken und kleine Krebse. Zunächst zeigte sich wieder beim langsamen Abkühlen des Wassers, dass bis gegen 0° die Tiere ruhiger werden. Die Blutegel liegen meist wie tot auf dem Rücken mit wenig kontrahierter Muskulatur; die Weinbergsschnecke ist in das Innere des Gehäuses zurückgezogen, nachdem sie ein mehr oder minder solides Epiphragma gebildet hat; die kleinen Muschelkrebse (*Cypris*) haben ihre Schalen fest geschlossen; Wasserasseln sitzen ganz bewegungslos da. Beim Einfrieren in Gläsern bei — 5° bis — 8° Lufttemperatur zeigte sich ganz wie früher bei den Käfern, dass in einem Glase von 1 Liter Wasserinhalt nach 10 Stunden der oder die Blutegel im Inneren des Eisblockes saßen und lebhaft an den Wänden ihres eiförmigen Wasserraumes von etwa 200 cbcm Inhalt herum krochen, oder nachdem sie sich mit ihren Saugscheiben angeheftet hatten unausgesetzt in Bewegung blieben. Das Eis hatte eine Temperatur von — 2°.

Folgender Versuch zeigt die Vorgänge im Einzelnen.

Drei Bechergläser à 1 Liter Inhalt hatte ich mit Wasser gefüllt und in das erste 1 Blutegel, das zweite 2 Blutegel und das dritte 3 Blutegel gesetzt. Nach 24 Stunden war der einzelne Blutegel in Mitten des Glases fast vom Eise umschlossen und hatte bei seinen Bewegungen so viel Gas abgeschieden, dass er in dem unmittelbar um ihn befindlichen stark mit Gasblasen durchsetzten Eise nicht mehr sichtbar war. Die 2 Blutegel hatten noch einen hühnereigroßen Wasserraum, dessen Wände milchig und mit zahlreichen Gasblasen ebenso wie ihre Leiber besetzt waren. Die 3 Blutegel hatten noch einen erheblich größeren Wasserraum von gleichem Aussehen. Nach 48 Stunden waren auch die 2 Blutegel ganz eingeschlossen vom Eise. Die 3 Blutegel hatten noch einen kleinen Wasserraum, was ich aber wegen der Luftblasen im Eise nur durch Anbohren feststellen konnte. Da die Lufttemperatur während der letzten Nacht auf — 7° gesunken war, glaubte ich, dass der einzelne Blutegel sicher tot wäre und stellte die drei Gläser in meine Stube zum Auftauen. Der einzelne Blutegel erwies sich als tot. Auf der Bauchseite war die sonst gleichmäßig dunkelgrüne Haut von zahlreichen blutigen Flecken durchsetzt. Elektrische Reize vermochten nur die Saugscheibe ein wenig zur Kontraktion zu bringen, der Körper war und blieb schlaff. Die 2 und 3 Blutegel waren nach dem Auftauen völlig wohl. Sie waren eben durch ihre

gemeinsame im selben Raume verwertete Wärmeproduktion im Stande gewesen die Temperatur ihres Gefängnisses auf einer höheren Temperatur wie 0° während 48 Stunden zu erhalten.

Um nun das Einfrieren noch langsamer zu gestalten setzte ich darauf am Abend über eines der Gläser, in welchem sich wiederum 1 Blutegel befand, eine Glasglocke. Kein kalter Luftzug konnte nun das Wasser direkt treffen. Die beiden anderen Gläser, welche ich mit je 1 Blutegel ohne Glasglocke hinstellte, waren am andern Morgen sehr stark zugefroren so, dass ich die Tiere im Eise nicht mehr sehen konnte, nur die milchige Trübung zeigte an, wo sie sich befanden. Das dritte Glas war zu meiner Verwunderung gar nicht gefroren.

