

Sitzung vom 24. November 1893.

Vorsitzender: Herr SCHWENDENER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Golenkin, Privatdocent an der Universität Moskau, z. Z. in München
(durch GOEBEL und GIESENHAGEN).

M. von Raciborski aus Krakau, z. Z. in München (durch GOEBEL und
und GIESENHAGEN).

Mittheilungen.

61. Friedrich Reinitzer: Ueber Ermüdungsstoffe der Pflanzen.

Eingegangen am 19. November 1893.

In der botanischen Abtheilung der heurigen Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Nürnberg habe ich eine kurze Mittheilung über obigen Gegenstand gemacht, die ich hier in etwas erweiterter Form wiedergeben will.

Es ist eine bekannte und schon öfter hervorgehobene Thatsache, dass viele Pilze durch ihren Stoffwechsel Körper erzeugen, welche ihre Lebensthätigkeit in ungünstigem Sinne beeinflussen. Am nahelegendsten ist es, zunächst auf die Hefe hinzuweisen, welche durch

den von ihr erzeugten Aethylalkohol in ihrer Gährthätigkeit und in ihrem Wachsthum gehemmt wird, so dass diese schliesslich stille stehen, wenn die Menge des erzeugten Alkohols eine gewisse Grenze erreicht hat. Wenn der Gehalt der Nährstofflösung an Alkohol in 100 G. T. auf 12 gestiegen ist, so wird das Wachsthum eingestellt; wenn er 14 G. T. erreicht hat, hört auch die Gährung auf (ZOPF, Pilze, S. 491)¹⁾. Es wirkt also hier ein von der Zelle selbst erzeugter Körper auf sie giftig. Kleinere Mengen wirken schwächer, grössere stärker, und erstere bewirken daher nur eine Ermattung oder Ermüdung, welche sich aber mit zunehmender Menge des wirksamen Körpers soweit steigern kann, dass gewisse Theile der Lebensthätigkeit vollständig unterbrochen werden. Gerade so wie die Hefe verhalten sich auch viele Spaltpilze, welche Gährungserscheinungen, im weitesten Sinne des Wortes, hervorrufen. Viele von ihnen vermögen Fettsäuren, von der Essigsäure bis zur Capronsäure, sowie Milchsäure zu erzeugen, und gerade die Spaltpilze sind ziemlich empfindlich gegen Säuren, weshalb man bekanntlich bei Culturen solcher Arten Kreide zuzusetzen pflegt, um die entstehenden Säuren zu binden. Auch der von manchen Arten entwickelte Schwefelwasserstoff wirkt bei stärkerer Anhäufung schädigend auf ihre Erzeuger ein (LOEW, Natürliches System der Giftwirkungen, S. 56). Die fäulniserregenden Formen erzeugen gewöhnlich durch ihren Stoffwechsel verschiedene Verbindungen der aromatischen Reihe, wie Phenol, Kresol, Phenyllessigsäure, Phenylpropionsäure, Hydroparacumarsäure, Indol, Skatol, Skatolessigsäure. Alle diese Körper sind als mehr oder weniger fäulnisshemmend bekannt, d. h. sie vermögen die Entwicklung der sie erzeugenden Spaltpilze je nach ihrer Menge zu verlangsamen oder zu verhindern. (Siehe ZOPF, Spaltpilze, 3. Aufl., S. 34). Ob die von vielen Fäulniserregern erzeugten giftigen Leichenalkaloide in demselben Verhältniss zu den sie abscheidenden Spaltpilzen stehen, ist zwar noch nicht genauer untersucht, aber ziemlich wahrscheinlich. In allen diesen Fällen hat man es zweifellos mit Auswurfstoffen der Zellen zu thun, denn sie häufen sich in Folge der Lebensthätigkeit dieser an und werden weder weiter verarbeitet, noch verathmet. Für die höheren Pilze und die übrigen Pflanzen sind ähnliche Beobachtungen noch nicht gemacht worden, es liegt aber nahe zu vermuthen, dass sich auch bei ihnen die Lebensvorgänge in ähnlicher Weise abspielen, d. h. dass auch in ihrem Stoffwechsel häufig giftige Auswurfstoffe entstehen, welche die Lebensthätigkeit der sie erzeugenden Zelle ungünstig beeinflussen. Unter den Stoffen, welche man aus den Pflanzen dargestellt hat, finden sich nicht wenige, welche eine mehr oder weniger starke, giftige

1) Nach den Bestimmungen P. REGNARD's tritt letzterer Punkt erst bei einem Gehalte von 15 pCt. ein (C. r. de la Soc. Biol. 1889, S. 124).

