

Der Scheintod der Pflanze.

Von

Prof. Dr. Hans Molisch.

Vortrag, gehalten den 9. Dezember 1914.

Mit 1 Abbildung im Text.

„Die organische Maschine stirbt also nicht jedesmal, wenn sie vollkommen stille steht, so wenig wie die Uhr jedesmal zerbricht, wenn das Pendel nicht mehr schwingt.“

Preyer.

I. Tritt der Tod momentan ein?

Im Kreise der Laien erscheint vielfach die Meinung verbreitet, es sei in jedem einzelnen Falle leicht, rasch zu entscheiden, ob ein Tier oder eine Pflanze lebt oder tot ist. Auch glaubt man, es sei leicht möglich, den Zeitpunkt genau festzustellen, in welchem der Tod eintritt. Stirbt eine berühmte Persönlichkeit, ein Kaiser oder König, so pflegt man die Zeit des Eintrittes des Todes auf die Minute anzugeben und diese Tatsache erweckt im Laien den Gedanken, daß der Tod momentan eintritt und daß zwischen Leben und Tod eine scharfe Grenze besteht.

Gewöhnlich bezeichnet man einen Menschen dann als tot, wenn die Atmung dauernd stille steht. Ist das der Fall, so konstatiert und bescheinigt der Arzt den eingetretenen Tod. Doch das ist eigentlich nur eine konventionelle Vereinbarung, in Wirklichkeit kann bei dem „toten“ Menschen noch manches leben. Wird ein Mensch enthauptet oder gehenkt, so stellt der Arzt nach durchgeführter Hinrichtung den Tod fest. Allein wird einige Minuten nach der amtlichen Fest-

stellung des Todes der „tote“ Mensch seziert, so zucken die Muskeln beim Durchschneiden zusammen, die Gedärme kriechen in lebhafter peristaltischer Bewegung durcheinander und bei Eröffnung des Herzbeutels beginnt das Herz in Berührung mit dem Sauerstoff der Luft vom neuen mehrere Minuten, ja bis zu einer Viertelstunde zu pulsieren. Kommt es zum Stillstand, so genügt ein Nadelstich, um eine oder mehrere Herzpulsationen auszulösen. 2—4 Stunden nach dem „Tode“ tritt auf Reizung der Nerven Zuckung der zugehörigen Muskeln ein.

Kubialko¹⁾ gelang es sogar, in Herzen von Kinderleichen Pulsationen der Vorhöfe und Herzohren bis 30 Stunden nach dem „Tode“ zu erzielen, indem er sie mit Ringerscher Lösung durchströmte. Das die innere Oberfläche der Luftwege, des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien auskleidende Flimmerepithel zeigt seine rhythmische Schlagbewegung an der Leiche noch Tage lang nach dem Stillstand des Herzens in ausgezeichneter Weise. Die Flimmerepithelbewegung konnte an der Schleimhaut eines operierten Nasenpolypen, wenn die Aufbewahrung bei 4—6^oC. stattfand, 12, 14, ja in einem Falle 18 Tage nach der Operation beobachtet werden (Busse), wie ich einem interessanten Artikel Pütters²⁾ entnehme.

¹⁾ Kubialko, Zentralblatt für Physiologie, Bd. 16 (1902), p. 330.

²⁾ Pütter A., Die Chronologie des Zelltodes bei Warmblütern. Die Naturwissenschaften 1914, p. 628.

Auch die farblosen Blutkörperchen und die Spermatozoiden des Menschen können lange „überleben“. ¹⁾ Analoge Tatsachen bietet auch die Pflanze.

Georginen pflegen schon beim ersten stärkeren Herbstfrost zu erfrieren. Sowie die Sonne die gefrorenen Blätter trifft, tauen sie auf, schwärzen sich und hängen schlaff von den Zweigen herab. Jeder wird das Blatt nach seinem Aussehen als tot bezeichnen. Als ich jedoch vor Jahren solche erfrorene Blätter mikroskopisch untersuchte, ²⁾ fand ich allerdings fast alle Zellen abgestorben, allein die Schließzellen der auf der Unterseite des Blattes in großer Zahl befindlichen Spaltöffnungen erwiesen sich in der Mehrzahl als lebend. Die Schließzellen sind gegen Kälte und andere schädliche Einflüsse viel widerstandsfähiger als die anderen Blattzellen. Wenn wir also ein solches erfrorenes Blatt als tot bezeichnen, so ist dies nur zum Teil richtig, eigentlich können wir nur sagen, ein derartiges Blatt ist als Ganzes nicht mehr lebensfähig und zum größten Teil tot.