Ich nahm dasselbe herein um mit dem Thermometer die Temperatur des Wassers zu bestimmen und fand -3° . Zuerst glaubte ich das Thermometer sei unrichtig. Als ich ein anderes holte, fand ich die ganze Wassermasse zu einer strahligen Eismasse erstarrt, welche aber gleich zu schmelzen anfang und der am Boden liegende Blutegel begann sich alsbald in dem Schmelzwasser zu bewegen. Durch günstige Bedingungen, welche, wie ich mich später überzeugte, nicht leicht herzustellen sind, hatte ich überschmolzenes Wasser von -3° erhalten und diese Abkühlung hatte dem Blutegel nichts geschadet. Diesen Versuch wiederholte ich dann noch mehrere Male und nahm zur Sicherheit des Gelingens ausgekochtes ziemlich luftleeres Wasser, in dem bei 0° ein Blutegel sehr lange lebendig bleibt, wenn er vorher in anderem Wasser auf 0° abgekühlt wurde. Bei dieser Temperatur hat er nur ein sehr geringes Sauerstoffbedürfnis.

Wenn man Wasser — am besten destilliertes, welches gut filtriert ist so, dass keine kleinen Körperchen darin herumschwimmen — eine halbe Stunde tüchtig gekocht hat, ist dasselbe fast absolut luftleer und wenn man dasselbe dann ruhig abkühlen lässt, nehmen nur die obersten Schichten wenig Luft auf. Solches Wasser kann man in einem glatten Glasgefäße unter Abhaltung jeden Luftzuges durch Bedecken mit einer Glocke oder Zuschmelzen der Oeffnung bis auf -10° ja selbst -15° abkühlen, ohne dass das Gefrieren eintritt. Befindet sich aber ein Tier, welches durch vorherige Abkühlung ruhig gemacht wurde, darin, so gelingt wohl nur in seltenen Fällen eine Abkühlung bis -5° ohne Gefrieren. Jeder fremde Körper, stets aber das kleinste Eisstückchen, bedingen bei überschmolzenem Wasser sofortige Krystallisation, wobei die Temperatur in Folge der damit verbundenen Wärmeentbindung schnell auf den Gefrierpunkt steigt.

Die oben beschriebenen Versuche zeigen, dass nicht die Abkühlung der betreffenden Tiere auf -3° , einmal habe ich $-4,5^{\circ}$ erreicht, sie tötet, sondern die zumeist damit verbundene Krystallisation des Wassers um sie herum und vor allem in ihren Geweben.

Bevor wir die beim Krystallisieren des Wassers innerhalb der

tierischen Gewebe eintretenden Vorgänge näher betrachten, wird es zweckmäßig sein auf die physikalischen Verhältnisse, welche beim Frieren des Wassers von Wichtigkeit sein können, etwas einzugehen.

Der Tierkörper besteht an keiner Stelle aus destilliertem Wasser, vielmehr zumeist aus salzhaltigen Eiweißlösungen, welche nicht bei 0° gefrieren, die dazu noch durch Kapillarität und Adhäsion am Gefrieren bei geringeren Kältegraden verhindert werden.

Intreff des Einflusses von Kapillarität und Adhäsion erwähne ich nur folgendes: In einer horizontalen Glasröhre, welche mit einer längeren freistehenden Wassersäule versehen und beiderseits geschlossen ist, tritt selbst bei — 7° bis — 10° kein Gefrieren ein, wenn ihr Durchmesser 0,3—0,4 mm nicht übersteigt, bei 0,1—0,2 mm Weite selbst dann nicht, wenn man das eine Ende in gefrierende Flüssigkeit taucht. Ähnliches beobachtet man mit Glasplatten, deren mit Wasser gefüllter Zwischenraum durch Festschrauben hinreichend verkleinert wird. Bei einer Wasserschicht zwischen Eisplatten siegt dagegen immer die Wirkung gleichartiger Ansatzpunkte. Krystalle gleicher Art scheinen überhaupt das einzige Mittel zu sein, jede Ueberschmelzung zu hindern¹⁾. Dufour²⁾ brachte Wasserkügelchen auf — 20°, indem er sie in einer gleich schweren Flüssigkeit (Chloroform mit Mandelöl oder Steinöl) von allen festen Anhaltspunkten befreite. Selbst beim Berühren mit einem festen Körper blieb das Erstarren oft aus, wogegen der Kontakt mit einem gleichartigen Eisstückchen dasselbe stets hervorrief. Auf einer ähnlichen Erscheinung beruht die Bildung des sogenannten Glatteises, wobei die in der Luft bis unter 0° abgekühlten Wassertropfen durch Berührung mit dem festen Erdboden plötzlich erstarren und denselben mit einer Eisrinde überziehen. Dass die Abkühlung der Regentropfen auf unter 0° nicht durch den kalten Erdboden erfolgt, sondern hoch in der Luft stattfand, geht daraus hervor, dass auf einem geöffneten Regenschirm sich auch Glatteis bildet.