Wirkung auf lebende Protoplasten äussern, und es fragt sich nur, ob die betreffenden Körper auch den sie erzeugenden Zellen gegenüber giftig wirken. O. LOEW hat gezeigt, dass die Gifte eingetheilt werden können in allgemeine und specielle (PFLÜGER's Arch. **35**, 525 und **40**, 438, vergl. auch: Natürl. System der Giftwirkungen, S. 9), d. h. solche, welche bei mässiger Concentration auf alles Lebende tödtlich wirken, und solche, welche gewissen Arten von Protoplasten nicht schaden. Jene Pflanzenstoffe, welche zu den allgemeinen Giften gezählt werden müssen, sind selbstverständlich auch für das Plasma der sie erzeugenden Zellen giftig, und ihr Vorkommen bildet daher den Beweis, dass die Zellen der höheren Pflanzen sich in diesem Punkte ganz ähnlich verhalten können wie die Spalt- und Sprosspilze. In der That giebt es allgemeine Gifte, welche von Pflanzen erzeugt werden. Sie finden sich unter jenen Gruppen, die LOEW, als katalytische Gifte, als durch Salzbildung wirkende Gifte und als substituierende Gifte unterscheidet. Von den katalytischen Giften sind die zahlreichen leicht flüchtigen Ester, z. B. Buttersäureäthyl-, Hexyl- oder Octylester, Zimmtsäure- und Benzoësäurebenzylester und viele andere, dann die zahlreichen Terpene und die Kampferarten zu nennen. Jene Gifte, welche durch Salzbildung wirken, sind in den Pflanzen durch freie organische Säuren, wie Aepfelsäure, Weinsäure, Citronensäure vertreten, und unter den substituierenden Giften finden sich in der Pflanze namentlich Phenole, z. B. Eugenol, Thymol, Carvacrol, Breuzkatechin, Phloroglucin; dann Aldehyde, wie Cuminol, Zimmtaldehyd, Vanillin, Salicylaldehyd, und endlich Ketone, wie Methylnonylketon (Rautenöl). Von diesen Stoffen kann also mit Sicherheit angenommen werden, dass sie eine hemmende Wirkung auf die sie abscheidenden Zellen auszuüben vermöchten, wenn sie sich in ihnen ansammeln würden. Von den besonderen Giften LOEW's sind es namentlich zwei, welche im Pflanzenreiche eine weite Verbreitung haben, nämlich die Kohlensäure und die Oxalsäure. Sie wirken namentlich auf die grünen Pflanzen schädlich, während sie den Pilzen meist unschädlich sind. (Näheres bei LOEW, System der Giftwirkungen, S. 105 und 123). Unter gewöhnlichen Umständen kann die Kohlensäure auf die Pflanzen keine schädliche Wirkung äussern, da sie in Folge ihres Gaszustandes beständig entweicht. Dennoch muss sie wegen ihrer Wirkungen bei grösserer Anhäufung zu den hier besprochenen Stoffen gerechnet werden. Auch die Oxalsäure richtet bei naturgemässen Ernährungsbedingungen in der Pflanze keinen Schaden an, da sie gewöhnlich in das unlösliche Kalksalz überführt wird. Von den übrigen Giften, welche LOEW als specielle oder besondere unterscheidet, erregen namentlich die Pflanzenbasen oder Alkaloïde die Aufmerksamkeit. Sie sind wohl in vielen Fällen Auswurfstoffe, was namentlich dort kaum bezweifelt werden dürfte, wo sie sich in den äusseren Geweben, z. B. der Stamm- und