Der Tod braucht daher ein Lebewesen nicht durch und durch momentan zu erfassen, er schreitet allmählich vor.

¹⁾ Über den Scheintod der Tiere vergleiche hauptsächlich W. Preyer, Naturwissenschaftliche Tatsachen und Probleme, Berlin 1880, p. 1; Verworn M., Allgemeine Physiologie, Jena 1897, p. 129.

²⁾ Molisch H., Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen, Jena 1897, p. 30.

II. Der Begriff des Scheintodes.

Sowie es Schwierigkeiten bereitet, genau den Zeitpunkt für den Eintritt des Todes bei einem höheren Lebewesen anzugeben, so ist es in vielen Fällen auch nicht leicht, durch bloßes Ansehen und ohne genauere Prüfung zu entscheiden, ob ein Lebewesen, ein Gewebe oder eine Zelle lebt oder tot ist.

Ein lufttrockenes Getreidekorn, das hier am Tische liegt, verrät keinerlei Lebenserscheinungen. Es wächst nicht, es assimiliert nicht, es bewegt sich nicht, kurz es gibt kein Lebenszeichen von sich. Erst wenn es, in feuchte Erde und auch sonst unter günstige Wachstumsbedingungen gebracht, keimt, Wurzel, Stengel und Blätter bildet, dann kann ich sagen: Dieses Getreidekorn war nicht tot, sondern lebend. Im trockenen Zustand aber unterscheidet es sich, soweit es das Auge beurteilen kann, nicht von einem toten.

Ein Lebewesen, gleichgültig ob Pflanze oder Tier, das keine merkbaren Lebenszeichen von sich gibt, aber doch lebensfähig ist, bezeichnet man als scheinot. Das Getreidekorn, dem, obwohl es keine Lebenszeichen aufweist, doch die Fähigkeit zum Leben, zum Keimen innewohnt, ist scheinot. Erst wenn es die Lebensfähigkeit einbüßt, ist es tot.

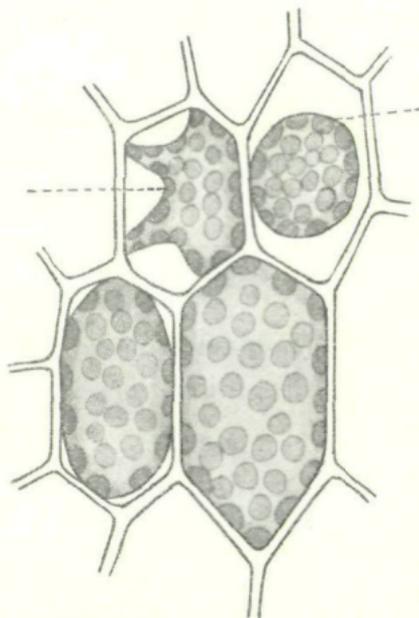
III. Lebensreaktionen.

Für den Physiologen erscheint es in vielen Fällen von großer Wichtigkeit zu wissen, ob eine Zelle lebt oder tot ist. Häufig wird auch die Entscheidung darüber

keine Schwierigkeiten bieten, z. B. wenn man in der betreffenden Zelle Plasmaströmung oder Kernteilung vor sich gehen sieht. Aber so auffallende Lebenserscheinungen lassen sich nur in den seltensten Fällen feststellen und daher hat man von verschiedenen Seiten gewisse Methoden, sogenannte **Lebensreaktionen** empfohlen, die es wenigstens sehr häufig ermöglichen, in zweifelhaften Fällen Lebendes vom Toten zu unterscheiden und von denen 4 hier angeführt werden sollen.

1. Eines der besten Mittel, um sich vom Leben einer Pflanzenzelle zu überzeugen, ist die **Plasmolyse**. Wird eine lebende Zelle, z. B. eine Oberhautzelle des Blattes von *Tradescantia* oder eine Moosblattzelle in eine 10 prozentige Kochsalzlösung gelegt, so wird

der Zelle Wasser entzogen, das Plasma hebt sich, wie dies in der Figur ersichtlich ist, von der Zellhaut ab, schrumpft und ballt sich in der Zelle zusammen. Dieses Abheben des Plasmas von der Wand infolge wasserentziehender Mittel nennt man **Plasmolyse**. Eine Zelle, bei der sich Plasmolyse hervorrufen läßt, wird als lebend



Vier Zellen aus einem Moosblatt (*Mnium*).