Wie verläuft nun die Eisbildung im einzelnen und ist aus diesem Vorgange allein der Tod erklärlich?

Einen quadratischen Paraffinblock von 2 cm Dicke und 4 cm Breite habe ich in der Mitte 1 cm weit durchbohrt, und diese Oeffnung durch beiderseitig warm aufgeklebte große Deckgläser geschlossen. In diesen so gebildeten durchsichtigen Hohlraum mündeten von den Seiten her 2 Glasröhren zum Einfluss und Ausfluss einer aus Schnee und Kochsalz entstandenen, gegen — 12° bis — 15° kalten Salzlösung. Das ganze legte ich auf den Objektisch des Mikroskopes. Brachte ich einen Tropfen destillierten Wassers auf diesen hohlen Objektträger und ließ dann die Salzlösung der Kältemischung

1) A. Mousson, Die Physik auf Grundlage der Erfahrung, III. Auflage, 2. Bd., S. 133.

2) Dufour, Compt. rend., LII, 878.

fließen, so erstarrte der Wassertropfen momentan in seiner ganzen Masse. Bei schwacher Vergrößerung fand kein Beschlagen der Objektlinse statt und waren die Krystallnadeln des Eises genau erkennbar. Zwischen ihnen befanden sich jedoch, wie dieses besonders deutlich beim Auftauen sichtbar war, die beim Frieren aus dem Wasser plötzlich ausgeschiedenen absorbierten Gase. Wurde der Tropfen dann wieder ganz flüssig, so wurden die Gase nicht etwa sofort wieder absorbiert, sondern es bildeten sich Bläschen, welche an der Oberfläche zum Teil zerplatzten. Durch Frieren wird Wasser von Luft und den meisten absorbierten Gasen fast ganz befreit. Ganz klares Eis gibt aufgetaut fast luftleeres Wasser. Meine Absicht, kleine Krebschen (*Cypris*) unter dem Mikroskop während des Einfrierens zu beobachten, war nicht ausführbar, da das sie umgebende Eis stets undurchsichtig war in Folge ausgeschiedener Gase.

Ein Tropfen dünner 1—2prozentige Kochsalzlösung brauchte viel längere Zeit zum Frieren. Zuerst schieden sich mikroskopisch kleine Kochsalzkrystalle ab, und erst nachdem alles Salz in Krystallform ausgeschieden war, fror das Wasser. Konzentrierte Salzlösung konnte ich auf die angegebene Weise überhaupt nicht zum Frieren bringen, weil nicht alles Salz sich abschied. Meerwasser gefriert erst bei einer Abkühlung unter -3° . Das gebildete Eis liefert beim Auftauen süßes Wasser. In dem -3° kalten Wasser der Polargegenden leben große und kleine Fische und andere Meertiere. Hierdurch sowie durch meinen oben beschriebenen Versuch mit Blutegeln in überschmolzenem Wasser von -3° dürfte wohl bewiesen sein, dass die Lebensvorgänge selbst bei Temperaturen unter 0° noch nicht durch die Abkühlung zum Stillstand kommen, sondern nur dann, wenn damit eine Zerstörung der Struktur des Protoplasmas, wie beim Frieren, verbunden ist. Ein Tropfen frischen menschlichen Blutes war nur durch energische Abkühlung mit sehr guter Kältemischung von -15° zum Hartfrieren zu bringen, wobei völlige Abscheidung der Gase und Salze stattfand. Die Blutkörperchen lösten sich auf und das Blut war später lackfarben. Auf dieser Schwierigkeit beruht offenbar die Angabe der physiologischen Lehrbücher, dass man Blut häufiger müsse gefrieren und auftauen lassen um dasselbe lackfarben zu machen.

Das Protoplasma der Zellen, an dessen Integrität sich die Lebensvorgänge knüpfen, ist eine Eiweiß- und Salzlösung, welche Gase absorbiert und locker chemisch gebunden enthält. Da nun beim Hartfrieren die Salze und Gase stets abgeschieden werden, so muss dadurch die ganze Struktur des Protoplasmas total zerstört werden im chemischen und physikalischen Sinne.

