

sche Bausteine eingefügt, wodurch aber das Verkehrswesen bedroht wird. Die Natur, der eben beide Funktionen, die der Stoffleitung und der Festigung notwendig zu sein scheinen, verhilft auch beiden zu ihrem guten Recht: der Leitungs-Funktion durch fensterartige Erweiterung der zahlreichen Tüpfel, der Festigungs-Funktion durch polsterförmige Verdickung der zwischen den Tüpfeln gelegenen Zell-Membranen, die nun der Einlagerung von Kristallen hinreichend Raum gewähren. Das sind Dinge, die uns wiederum erst bei einer Beurteilung des Calcium-Oxalates im Sinne einer mechanischen Bedeutung verständlich werden.

Man wird bei meiner Untersuchung, die doch eine physiologische Frage behandelt, das Experiment vermissen. Dazu muss ich gestehen: den strengen, unanfechtbaren Beweis meiner Annahme durch das physikalische Experiment zu erbringen, finde ich keine Möglichkeit. Eine solche wäre z.B. gegeben, falls es anginge, ein entkalktes und ein unbehandeltes Rindenstück im Parallelversuch der Probe auf Druck- und Biegungsfestigkeit zu unterwerfen. Dieser Weg ist aber nicht gangbar, da die kalklösenden Reagentien unvermeidlich auch die Gewebe störend beeinflussen und das Versuchsergebnis trüben. Dennoch glaube ich, mit dem Hinweis auf das Gesagte, also auf die verschiedenen anatomischen Momente, auf die topographischen Verhältnisse der Calciumoxalat-Ausscheidungen und auf die beigebrachten physiologischen Gründe einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen zu dürfen für die Annahme, dass sich die Calciumoxalat-reichen Radialmembranen mit den konzentrisch angeordneten Bastfaer-Mänteln zu einem einheitlichen mechanischen System der Cupressineen-Rinde ergänzen.

Untersuchungen über den Einfluss einiger Aussenfaktoren auf den Stärkeabbau in Laubblättern. Von LEONIE SCHMETZ (Bonn).

EINLEITUNG.

In den letzten Jahren ist das Verhalten der Stärke in den Schließzellen der Spaltöffnungen eingehend untersucht worden (ILJIN, 6., WEBER, 26., STEINBERGER, 24.). Es gelang nachzuweisen, dass Stärkeschwund und Stärkebildung in den Schließzellen dem Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen parallel gehen, sodass alle die Außenfaktoren, die Öffnung oder Verschluss der Stomata hervorrufen, auch Stärkeschwund oder Stärkebildung in den Schließzellen bedingen. Nach dieser wichtigen Entdeckung verdient die Frage besondere Beachtung, ob nicht die Schließzellen-Stärke entsprechend ihrer eigenartigen Funktion *allgemein* ganz anders auf äußere Einflüsse reagiert als die Stärke in den übrigen Pflanzenzellen. Auf diese Frage lässt sich noch keine klare Antwort geben. Abgesehen von zahlreichen vereinzelten und in der Literatur verstreuten Beobachtungen, auf die ich später hinweisen werde, fehlen nämlich bis jetzt noch Untersuchungen, die sich mit dem Stärke-Abbau in solchen Zellen, etwa des Mesophylls der Blätter, unter dem Einfluss verschiedener Außenbedingungen systematisch beschäftigen. Nur soviel kann man aus den vorliegenden Beobachtungen für gewisse Außenfaktoren bereits ersehen, dass tatsächlich solche Unterschiede vorhanden sind. Darauf hat z.B. WEBER (26 a) neuerdings hingewiesen. ILJIN hat dagegen die Unterschiede gar nicht berührt, obwohl er (6 g. p. 112) zum Vergleich mit seinen Versuchen an Spaltöffnungen solche an Parenchymzellen heranzieht, von denen er zu meinen scheint, dass sie sich gleich jenen verhalten.