Wurzelrinde von Bäumen ablagern (siehe TSCHIRCH, *Angew. Pflanzen-anatomie*, S. 131 und 132). Ihre Wirkung auf lebendes Plasma ist sehr verschieden, bald erregend, bald erschlaffend; und ebenso verhalten sich verschiedene Protoplasten gegen dasselbe Alkaloïd sehr wechselnd. Manche Pflanzenbasen wirken nur auf sehr wenige, andere auf zahlreiche Lebewesen giftig. Aus diesen Gründen lässt sich von vornherein nicht entscheiden, ob ein Alkaloïd jener Pflanze, welche es erzeugt, schädlich ist, und erst der Versuch kann darüber Klarheit bringen. Doch muss die Möglichkeit und für viele Fälle auch die Wahrscheinlichkeit eines derartigen Verhältnisses zugestanden werden. Die gleiche Betrachtung kann auch über die von manchen höheren und niederen Pflanzen erzeugten giftigen Proteïnstoffe angestellt werden, nämlich über das Abrin, Ricin, Robin, Phallin und die von manchen Spaltpilzen erzeugten Toxalbumine. Bemerkenswerth ist hier die bekannte Thatsache, dass manche Toxalbumine auch für die sie erzeugenden Spaltpilze giftig sind (siehe LOEW, *Syst. d. Giftw.*, S. 70). Auch bei einer Reihe anderer, stickstofffreier Pflanzengifte, kann die in Rede stehende Frage erst durch den jeweiligen Versuch entschieden werden, da auch sie nicht zu den allgemeinen Giften gehören. Dies gilt z. B. für das Anemonin, Cyclamin, Digitalin, Helleborin, Saponin, Quassiin und andere ähnliche Körper.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass sich unter den Auswurfstoffen der Pflanzen solche finden, welche auf die Lebensthätigkeit des Plasmas der sie erzeugenden Zellen einen hemmenden oder ermüdenden Einfluss äussern, der sich selbst bis zur Einstellung gewisser Theile der Lebensthätigkeit steigern kann. Es hat den Anschein, dass diese Art von Stoffen im Pflanzenreiche weit verbreitet sind und im Stoffwechsel der Pflanzen eine nicht unwesentliche Rolle spielen, so dass ihre aufmerksamere Beachtung dem Verständniss des Stoffwechsels in vielen Fällen zu Gute kommen dürfte. Aus diesem Grunde und in Anlehnung an die Gepflogenheit, nach welcher man verschiedenen Pflanzenstoffen, mit Rücksicht auf ihre physiologische Bedeutung, Gruppennamen wie: Baustoffe, Vorrathsstoffe, Secrete und dergl. beizulegen pflegt, dürfte es sich auch im vorliegenden Falle empfehlen, diese Körper mit einem zusammenfassenden Namen zu benennen, wozu ich das Wort Ermüdungsstoffe vorschlage, und zwar deswegen, weil es der Thatsache entspricht, dass die Anhäufung dieser Stoffe eine Ermüdung oder Ermattung in der Lebensthätigkeit des Plasmas zur Folge hat.

Das noch immer sehr verbreitete Streben, alle Einrichtungen der Lebewesen vom Zweckmässigkeitsstandpunkte zu betrachten und nur nach ihrem Nutzen und Vortheil für sie zu suchen, hat zu der Erkenntniss geführt, dass manche Ausscheidungen der Pflanzen diesen durch ihre Beziehungen zu ihren äusseren Lebensverhältnissen von