Plötzliches schnellstes Einfrieren lebender Gewebe dürfte hiernach das beste Tötungsmittel sein, besonders, wenn es sich darum handelt die intra vitam vorhandenen Stoffe möglichst unzersetzt zu

erhalten oder vielmehr die chemischen Vorgänge des Lebensprozesses jäh zu unterbrechen ohne Neubildung komplizierter Körper. Hiernach dürfte wohl Niemand mehr das Hartfrieren lebendigen Protoplasmas ohne Zerstörung seiner innersten Struktur für möglich halten. Es sind aber stärkere Kältegrade nötig um Protoplasma, abgesehen von seiner Wärmeproduktion, wirklich hartfrieren zu lassen. Größere Krystalle entstehen nicht und mikroskopisch ist die Struktur für unsere jetzigen optischen Hilfsmittel nicht besonders verändert. Bei der vielfachen Benützung der Gefriermikrotome würde man dieses jedenfalls bereits bemerkt haben.

Versuche über das Eintrocknen von Tieren und Pflanzensamen.

Ueber das Eintrocknen von Tardigraden, Rotiferen u. dgl., ja sogar Schnecken und nachherige Wiederbelebung durch Befeuchtung finden sich die widersprechendsten Angaben. Es scheint als wenn sehr viele Naturforscher noch heute solche Wiederbelebungsversuche eines völlig trockenen Tieres, welches ohne jeden Stoffwechsel längere Zeit aufbewahrt wurde, für möglich halten. Seit 2 Jahren habe ich durch genaues Beobachten der Vorgänge beim Eintrocknen der fraglichen Tiere und verschiedener Pflanzensamen versucht das Thatsächliche klar zu stellen.

Bei der Herstellung Geißler'scher Spektralröhren behufs Kontrollirung der Atmung von Pflanzensamen in stark luftverdünnten Röhren hatte ich mich überzeugt, dass die Entfernung des Wassers aus ganz reinen leergepumpten Glasröhren so, dass mit bloßem Auge an der intensiv roten Farbe des Lichtes geschweige spektroskopisch keine Wasserdämpfe mehr nachweisbar sind, nur durch öfteres sehr starkes Erhitzen und tagelanges Verweilen der Röhren an einer guten Quecksilberpumpe mit frischem Phosphorsäureanhydrid möglich ist.

Befinden sich Samenkörner in einer solchen Röhre, so ist eine Entfernung der Wasserdämpfe ohne Erhitzen ganz unmöglich selbst in einem Zeitraume von 16 Monaten und trotzdem ich die Schalen der kleinen Bohnen und Rettigsamen angeschnitten hatte. Nach dieser Zeit bewirkte Erhitzen auf 100° weitere Wasserabscheidung, die nicht erhitze Partie keimte am 26. Dez. 1891 auf feuchtem Fliëpapier bei etwa 20° in der Nähe des Ofens nach drei Tagen ganz vorzüglich. Es scheint mir sogar als ob für die verwandten Samen eine trockene Aufbewahrung in evakuierten Röhren die Keimkraft sicherer und länger erhält, als die wechselnden Feuchtigkeitsgrade der freien Luft.

Ein Samenkorn, welches durch Erhitzen getötet wurde, trocknet über Phosphorsäureanhydrid wohl ziemlich vollständig. Ganz bin ich jedoch mit diesen ziemlich subtilen Versuchen nicht zu Ende gekommen.

Jedenfalls halten noch lebensfähige Samenkörner die Feuchtigkeit so fest, dass man wohl eine chemische Bindung des Wassers annehmen muss.

Noch keimfähige völlig wasserfreie Samen können demnach nicht existieren.

Vielfache Versuche, kleine Krebschen (*Cypris*), sowie Rotiferen nach wirklichem Eintrocknen an der Luft oder unter einer Glocke über Aetzkalk oder im Exsikkator über Phosphorsäureanhydrid durch Befeuchten wieder zu beleben, waren resultatlos. Gegenteilige ältere Beobachtungen beruhen offenbar darauf, dass die Eier der getrockneten Tiere allerdings später beim Befeuchten vielfach aufkommen.

Wenn man Schlamm eines mit kleinen Krebschen u. dgl. besetzten Aquariums selbst einige Zeit an der Luftpumpe trocknet, wird man bei genauem Zusehen in wenigen Tagen nach dem Befeuchten zwar keine eingetrockneten Krebschen lebendig werden sehen, aber oft zahllose schnell wachsende junge Brut.