Aufgabe dieser Arbeit ist es deshalb, zur Ausfüllung der bestehenden Lücken beizutragen, also den Einfluss verschiedener Außenfaktoren auf den Abbau der Mesophyll-Stärke zu ermitteln, hiermit eine Entscheidung darüber anzubahnen, ob all-

gemein ein wesentlicher oder aber nur ein gradweiser Unterschied im Verhalten der Assimilations-Stärke und der Spaltöffnungs-Stärke besteht, und dadurch das Verhalten der Schließzellen hinsichtlich des Stärke-Abbaus und -Aufbaus in seinen Eigenheiten noch schärfer zu kennzeichnen.

Als Versuchsmaterial diente eine grosse Zahl von Freiland- und Gewächshauspflanzen. Besonders wurden *Tropaeolum majus*, *Impatiens parviflora*, *Syringa persica*, *Salvia calycina* und *Sedum spectabile*, also Pflanzen ganz verschiedener Lebensweise u. entsprechend von einander abweichenden Baus, verwendet. Im Lauf der Untersuchungen stellte sich nämlich heraus, dass ökologische Pflanzengruppen, wie z.B. Schattenpflanzen und Kerophyten, sich in ihrem Stärke-Abbau verschieden verhalten.

Bei der Auswahl des Materials war darauf zu achten, dass die Blätter viel Stärke enthielten und dass sie diese möglichst gleichmässig abbauten. Bei lang andauerndem Regen fand sich immer reichlich Stärke, bei mittelfeuchtem Wetter abends, bei beständiger Trockenheit in den Morgenstunden, Blätter von Freiland- und Gewächshauspflanzen derselben Art unterschieden sich in der Geschwindigkeit des Stärke-Abbaues, so zeigten *Phaseolus multiflorus* und *Tropaeolum majus* bei Kultur in Töpfen und Kästen stets langsameren Stärkeschwund als im Freien. Auch Pflanzen derselben Art, aber verschiedener Rassen, z.B. von *Pelargonium zonale*, bauten die Stärke nicht gleich schnell ab. Das taten nicht einmal alle Blätter einer und derselben Pflanze: jüngere zeigten grössere Geschwindigkeit des Abbaus als Ältere. Das entspricht Angaben von SJÖEBERG (22), wonach die Diastase-Menge in jüngeren Blättern grösser ist als in älteren.

Zum Stärke-Nachweis diente die SACHSsche Jodprobe, die ich nach Bedarf abänderte. Die Blätter wurden also in siedendem Wasser abgetötet, in Alkohol entfärbt und hierauf je nach ihrer Art mit Jodkali-, alkoholischer oder ätherischer Jodlösung durchschnittlich 10 Minuten lang behandelt. Blätter mit besonders stark entwickelter Kutikula erforderten längere Einwirkung des Jods. Moosblättchen brachte ich, damit auch geringe Stärkespuren bei mikroskopischer Betrachtung deutlich würden, in Chloralhydrat-Jod.

Vor Versuchsbeginn entnahm ich ein Vergleichsstück von jedem Blatt und untersuchte es auf den Stärkegehalt, da sich die Versuchsdauer nach der vorhandenen Stärkemenge richten musste. Hierauf wurden die Reste der Blätter ganz oder zerteilt für die Versuche verwendet und unter Licht-Ausschluss gruppenweise verschieden behandelt. Nach Beendigung der Versuche wurden die zusammengehörigen Stücke eines Blattes auf einer Glasplatte aneinandergefügt und die bei der Jodprobe erzielten Farbtöne der einzelnen Blätter oder Blattstücke untereinander und mit den Blättern der am Standort verdunkelten Pflanzen verglichen. An abgeschnittenen oder zerschnittenen Blättern zeigte sich übrigens langsamerer Stärke-Abbau als an den Blättern der intakten Pflanze. Bei *Pelargonium zonale* und *Tropaeolum majus* fand ich sogar eine ausgesprochene Abhängigkeit von der Stielänge bei nicht zerteilten abgeschnittenen Blättern: je grösser das am Blatt verbliebene Stielstück war, desto schneller wurde die Stärke abgebaut. Diesem Befund entsprechen Angaben von CZAPEK (2) über *Vitis* und *Begonia*. Die TROMMERSche Probe ergab in den kürzeren Stielstücken stärkere Zucker-Anhäufung. Gleicher berichtet DELEANO (4) für *Vitis vinifera*.