Nutzen sein können. Es sei nur daran erinnert, dass scharfe, spitze Krystalle oder widerwärtig schmeckende Körper vor Schneckenfrass schützen können, dass Harze und Balsame den Verschluss und die Heilung von Wunden zu fördern vermögen, Duftstoffe den Blütenbesuch begünstigen können u. dgl. m. Unter den Körpern nun, welche soeben als Ermüdungsstoffe aufgezählt wurden, finden sich auch solche, deren Nutzen für die äusseren Lebensverhältnisse in dem eben erwähnten Sinne feststeht, und es könnte als ein Widerspruch erscheinen, diese Körper als schädlich für die Lebensthätigkeit des Plasmas hinzustellen. Beim Festhalten der Zweckmässigkeit muss schon die Ausscheidung kohlenstoffreicher, für die Pflanze nutzloser und gleichgiltiger Stoffe widersinnig erscheinen, wie erst die Bildung geradezu schädlicher!¹⁾ Dieser scheinbare Widerspruch löst sich leicht, wenn man die vorgefasste Meinung von der zweckmässigen Einrichtung fallen lässt. Bei allen Auswurfstoffen hat man es offenbar mit nothwendigen Nebenerzeugnissen des Stoffwechsels zu thun, d. h. mit Körpern, welche bei einem bestimmten Verlauf der chemischen Umsetzungen mit zwingender Nothwendigkeit entstehen müssen, ohne für den Stoffwechsel selbst weiter einen Werth zu haben. Im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung können sie für äussere Lebensverhältnisse der Pflanzen einen Werth erlangen, es kann dies aber auch ebenso gut unterbleiben. Ich glaube hier unzweifelhaft nachgewiesen zu haben, dass jene Auswurfstoffe, welche ich als Ermüdungsstoffe bezeichnet habe, für die Lebensthätigkeit des Plasmas geradezu schädlich sind, und daraus ergibt sich, dass nicht alle Einrichtungen der Pflanze für einen bestimmten Zweck vorhanden sind, sondern sich mitunter auch als nothwendige Folge anderer einstellen. In dem Falle, wo irgend ein Ermüdungsstoff der Pflanze im Kampfe um's Dasein von Nutzen ist, hat sich also dieses Nützlichkeitsverhältniss erst im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung herausgebildet und zwar unbeschadet der schädlichen Einwirkung auf das Plasma. Ja, der Nutzen dieses Ermüdungsstoffes kann sogar geradezu auf seinen giftigen Eigenschaften beruhen, da er dadurch geeignet wird, Angriffe anderer Lebewesen abzuwehren. Man hat die chemischen Vorgänge in der Pflanze schon öfter mit denen in einer chemischen Fabrik verglichen. Das Bild kann auch im vorliegenden Falle zur näheren Erläuterung dienen. Es kann in einer solchen Fabrik Abfallstoffe geben, deren Erzeugung nicht beabsichtigt wird, auch der Fabrik keinen Vortheil bringt, ja sogar sehr lästig und schädlich für sie sein kann, die aber doch infolge des angewendeten Verfahrens entstehen müssen. Im Kampfe um's

1) Dass eine solche Betrachtungsweise noch nicht zu den überwundenen gehört, beweist z. B. die allgemeine Erörterung im § 57 S. 595 des I. Bd. von FRANK'S Lehrbuch der Botanik (1892).

Dasein sind jedoch jene Fabriken, die diese Abfälle noch nützlich und gewinnbringend zu verwerthen verstehen, den anderen, die das nicht können, überlegen und verbleiben schliesslich allein auf dem Schauplatze. Ebenso ist es bei den Pflanzen. Den Kampf um's Dasein werden als die „Passendsten“ jene am besten bestehen, in denen die schädliche Wirkung der Ermüdungsstoffe durch die Art ihrer Ablagerung nicht nur aufgehoben wird, sondern in denen sie vermöge ihrer besonderen Art und des Ortes ihrer Aufbewahrung der Pflanze auch noch einen Schutz gegen äussere Angriffe, oder sonst einen Nutzen in ihren äusseren Lebensverhältnissen bieten. Wenn somit für unzweifelhafte oder muthmassliche Ermüdungsstoffe ein derartiger Nutzen für die Pflanze aufgefunden worden ist, wie ja das thatsächlich der Fall ist, so steht dies mit der hier entwickelten Auffassung durchaus nicht in Widerspruch.