Nach Behandlung mit Kochsalzlösung zieht sich das Plasma von der Wand zurück. Es tritt Plasmolyse ein. Vergr. 120.

angesprochen, denn tote Zellen zeigen diese Erscheinung nicht. Obwohl diese Lebensreaktion ganz ausgezeichnete Dienste leistet, läßt sie doch nicht selten im Stiche, weil die Zelle entweder zu klein oder ihr Hohlraum zu schmal oder mit Reservestoffen so vollgepfropft ist, daß eine Schrumpfung gar nicht recht eintreten kann.

2. Auch elektrische Induktionsschläge können zum Nachweis des Lebens herangezogen werden. Das lebende Protoplasma zieht sich auf solche Schläge momentan zusammen oder es wird in seinem Bau zerstört. Diese Methode liefert aber im Vergleich zur Plasmolyse viel weniger gute Resultate, weil sie in vielen Fällen versagt.

3. Loew und Bokorny¹⁾ haben die Silberreaktion als Mittel für unsere Zwecke empfohlen. Sie fanden, daß lebende Zellen in ihrem Innern aus sehr verdünnter schwach alkalischer Silberlösung Silber reduzieren. Werden lebende Zellen von *Spirogyra*, *Zygnema* oder anderen Pflanzen in eine verdünnte alkalische Silberlösung für 6—12 Stunden gebracht, so schwärzt sich das Plasma infolge der eingetretenen Silberreduktion. Getötete Zellen geben diese Reaktion nicht und deshalb erblicken die beiden Forscher darin eine brauchbare Lebensreaktion. Leider gelingt die Reaktion, wie die beiden Genannten selbst schon gefunden haben, nicht mit allen lebenden Zellen, und

¹⁾ Loew O. und Bokorny Th., Die chemische Kraftquelle im lebenden Protoplasma, München 1882.

daher ist die Anwendbarkeit dieser Reaktion auch nur eine beschränkte.

4. Das lebende Plasma hat die Fähigkeit, gewisse Farbstoffe, z. B. den im Pflanzenreich so weit verbreiteten blauen, violetten oder roten Farbstoff vieler Blüten, das Anthokyan nicht durchzulassen, während das tote ihn nicht bloß durchtreten läßt, sondern auch speichert. Man kann sich leicht davon durch folgendes Experiment überzeugen. Ich schneide aus einer lebenden roten Salatrübe zwei gleich große Würfel heraus und lege den einen sofort in ein Glas Wasser; den zweiten aber erst, nachdem er in einem Luftbad bei 60°C getötet wurde. In dem ersten Gefäß, wo die lebende Rübe liegt, tritt der Farbstoff nicht aus, das Wasser bleibt ganz farblos, in dem zweiten aber, wo sich die abgetötete Rübe befindet, kommt der Farbstoff aus dem Gewebe reichlich heraus und färbt das Wasser stark rot.

Auch diese Eigentümlichkeit des Plasmas, im lebenden Zustande für gewisse Stoffe undurchlässig zu sein, kann man als Lebensreaktion benützen.

Wenn man von keiner dieser Methoden einen allgemeinen Gebrauch machen kann, so wird man trachten müssen, sich nicht mit einer Lebensreaktion zu begnügen, sondern möglichst viele heranzuziehen und mit einander zu kombinieren, um zu einer halbwegs sichern Entscheidung zu gelangen.

Die sicherste Probe auf Leben liegt wohl in der Feststellung der Weiterentwicklung. Entwickelt sich

eine Zelle, ein Gewebe oder ein Keim weiter, dann kann an seinem Leben und seiner Lebensfähigkeit nicht gezweifelt werden.