Meine Versuche beschäftigten sich lediglich mit dem Stärke-Abbau, also dem Verschwinden der Jod-Reaktion, im Mesophyll, ohne Rücksicht auf die Endprodukte u. ihre Ableitung oder Veratmung. SCHIMPER (20), DELEANO (4) und MOLISCH (13) wiesen schon darauf hin, dass der Stärke-Abbau nicht mit der Ableitung der Spalt-Produkte gleichgesetzt werden darf.

Meine Untersuchungen gingen von der Nachprüfung der Beobachtung MOLISCHs (13) aus, dass der Stärke-Abbau im Mesophyll in trockener Luft, also bei "starker" Transpiration schneller erfolgt als bei "verhinderter". Diese Angaben konnte ich bestätigen. Dagegen fand ich abweichend von MOLISCH rascheren Stärke-Schwund an

Blättern, die im feuchten Raum hingen, als an solchen, die auf Wasserschwammen. Die Annahme drängte sich auf, dass vielleicht verminderter Sauerstoff-Zufuhr der Grund zu dem verlangsamen Stärke-Abbau sei. Diese Annahme auf ihre Richtigkeit zu prüfen war für meine ferneren Versuche wichtig. Daher habe ich an erster Stelle den Einfluss der Sauerstoff-Verminderung auf den Stärke-Abbau untersucht.

I. EINFLUSS DES SAUERSTOFFMANGELS AUF DEN STÄRKEABBAU.

STAHL, (22), WORTMANN (27), DELEANO (4) und NEGER (15) haben ja die Ansicht ausgesprochen, dass der Sauerstoff für den Stärkeabbau notwendig ist. STAHL bestrich die Unterseite von Blättern stellenweise mit einem Gemisch aus Kakaobutter und Wachs und fand bei Pflanzen mit "nicht zusammenhängendem" Interzellulärsystem an den bestrichenen Stellen verminderter Stärkeabbau. DELEANO stellte fest, dass die Blätter von *Vitis vinifera*, die er auf der spaltöffnungsreicherer Unterseite schwimmen liess, die Stärke langsamer abbauten, als auf der Oberseite schwimmende. BOERM (1a) gibt an, dass Blätter im Wasserstoffstrom nicht entstärkt werden. Daselbe beobachtete WORTMANN im Kohlensäurestrom an *Fagus silvatica* und *Pelargonium zonale*. NEGER fand, dass im Wasserstoff- und Kohlensäurestrom kein Stärkeabbau an *Pelargonium* - Blättern stattfand. Ob aber der Abbau erst durch grösseren oder schon geringeren Sauerstoffmangel gehemmt wird, wurde bisher noch nicht untersucht.

Mittels der STAHL'schen Methode untersuchte ich *Pelargonium zonale*, *Tropaeolum majus*, *Prunus Padus*, *Lonicera tatarica* und *Syringa persica*. Mit einem Glasstab oder Pinsel wurde eine Schicht von Gelatine, Wachs, Vaseline oder Kakaobutter einzeln oder ein Gemisch der letzteren drei auf die Ober- und Unterseite einer Blatthälfte gestrichen. Die Versuche wurden im April und zwar teils im Gewächshaus bei 16°C., teils im Freien bei 23°C. gemacht. Ich verwendete gleichzeitig abgeschnittenen, mit dem Stiel in Wasser stehende Blätter und solche an der intakten Pflanze. Alle Versuche hatten das gleiche Ergebnis: Durch teilweises Bestreichen der Blätter mit Fett oder Gelatine wurde der Stärkeabbau nicht beeinflusst. Erst gänzlich in Fett getauchte Blätter zeigten fast keinen Stärkeabbau mehr. Die STAHL'schen Angaben (23 S. 129), dass Blätter mit "unzusammenhängendem" Interzellulärsystem, wie *Prunus Padus* und *Lonicera tatarica*, Hemmung des Stärkeabbaus infolge von Bestreichen mit Fett zeigen, kann ich demnach nicht bestätigen. Vermutlich diffundierte genügend Sauerstoff von der freien Blatthälfte in die bestrichene hinüber.