Ich habe den Schlamm mehrerer Aquarien im vorigen Herbst in einer offenen Kiste der Sonne, dem Regen und dem Froste ausgesetzt, indem ich die Kiste in einer Dachrinne meines Hauses aufstellte. Als ich Anfangs März dann Proben in Gläser mit ausgekochtem Wasserleitungswasser in meine geheizte Stube stellte, entwickelten sich in 3 Wochen zahlreiche *Cypris*, Daphnien und mikroskopische Rädertiere, speziell *Hydatina senta*, und Infusorien. Jedenfalls sind die betreffenden Eier mehrfach 10^0 kalt gewesen.

Vielfach trifft man die Angabe, dass die Eier niederer Tiere im völlig trockenen Schlamm der Tümpel ein oder mehrere Jahre aushalten. Hierzu ist zu bemerken, dass selbst der durch den Sonnenbrand gerissene Schlamm stets noch mehrere Prozente Wasser enthält. Wirklich trocken wird solcher Schlamm nur bei 150^0 . Abgesehen von Bodenfeuchtigkeit, Thau und Regen kommt in der Natur ein Austrocknen der betreffenden Eier demnach überhaupt nicht vor. Speziell mit den Eiern von *Branchipus* habe ich genaue Versuche gemacht. Schon das Aufbewahren des eierhaltigen Schlammes in einer trockenen Stube während des Winters genügt, alle zu töten. Im Exsikkator sterben dieselben sehr bald ab unter starkem Schrumpfen in Folge der Wasserentziehung. Der folgende Versuch mit einer Anzahl von großen Weinbergschnecken dürfte wohl durch seinen Verlauf befriedigende Aufklärung geben.

Am 10. Juli und 1. August 1890 habe ich eine Anzahl Weinbergschnecken (*Helix pomatia*) in ein Kistchen mit Luftlöchern, bedeckt mit einem Stück schwerer Spiegelseibe, in meine Stube gestellt.

Zuerst erfolgten zahlreiche Fluchtversuche, wohl weil die Tiere Hunger bekamen nach frischem Grün, und gelang es den Tieren mehrfach die 1 cm dicke Spiegelseibe, welche fast 1 Kilo wog, wegzudrücken, so dass ich dieselbe beschweren musste. Noch einige Tage krochen die Tiere umher, dann fand mehrfache Defäkation statt und hiernach hingen sich sämtliche Schnecken an der Glas-

scheibe auf und bildeten zwischen Scheibe und Gehäuse eine wasserhelle ziemlich feste Membran, wodurch sie vor Wasserverlust in denkbar bester Weise geschützt waren. Einige Tiere brach ich ab und band sie mittels Draht, den ich am Gehäuse befestigte, fest am Boden des Kistchens an, die Oeffnung nach oben. In wenigen Tagen bildeten diese Schnecken mehr oder minder durchsichtige Deckel. Nach zwei Monaten befanden sich alle Schnecken sehr wenig mehr eingetrocknet und, wie ich mich an einer überzeuete, ganz lebendig. Dieses Tier kroch auf feuchten Rasen gesetzt alsbald aus dem Gehäuse und suchte Futter. Bis 15. November hatten die Tiere nur sehr wenig Wasser verloren trotz der großen Trockenheit meiner mit Füllöfen geheizten Stube. Das Hygrometer zeigte in der Folge den ganzen Winter nur 25—30% Feuchtigkeit, während es im Sommer oder Herbst ohne Ofen stets 60—90% anzeigt. Mehrfache Wägungen zeigten, dass kaum noch weiteres Eintrocknen stattfand.

2 Schnecken mit Deckelchen legte ich dann in einen Exsikkator über Schwefelsäure. Nach 2 Tagen waren die Deckelehen bei diesen Tieren geplatzt und die Schnecken trockneten sichtlich unter fortwährender Bildung neuer Deckelehen weiter ein und zogen sich immer tiefer in das Gehäuse zurück. Am 15. Dezember bemerkte ich, dass plötzlich eine große Veränderung stattgefunden hatte. Unter dem Deckelehen befand sich eine braune Masse, die aus der Schnecke hervorgequollen und schnell getrocknet war und aus Fäces bestand. Ein Exemplar zersägte ich und erwies sich das Innere als keineswegs ausgetrocknet und lebendig. Ende Januar war bei dem zweiten noch im Exsikkator befindlichen Exemplar die Farbe der Schale merklich brauner geworden und erwies die genauere Untersuchung, dass diese Schnecke ganz horn trocken und nicht mehr belebbar war.