IV. Vorkommen des Scheintodes.

Eines der bekanntesten Beispiele für Scheintod gibt das Bärentierchen *Macrobiotus Hufelandii* ab. Dieses milbenartige, zu den Tardigraden gehörige Tier lebt gewöhnlich in Moosrasen und da diese sich auch häufig auf Schindeldächern vorfinden, so gelangen sie von dort auch in Dachrinnen, können hier zurückbleiben und in den eingetrockneten Resten des Staubes leicht gefunden werden. Diese Bärentierchen sind in der Natur häufig dem Austrocknen ausgesetzt, stellen ihre Bewegungen mehr und mehr ein und schrumpfen schließlich zu einem winzigen Klümpchen, das keine Lebenserscheinungen mehr verrät, zusammen. In diesem Zustande, in diesem Scheintod kann das Tierchen lange Zeit verharren; wenn es aber nach einem Regen wieder Gelegenheit hat, Wasser aufzunehmen, beginnt es sich zu strecken und zu recken und nimmt seine gewöhnliche Lebens-tätigkeit wieder auf.

Ähnlich wie die Bärentierchen verhalten sich auch die zu den Würmern (Nematoden) gehörigen Kleister-älchen, die in kranken Weizenkörnern leben, viele Infusorien, Flagellaten und zahlreiche Rädertierchen.

Einen ganz besonders interessanten Fall von Scheintod stellen gewisse Rädertierchen (*Callidina*) dar, die in

den Blattöhrchen eines auf Baumstämmen häufig vorkommenden Lebermooses *Frullania dilatata* leben. In den wie Kappen aussehenden Blattöhrchen halten sich mit Vorliebe die Rädertierchen *Callidina symbiotica* und *C. Leitgebii* auf, wahrscheinlich weil sie hier günstige Ernährungsbedingungen finden. Trocknet das Moos aus, so verfallen die Tierchen in den Scheintod; so wie die Moosrasen aber vom herabrieselnden Regenwasser befeuchtet werden, erwachen die vorher geschrumpften Rädertierchen zu neuem Leben und lassen gleich darauf ihre Räderorgane lebhaft spielen. Solche Rädertierchen, die Jahre lang mit dem Moos in einem Herbar lagen, können nach Befeuchtung mit einem Tropfen Wasser aus ihrem latenten Leben wieder zu aktivem zurückkehren. Das Pflanzenleben bietet eine reiche Fülle von Scheintodbeispielen,¹⁾ von denen einige der wichtigsten und interessantesten hier besprochen oder erwähnt werden sollen.

Lebermoose. Manche dem Austrocknen in der Natur häufig unterworfenen Lebermoose erhalten sich im trockenen Zustande lange am Leben. Schröder beobachtete, daß *Corsinia marchantioides*, das 7 Monate im Herbar aufbewahrt war, unter normale Verhältnisse gebracht, wieder weiter wuchs.

¹⁾ Schröder G., Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Arbeiten des Tübinger Institutes, II. Bd., 1886, p. 1. Vgl. auch Irmscher E., Über die Resistenz der Laubmoose gegen Austrocknen und Kälte. Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. 1912, Bd. 50, p. 387.

Laubmoose. In weit höherem Grade als bei Lebermoosen erscheint die Austrocknungsfähigkeit bei Laubmoosen ausgebildet. Sie kommt hauptsächlich jenen Laubmoosen zu, die in der Natur auf trockenen Standorten vorkommen und die sich daher dem Wechsel von Benetzung und Austrocknung angepaßt haben. Solche Moose sind außerordentlich lebenszäh. So ertrug eine auf einem Stück Kalktuff gewachsene *Barbula unguiculata* über zwanzig Wochen Lufttrockenheit und durch Schwefelsäure noch verstärkte Trockenheit. Nach dem Anfeuchten erwiesen sich alle Zellen als lebend und die Stämmchen wuchsen weiter.

Im allgemeinen kann man sagen, daß nach Schröder auch die an extreme Austrocknung gewöhnten Arten nach einigen Jahren — die äußerste Grenze sind 5 Jahre — abgesehen von ihren Sporen absterben. Diese aber können noch viel länger im Scheintod verharren. So fand W. Schimper, daß Moosporen, die 50 Jahre im Herbar gelegen hatten, ebenso keimten, als wenn sie von frischen Pflanzen genommen worden wären.

Algen. Während viele Algen das Austrocknen überhaupt nicht vertragen, zeichnen sich andere gerade dadurch aus. Die letzteren findet man besonders in der Familie der Palmellaceen. Der den grünen Anflug an der Nordwestseite vieler Baumstämme bildende *Pleurococcus vulgaris* erwies sich nach 20 Wochen langem, scharfem Trocknen als lebend.