Anders jedoch liegen die Dinge bei infiltrierten Blättern: Infiltration der Interzellulären mit Flüssigkeit hindert offenbar genügend Sauerstoffzutritt zu den stärkehaltigen Zellen. Ich infiltrierte Blätter von *Tropaeolum majus*, *Vitis cordifolia*, *Syringa persica*, *Salvia calycina* und *S. involucrata* durch Eintauchen in Paraffinum liquidum oder durch Untertauchen in Wasser. In beiden Flüssigkeiten trat sehr bald Infiltration ein, auch wenn ich die Spaltöffnungen der Blätter vorher mit dem Mikroskop geschlossen gefunden hatte. Die Stomata hatten sich also offenbar wieder geöffnet. Alle Versuche mit abgeschnittenen Blättern wurden im Laboratorium bei 17-20°C. angestellt; der Stiel der Blätter befand sich dabei immer in Wasser. Die Versuchsdauer betrug 24-66 Stunden. Die infiltrierten Stellen wurden vor dem Abtöten der Blätter gekennzeichnet. Alle Blätter zeigten hier verminderter Stärkeabbau. Diese Verminderung war übrigens nicht überall gleich stark. Beim Herausnehmen der Blätter aus dem Wasser konnte die Infiltration zum Verschwinden und der Stärkeabbau wieder in Gang gebracht werden. An *Syringa persica* wurde eine Anzahl Blätter im Freien bei 23 - 27°C und offenen Spalten infiltriert. Auch hier zeigte sich geringerer Stärkeabbau an den infiltrierten Stellen.

Bei den unter Wasser getauchten Blättern war übrigens auch an nicht infiltrierten Stellen der Stärkeschwund verlangsamt gegenüber auf Wasser schwimmenden. Ich liess nämlich bei den Infiltrationsversuchen Stücke sämtlicher Blätter auch auf Wasser bzw. Paraffinum liquidum schwimmen. Auf Paraffinum liquidum wurden auch die schwimmenden Blätter regelmässig infiltriert und zeigten den untergetauchten gegenüber keinen Unterschied. Dass es sich bei der Verlangsamung des Stärkeabbaus bei unter Wasser getauchten Blättern um eine Folge des Sauerstoffmangels handelte, liess sich durch Untertauchen der Blätter in Wasserstoffsuperoxid zeigen. Dieses zersetzte sich im Lauf der Versuche und war alsdann reich an freiem Sauerstoff. Als unschädlich für die Blätter erwiesen sich Lösungen bis zu 1/8 Volumprozent. Infiltration trat niemals ein; an den Blättern schieden sich vielmehr Gasblasen aus. Versuchspflanzen waren ausser den bei den bisherigen Versuchen verwendeten *Impatiens parviflora*, *I. Sultan* und *Begonia semperflorens*. Die Versuche wurden im Laboratorium bei 24°C. angestellt. Die Versuchsdauer betrug

14-24 Stunden. Der Stärkeabbau vollzog sich immer schneller bei Blättern, die in Wasserstoffsuperoxyd, als bei solchen, die in Wasser untergetaucht waren und zwar bei *Impatiens Sultani*, *Tropaeolum majus* und bei *Begonia* ebenso schnell wie im feuchten Raum. Nur bei *Impatiens parviflora* erfolgte er im feuchten Raum schneller.