Die noch übrigen in dem Kistchen seit 1. August 1891 aufbewahrten Schnecken, 3 Stück, habe ich am 5. April, wo dieselben gegen Januar kaum verändert erschienen, mit Wasser gut befeuchtet und auf den von der Sonne beschienenen Rasen gesetzt. In 2 Stunden waren alle angekrochen und suchten anscheinend ganz wohl nach Futter.

Nach dem Verlaufe dieses Versuches glaube ich wohl sicher die Möglichkeit einer Anabiose mit Schnecken ausschließen zu können. Meine nach 8 Monaten nicht eingetrockneten Schnecken kann man doch nicht als scheinot betrachten. Sehr merkwürdig ist nur, dass die Schnecke sich durch Bildung von Deckelchen oder selbst ohne solche, nachdem viele zerrissen sind, so gut gegen das Eintrocknen schützen kann. Ihre Leibessubstanz hat aber nur diese Fähigkeit, solange sie lebendig ist, wie aus dem Versuch im Exsikkator deutlich hervorgeht. Auch nachdem keine Deckelchen mehr gebildet werden konnten, trocknete das Tier sehr langsam; erst nachdem der Tod eingetreten war, wurde die Leibessubstanz schnell trocken.

Meine Absicht die Leibessubstanz einer trocknen und einer lebendigen Schnecke hinsichtlich der Schnelligkeit des Eintrocknens zu untersuchen war bis jetzt unausführbar, da ich noch kein Mittel fand eine Schnecke ohne erhebliche Verletzung in einer für den Versuch zulässigen Weise zu töten.

Für einen Teil der Versuche war Herr Geheimrat Binz wiederum so freundlich mir die Mittel seines Institutes zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm an dieser Stelle besonders danken möchte.

Das Ergebnis der in diesem Aufsätze beschriebenen Versuche ist kurz zusammengefasst folgendes:

Nicht die Abkühlung unter 0° tötet die Tiere. In über-schmolzenem Wasser und im Wasser der Polarmeere von -3° ist Leben möglich.

Wenn aber durch die Abkühlung oder besondere Verhältnisse das Wasser in den Geweben krystallisiert, werden im selben Augenblicke die absorbierten Gase in Bläschen abgeschieden und die gelösten Salze krystallisieren aus. Hierdurch wird eine solche Zerstörung bewirkt, dass ein Wiederbeginn der Lebensfunktionen nach dem Aufthauen unmöglich ist.

Durch physikalische und chemische Ursachen kann allerdings der Vorgang des Ausrystallisierens des Wassers im tierischen Körper oder in Eiern lange verhindert werden.

Pflanzensamen und manche Tiere, speziell Schnecken werden unter gewöhnlichen Verhältnissen überhaupt nicht trocken, weil ihre Leibessubstanz das Wasser so festhält, dass es ihr durch nicht künstlich getrocknete Luft nicht entzogen werden kann.

Das Absterben künstlich getrockneter Tiere findet statt, bevor alles Wasser entzogen ist.

Schnecken können vielleicht länger als ein Jahr hungern.

Ueber das Verhalten der Körperflüssigkeiten gegen pathogene Mikroorganismen.

Von **H. Kionka** in Breslau

Mancherlei Mittel stehen dem tierischen Organismus zu Gebote, um sich gegen das Eindringen pathogener Keime zu schützen. Den allgemeinsten Schutz besitzt er in der Epidermis. Ein Eindringen von Mikroorganismen in dieselbe ist, sofern sie unverletzt ist, für gewöhnlich nicht möglich, doch muss man eine Invasion pathogener Keime durch die Haarbälge und Schweißdrüsen in die tieferen Schichten zur Aetiologie einer großen Zahl der sogenannten „Hautkrankheiten“ heranziehen. Anders liegt die Sache, wenn die Epidermis Verletzungen besitzt. Durch diese sind den Mikroorganismen weite Eintrittspforten

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Kochs W.

Artikel/Article: [Ueber die Vorgänge beim Einfrieren und Austrocknen von Tieren und Pflanzensamen 330-339](#)