Pilze. Viele Bakterien ertragen das Austrocknen nicht, andere in hohem Grade. Erstaunlich lange können gewisse Erdbakterien in Trockenstarre verharren, um dann wieder zu neuem Leben zu erwachen.

Nestler,¹⁾ der in einwandfreier Weise aus einem sehr alten Moosherbar der den Moosrasen anhaftenden Erde Bakterien entnahm und auf ihre Lebensfähigkeit prüfte, kam zu dem interessanten Ergebnis, „daß einige sporenbildende Bakterien — *Bacillus vulgatus*, *B. mycoides* und *B. subtilis* — eine jahrzehntelange Austrocknung bei gewöhnlicher Temperatur vertragen und sich durch mindestens 92 Jahre lebensfähig erhalten können“.

Die Austrocknungsfähigkeit des Vegetationskörpers höherer Pilze ist gerade nicht häufig, hingegen gibt es viele Sporen, die diese Eignung in hohem Grade besitzen. Brefeld erhielt aus 6 Jahre alten Sporen von dem Schimmelpilz *Aspergillus flavus* nach dem Auskeimen neue Pflänzchen.

V. Liebenberg untersuchte die Sporen von Brandpilzen, die verschieden lange im Herbar trocken aufbewahrt worden waren. „Erhalten war die Keimkraft der Sporen noch bei *Tilletia caries* nach $8\frac{1}{2}$, bei *Ustilago carbo* nach $7\frac{1}{2}$, bei *Ustilago Kolaczki*, *Cramerii* und *destruens* nach $5\frac{1}{2}$, bei *Ustilago Tulasnei* nach $6\frac{1}{2}$ Jahren und scheint es nicht zweifelhaft zu

Nestler A., Zur Kenntnis der Lebensdauer der Bakterien. Ber. d. deutschen bot. Ges. 1910, Bd. 28, p. 7.

sein, daß diese Zeiträume noch verlängert werden können, ohne daß dadurch die Keimkraft dieser Sporen wesentlich beeinträchtigt wird.“¹⁾

Samen. Sowie die Austrocknungsfähigkeit bis zur völligen Lufttrockenheit bei blütenlosen Pflanzen ohne Einbuße der Lebensfähigkeit ganz besonders bei Sporen zu Tage tritt, so findet sich diese Eigenschaft bei den Blütenpflanzen nur mehr in ausgezeichneter Weise ausgebildet bei den Samen. Diese verhalten sich aber darin sehr verschieden.

So keimen nach den Untersuchungen von Hildebrand die Samen von Sauerklee, *Oxalis rubella* und *O. lancifolia* und deren Verwandten gleich nach dem Aufspringen der Frucht und werden durch Austrocknen getötet.

Die Keimungsfähigkeit der Weidensamen bleibt nur wenige Tage erhalten. Aber abgesehen von diesen und einigen anderen Fällen behalten die meisten Samen ihre Keimfähigkeit jahrelang bei.

Genau diesbezügliche Versuche über Getreidefrüchte verdanken wir Burgerstein.²⁾ Darnach keimen die Früchte von Gerste, Weizen und Hafer nach zehnjähriger Aufbewahrung (mit Papier umhüllt in einer Schublade) noch zu etwa 70—90⁰/₀, während beim Roggen die Keimkraft nach 10 Jahren erlischt. Andere

¹⁾ Citiert nach Schröder, l. c., p. 35.

²⁾ Burgerstein A., Beobachtungen über die Keimkraftdauer von ein- bis zehnjährigen Getreidesamen. Verhandlungen d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien, Jahrg. 1895.

Samen bleiben noch viel länger keimungsfähig; es gehören hieher die Samen vieler Schmetterlingsblütler (Papilionaceen), kürbisartiger Pflanzen (Cucurbitaceen), ferner die vom Liebesapfel, Zichorie und Raps.

Die längste Keimfähigkeitsdauer kommt, soweit bekannt, den Samen der bekannten Sinnpflanze *Mimosa pudica* zu. Diese können noch nach sechzigjährigem Scheintod wieder aufleben und keimen.

Allerdings wird in der Literatur heute noch manchmal hervorgehoben, daß aus altägyptischen Mumiengräbern stammender Weizen, dem also ein mehrtausendjähriges Alter zukommt, noch keimfähig sei. Allein solche Angaben entbehren der tatsächlichen Grundlagen und sind durch verschiedene Beobachtungen längst widerlegt.