Dadurch dass die Spaltöffnungen bei schwimmenden und untergetauchten Blättern Infiltration zulassen, üben sie einen mittelbaren Einfluss auf den Stärkeabbau aus. DELEANO (43. 147) schreibt ihnen auf Grund seines oben erwähnten Befundes auch eine Rolle bei der Sauerstoffaufnahme von *Vitis vinifera*- Blättern zu. Nur an *Vitis vinifera* und *V. cordifolia*- Blättern fand auch ich schnelleren Stärkeschwund, wenn ich die Blätter mit der Oberseite auf Wasser schwimmen liess, ohne dass ich Infiltration beobachtet hätte. Ob für diesen Fall die DELEANO'sche Deutung richtig ist, entzieht sich leider meiner Beurteilung, da ich es verabsäumt habe, Versuche mit bestrichener Blättern auszuführen. Es könnte allerdings auch ein Unterschied im Wassergehalt bei oberseitig und unterseitig schwimmenden Blättern vorliegen, BOEHM (la) beobachtete nämlich an *Ampelopsis*, *Juglans*, *Platanus*, *Tilia*, dass die Blätter vertrockneten, wenn sie mit der unverletzten spaltöffnungsfreien Oberseite auf Wasser gelegt wurden. Dagegen konnte ich solche Unterschiede wie bei den Vitaceas für *Impatiens parviflora*, *I. Sultani*, *I. amforata*, *Nymphaea alba* und *Tropaeolum majus* ebensowenig feststellen, wie MOLISCH für *Tropaeolum majus*.

Wenn ich andererseits bei auf Wasser schwimmenden Blättern von *Tropaeolum majus*, *Impatiens parviflora*, *Fittonia argyroneura* und *Basella rubra* langsameren Stärkeabbau fand, als im feuchten Raum, so kann ich dies nicht auf einen Unterschied in der Sauerstoffzufuhr zurückführen, sondern sehe die Ursache in erhöhtem Wassergehalt.

Aus dem Verhalten untergetauchter oder infiltrierter Blätter allein geht aber der Anteil des Sauerstoffs am Stärkeabbau noch nicht klar hervor, da in dem einen Fall Transpirationshemmung und dadurch bedingt erhöhter Wassergehalt und in dem andern Reizung der Mesophyllzellen durch die infiltrierende Flüssigkeit an der Verhinderung des Stärkeabbaus beteiligt sein könnten. Ich wendete darum schliesslich noch die NEGER'sche Methode in abgeänderter Form mit zwei verschiedenen Versuchsanordnungen an.

I. Die Blätter befanden sich mit dem Stiel in wassergefüllten, abgedichteten Gläschen unter einer tubulierten Glocke. Diese stand auf einer geschliffenen, eingefetteten Glasplatte. Der Glockentubus war durch einen doppeldurchbohrten Gummistopfen verschlossen. Zwei mit Glashähnen versehene Röhren gingen durch ihn hindurch und verbanden den Luftraum der Glocke mit einer Wasserstrahlluftpumpe einerseits und einer Wasserstoffbombe andererseits. Die Luft in der Glocke wurde durch Auspumpen bis auf 170 mm Quecksilberstand des Luftpumpenmanometers entfernt und Wasserstoff bis zum Ausgleich des Unterdrucks eingeleitet. Da die Versuchsanordnung nur geringe Unterdrücke zuließ, musste das Auspumpen und Füllen mit Wasserstoff häufiger wiederholt werden. Das Auspumpen an sich hatte, wie durch Vorversuche festgestellt wurde, keinen Einfluss auf den Stärkeabbau. Die Versuchsblätter blieben bei 16°C. im Laboratorium 10-24 Stunden in dem so behandelten und verdunkelten Apparat. Untersucht wurden sämtliche bei den bisherigen Versuchen verwendete Pflanzenarten. Erst nach viermaligem Auspumpen und Einleiten von Wasserstoff zeigte sich verminderter Stärkeabbau. Bei häufigerer Wiederholung des Auspumpens und Wiederauffüllen mit Wasserstoffgas trat viel geringerer Stärkeschwund ein.