Die höheren Pflanzen scheiden nicht, sowie die Hefe und die Spaltpilze, die Ermüdungsstoffe unmittelbar in ihre Umgebung aus, sondern sie lagern sie an solchen Orten ihrer Gewebe ab, wo sie keinen Schaden mehr anrichten können, manchmal sogar, wie eben erwähnt, noch Nutzen gewähren. Die Zellen, Schläuche und Gänge, welche diese Stoffe enthalten, sind daher gegen das noch lebende Gewebe mittelst undurchlässiger Wände abgeschlossen, oder sie liegen überhaupt in einem bereits abgestorbenen Gewebe. Viele Pflanzen enthalten eigene Drüsenzellen, welche solche Stoffe in derartige Hohlräume absondern. In diesem Falle ist die Entfernung der schädlichen Auswurfstoffe diesen besonderen Zellen übertragen, welche daher eine lebhaftere Thätigkeit und einen sehr regen Stoffwechsel unterhalten müssen, da sie für alle Zellen ihrer näheren Umgebung die Absonderung zu besorgen haben. Es ist daher begreiflich, dass diesen Zellen zur Unterhaltung ihrer Abscheidungsthätigkeit Nahrungsstoffe zufließen müssen und man in ihrer Nähe oder in ihnen selbst Stärke findet. Die von manchen Seiten ausgesprochene Ansicht, dass diese Stärke auf kurzem Wege sich unmittelbar in den betreffenden Auswurfstoff verwandle, ist gewiss sehr unwahrscheinlich. Auch hier giebt der Vergleich mit den niederen Pilzen einen Anhaltspunkt. Bei ihnen erscheint es von vornherein klar, dass die von ihnen aufgenommene Nahrung nicht dazu dient, um unmittelbar in Auswurfstoffe verwandelt zu werden, sondern zur Unterhaltung der Lebensthätigkeit, und dass die Auswurfstoffe nur den nothwendigerweise sich ergebenden Abfall dieser darstellen.

Da bei den Pilzen die Ermüdungsstoffe nach aussen abgeschieden werden, so kann es leicht geschehen, dass schmarotzende Pilze ihren Wirth auch durch sie zu schädigen vermögen, denn es ist der Fall sehr leicht denkbar, dass diese Ausscheidungen nicht nur für das Plasma des Schmarotzers, sondern auch für das des Wirthes Ermüdungsstoffe sind. Und in der That haben sich ja auch vielfach die Ausscheidungen

jener Spaltpilze, welche im thierischen Körper Krankheiten erzeugen, als sehr giftig erwiesen. Ebenso kommen auch bei den durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten Erscheinungen vor, welche auf die Ausscheidung von Ermüdungsstoffen seitens des Schmarotzers hindeuten, was in allen den Fällen sehr wahrscheinlich ist, wo das Eindringen des Pilzes eine baldige Abtödtung des Plasmas zur Folge hat.

Bei der Bedeutung, welche die Ermüdungsstoffe im Leben der Pflanze spielen, muss es sehr wünschenswerth erscheinen, für ihre Erkennung sichere Merkmale zu haben. Diese Merkmale ergeben sich aus der Wirkung dieser Körper auf das lebende Plasma, welche im Allgemeinen eine ermüdende ist, sich aber im Besonderen auf sehr verschiedene Weise äussern muss. So kann sie z. B. eine Verlangsamung oder Einstellung des Wachstums oder der Plasmabewegung, des Stoffwechsels, der Athmung u. s. w. herbeiführen. Unter diesen Wirkungen ist zweifellos jene auf die Athmung für die Erkennung und Beobachtung am geeignetsten, denn die Athmung ist mit dem Leben auf's Engste verknüpft und findet noch bei den schwächsten Regungen desselben statt, und andererseits bildet ihre Grösse einen Massstab für die Grösse des Stoff- und Kraftwechsels des Plasmas. Durch die Untersuchungen von BOEHM (Bot. Centr., Bd. 50, S. 200) ist gezeigt worden, wie empfindlich die Athmung gegen jeden Eingriff in die Lebensthätigkeit des Plasmas ist, und es kann daher mit Sicherheit erwartet werden, dass jede auch geringe Ermüdung ein Sinken der Athmung zur Folge haben wird. Zudem kann die Athmung leicht mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt werden und ist somit der Beobachtung leichter zugänglich als andere Wirkungen der Ermüdung. Wenn es sich also darum handelt, festzustellen, ob ein Körper an einem bestimmten Protoplasten ermüdende Wirkungen hervorzurufen vermag, so wird man durch einige Zeit die Grösse seiner Athmung bestimmen und dann untersuchen, ob dieselbe beim Hinzufügen des zu prüfenden Körpers kleiner wird. Ich beabsichtige eine Anzahl von Stoffen auf diesem Wege bezüglich ihrer ermüdenden Wirkung auf das Plasma näher zu untersuchen.

Prag, deutsche technische Hochschule.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Reinitzer Friedrich Richard Kornelius

Artikel/Article: [Ueber Ermüdungsstoffe der Pflanzen 531-537](#)