So teilte Münter¹⁾ am 10. Mai 1847 in der Gesellschaft naturforschender Freunde mit, daß Weizen und sechszeilige Gerste aus ägyptischen Mumien ihre Keimkraft völlig eingebüßt hat.

„Ich brachte aus Theben“ — schreibt Unger²⁾ über Mumienweizen — „in einer wohl verschlossenen Tonflasche eine ziemliche Menge nach Europa. Die am besten und vollsten erscheinenden Körner hatte Herr Direktor Schott die Güte anzubauen, sie keimten

¹⁾ Münter. Berliner Archiv 116, Regensburger Flora 30 (1847), S. 478. Zitiert nach Kochs, siehe weiter unten.

²⁾ Unger F., Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Kulturgeschichte. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 38, Jahrg. 1859, p. 99.

jedoch nicht, ungeachtet aller darauf verwendeten Sorgfalt.“ Und an einer andern Stelle:¹⁾ „Ich schließe hieran noch die Bemerkung, daß ich wie früher schon einmal mit Gerstenkörnern aus Mumiengräbern, nun abermals mit einigen dieser Samen, die mir am besten erhalten schienen, den Versuch machte, sie auf ihre Keimfähigkeit zu untersuchen. Es fand dies sowohl mit Weizen als mit *Phalaris paradoxa* statt. Der Erfolg war derselbe: selbst unter die günstigsten Verhältnisse gebracht, trat statt der Entwicklung nur Fäulnis ein.“

Schließlich sei noch auf die einschlägigen Erfahrungen Wittmacks hingewiesen, über die er bemerkt: „Die Versuche, welche ich mit Mumienweizen anstellte, der in einem Sarkophage aus der griechischen Epoche im alten Memphis gefunden war und den das landwirtschaftliche Museum vom Kommissär der ägyptischen Regierung auf der Pariser Ausstellung 1867 Dr. Figar Bey, also sicher echt, erhalten hatte, mißlangen trotz aller Vorsicht unter den mannigfachsten Modifikationen vollständig. Die ursprünglich schon braunen Samen, von mumienartigem Geruch, zergingen zuletzt wie Lehm im Wasser. Ähnlich verhielt es sich mit den Samen der Mumiengerste.“²⁾

Die vorstehenden Angaben haben das alte, immer wieder vom neuen aufgetischte Märchen von der Keimung altägyptischen Mumienweizens zunichte gemacht.

¹⁾ Derselbe: Ebenda, 54. Bd., I. Abt., Jahrg. 1866, p. 56.

²⁾ Wittmack L., Gras- und Kleesamen, Berlin 1873, S. 15.

Wenn derlei Experimente wirklich glückten, so handelte es sich nicht um echten alten, sondern um unterschobenen frischen Weizen, der den Reisenden gegen gute Bezahlung von Betrügern auch heute noch angeboten wird.

Es ist schon oft bemerkt worden, daß an einem bestimmten Orte mit einer plötzlichen Veränderung der Bodenoberfläche sich auch rasch die Zusammensetzung der Pflanzendecke ändert. Wenn in einem Walde, auf Äckern oder Weiden eine tiefere Umgrabung erfolgt, so erscheinen oft Pflanzen, die sich früher hier nicht oder nicht in so großer Zahl befanden. Woher stammen sie? Man könnte der Meinung sein, daß die Samen durch Wind, Wasser, Tiere oder den Menschen hierher verschleppt wurden oder daß die Samen in der Erde ruhten und nun durch das Umgraben unter günstige Keimungsbedingungen gebracht wurden. Genaue Versuche von Peter¹⁾ haben gelehrt, daß das letztere der Fall ist. Er entnahm mitten im Walde unter besonderen Vor-sichten einer pflanzenlosen quadratischen Stelle von 30 cm Seitenlänge den ganzen Boden bis 8 cm tief, dann eine ebenso tiefe Lage und schließlich noch ein drittes Mal wieder so eine tiefe Schichte und beobachtete im Gewächshause, ob und welche Pflanzen auf den drei Bodenschichten erschienen. Alle untersuchten Waldböden enthielten verborgene lebende Pflanzenkeime, „ruhende“ Samen, die, als der Boden gelockert, befeuchtet und

¹⁾ Peter A., Kulturversuche mit ruhenden Samen. Nachrichten von der kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen 1893, p. 671.

belichtet wurde, sich oft bis Samenbildung weiter entwickelten. Bodenproben aus Wäldern, die seit jeher Wald waren, lieferten nur Waldpflanzen (Erdbeere, Himbeere, Tollkirsche etc.), Proben aus gepflanzten Beständen auf ehemaligem Acker- oder Weideland ergaben, von vereinzelt Waldpflanzen abgesehen, vorwiegend Acker- oder Weidepflanzen (Täschelkraut, Hirtentasche, Ackersenf, Hartheu, Wegerich etc.).

Solche Resultate wurden mit Böden aus gepflanzten Wäldern, deren Ausforstung vor 20—46 Jahren erfolgt war, gewonnen und daraus schließt Peter, daß die noch keimfähigen Samen etwa ebenso lange in der Erde ruhten und sich lebensfähig erhielten.

Über die Ursache dieses langen Scheintodes im Boden spricht sich Peter nicht aus, es erscheint mir aber möglich, daß der Boden einen konservierenden Einfluß auf die Samen ausübt. Der Gegenstand würde eine spezielle Untersuchung verdienen.

V. Die völlige, zeitweise Unterbrechung des Lebens.

Der Scheintod der Samen, Sporen, Bakterien und anderer Einzeller wird in der Regel durch Austrocknen herbeigeführt, aber die Lebenserscheinungen können auch noch durch andere Faktoren, z. B. durch niedrigere Temperatur unterbunden werden. Viele Pflanzen können beinahe gefrieren, ja manche wie unsere hochalpinen Gewächse oder die Nadelhölzer Sibiriens verbleiben im vollständig gefrorenen Zustande monatelang,

ohne daß sie dabei ihr Leben einbüßen. Sobald die Temperatur genügend hoch ansteigt, treten die Lebenserscheinungen wieder auf. Abgesehen davon, daß beim Gefrieren infolge der niederen Temperatur die chemischen Vorgänge auf ein Minimum herabgesetzt werden, ist mit der Eisbildung in der Pflanze auch ein kolossaler Wasserentzug verknüpft, der gleichfalls zu einer Hemmung des aktiven Lebens führt.¹⁾

Es entsteht nun die Frage, ob während des Scheintodes, sei es durch Austrocknen, sei es durch Gefrieren, sei es durch beides die Lebenserscheinungen vollständig unterbrochen sind oder ob eine Spur Leben, eine *vita minima* übrig bleibt.

Kochs²⁾ hat diese Frage aufgeworfen und, um sie zu entscheiden, sich bemüht, trockene, keimfähige Samen an der Atmung völlig zu behindern, indem er sie in luftleeren, mit Phosphorsäureanhydrid versetzten Röhren längere Zeit trocknete und dann in einer zugeschmolzenen Vakuumröhre aufbewahrte, die mit einer Geißlerschen Röhre verbunden war, wie sie zur spektroskopischen Untersuchung der Gase benützt zu werden pflegt. Eine genaue Prüfung ergab nun, daß nach Monaten keine Spur von Kohlensäure gebildet wurde. Und dennoch keimten die Samen, wenn sie unter günstige

1) Molisch H., l. c. p. 73.

2) Kochs W., Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig völlig unterbrochen werden? Biolog. Zbl. 1890, Bd. 10, p. 673.

Bedingungen gebracht worden waren. Daraus schließt Kochs, „daß die so behandelten Samen bis auf etwaige innere Umlagerungen scheinot waren“.

Während er bei entwickelten Tieren und Pflanzen einen wirklichen Scheintod leugnet, gibt er ihn für Sporen und Samen zu.

Von Wichtigkeit für unsere Frage erscheinen besonders die neueren Untersuchungen von Becquerel.¹⁾ Er trocknete, um die Erhaltung der Keimfähigkeit bei Schimmelpilzsporen zu prüfen, die Sporen von *Mucor Mucedo*, *M. racemosus*, *Rhizopus niger*, *Aspergillus glaucus* u. a. zunächst in kleinen, sterilisierten Glasröhren bei Gegenwart von Ätzbaryt 14 Tage lang bei 35° C. Hierauf wurden die Röhren luftleer gemacht und zugeschmolzen. Die Röhren wurden dann vom Februar 1908 bis Mai 1909 aufbewahrt und im Februar 1909 3 Wochen der Temperatur der flüssigen Luft (—180° C) und hierauf 77 Stunden der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs (—235° C) ausgesetzt. Am 9. Mai 1909 wurden dann unter genauen Vorsichtsmaßregeln zur Verhinderung des Anfliegens fremder Keime die Sporen herausgenommen und auf sterile Nährmedien geimpft. Schon nach 16 Stunden keimten alle Sporen der Mucorineen und innerhalb dreier Tage auch die Sporen der genannten anderen Schimmelpilze.

¹⁾ Becquerel P., Experimentaluntersuchungen über das latente Leben der Sporen der Mucorineen und Ascomyceten. Comptes rendus 1910, t. 150, p. 1437—1439. Referiert in der Naturw. Rundschau 1910, p. 434.

Analoge Versuche¹⁾ mit Samen führten zu ähnlichen Ergebnissen.

Becquerel schließt aus seinen Versuchen, daß bei Samen und Sporen das Leben unter den von ihm geschaffenen Bedingungen: Trockenheit, Luftleere und abnorm niedere Temperatur das Leben nicht etwa bloß verlangsamt, sondern völlig unterbrochen ist.

Nach diesen Experimenten wird man wohl zugeben müssen, daß unter künstlichen Bedingungen nahezu sicher bei gewissen Samen und Sporen ein wirklicher, echter Scheintod eintritt, daß also das Leben vollständig unterbrochen und nach längerer Zeit wieder in Gang gesetzt werden kann.

Wenn es einmal gelingen sollte, Samen, Bakterien und Sporen bis auf den absoluten Nullpunkt, d. h. auf -273°C abzukühlen, wo jede Bewegung der Moleküle aufhört und damit auch jede chemische Reaktion unterbrochen wird, so wird, vorausgesetzt, daß auch dann die Sporen und Samen noch keimen, was mir sehr wahrscheinlich ist, die eben gezogene Schlußfolgerung nur noch an Sicherheit gewinnen.

Sowie eine Lokomotive durch eine einfache Hebelbewegung zum vollständigen Stillstand und durch eine entgegengesetzte wieder in Tätigkeit gebracht werden kann; sowie der Strahl eines Springbrunnens durch

¹⁾ Becquerel P., Sur la suspension momentanée de la vie chez certaines graines. Comptes rendus, Paris 1909, t. 148, p. 1052.

das Auf- und Absperren eines Hahnes momentan losgelassen oder abgestellt wird; oder sowie eine Kerze durch Anzünden zur Verbrennung, durch Auslöschten wieder zu chemischer Ruhe gelangt, so kann auch das Lebensrad in gewissen Fällen auf Monate, ja Jahre unterbrochen und dann wieder in Betrieb gesetzt werden.

Vom aktiven Leben, von höchster Lebensfülle bis zum wirklichen Scheintod gibt es tausende Übergänge. Der sprossende, blühende und fruchtende Baum erscheint uns in vollem Leben, allein wenn er im Herbst seine Blätter abgeworfen und den Winter blattlos überdauert, macht er den Eindruck des Starren, Scheintoten, und trotzdem ist der das Leben bildende Stoffwechsel nicht unterbrochen, sondern nur äußerst verlangsamt. Erst durch künstliche Eingriffe, wie wir sie eben geschildert haben, kann der Stoffwechsel bei Samen, Sporen und anderen Zellen vollständig unterbunden und das Leben, wie die Bewegung einer Maschine durch einen Hebelangriff, vollends aufgehalten werden.

In der Natur aber finden in der Bakterienzelle, in der Spore und im Samen, die uns scheintot erscheinen, doch kleine chemische Veränderungen statt, die bei hinreichender Dauer sich summieren und zu nicht mehr gutzumachenden Störungen und schließlich vom bloßen Scheintod zum wirklichen Tode führen.

Welcher Art diese Änderungen sind, ist vorläufig unbekannt. Man wird wohl kaum mit der Annahme fehlgehen, daß es sich hier um chemische Vorgänge

handelt und daß die Eiweißkörper und Fermente, die im Lebewesen eine so vorherrschende Rolle spielen, mit dem Alter der Zelle chemisch-physikalische Änderungen erleiden, die es ihnen unmöglich machen, auch weiterhin das Leben zu unterhalten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Molisch Hans

Artikel/Article: [Der Scheintod der Pflanze. 49-71](#)