II. Statt der Glocke wurde eine Flasche mit zwei wagerecht angeschmolzenen und mit Glashähnen versehenen Röhren verwendet. Der Hals der Flasche war mit einem eingeschliffenen Stopfen, dem ein Manometer aufgesetzt war, verschlossen. Die Versuche wurden in derselben Weise wie vorher ausgeführt, nur mit dem Unterschied, dass bei dieser Anordnung sämtliche Blätter schwach zu welken begannen, da ich ihnen kein Wasser zur Verfügung stellen konnte. Ein Vorteil gegenüber der vorherigen Versuchsanordnung war, dass sehr viel niedrigere Drucke mit der Oelluftpumpe erzielt werden konnten, daher genügte ein einmaliges Auspumpen. Die Blätter wurden an einem Glasstab befestigt und, um sie unbeschädigt durch den Hals in die Flasche zu bringen, um den Glasstab gewickelt. Durch Schrägstellen des Stabes in der Flasche rollten sie sich ab und hingen frei herunter. Selbst infolge von Aus-

pumpen der Luft mit der Ocelluftpumpe auf 20 mm Hg. liess sich keine Schädigung an den Blättern feststellen. (Der Unterdruck dauerte bei Versuchsanordnung II. auch nie länger als 1 1/2 Minuten). Darum darf wohl die Verhinderung des Stärkeabbaus, die ich bei diesen Versuchen beobachtete, dem Sauerstoffmangel zugeschrieben werden. Nach einmaligem Auspumpen auf 20 mm Hg beträgt die verfügbare Sauerstoffmenge, roh berechnet, etwa nur noch ein achtunddreissigstel des Normalgehaltes der Luft. Das genügt auch für das Wachstum der Pflanzen nicht mehr. Mehrmaliges Auspumpen auf 50 mm Hg und Einleiten von Wasserstoff hatte desgleichen Einstellung des Stärkeabbaues zur Folge.-

Es wurde also keine Verminderung des Stärkeabbaus durch Bestreichen der Blattober- und Unterseite mit Fett und Gelatine, d.h. durch Ausschaltung eines Teils der Kutikula und der Stomata für die Sauerstoffaufnahme gegenüber der nicht bestrichenen Hälfte, erzielt.

Untertauchen in Wasser hatte dagegen starke Verminderung des Stärkeabbaus gegenüber schwimmenden Blättern zur Folge, ebenso Infiltration der Blätter durch Wasser oder Paraffinum liquidum.

Sauerstoffmangel, hervorgerufen durch Füllung der Interzellularen mit Wasserstoff, lässt ebenfalls keinen Stärkeabbau zu. Jedoch muss, wie die vorstehenden Beobachtungen zeigen, der Sauerstoffgehalt der Luft schon stark vermindert werden, damit der Stärkeschwund geringer wird. In Wasserstoffsuperoxyd untergetauchte Blätter der meisten untersuchten Pflanzenarten zeigen ebenso schnellen Stärkenabbau wie im feuchten Raum. Nur *Impatiens parviflora* macht eine Ausnahme. Nach alledem ist es nicht wahrscheinlich, dass der langsamere Stärkeschwund von *Tropaeolum*-Blättern, die auf Wasser schwimmen, gegenüber denen im feuchten Raum auf verminderter Sauerstoffzufuhr beruht.

II. EINFLUSS DES WASSERGEHALTES DER BLÄTTER AUF DEN STÄRKEABBAU.

Schon bei SACHS (19), WORTMANN (27), SCHIMPER (20) und RYWOSCH (16) finden sich Angaben, die auf den Einfluss des Wassergehaltes und der Transpiration der Blätter auf den Stärkeabbau hinweisen, aber von ihnen nicht so gedeutet worden sind. MOLISCH (13) machte zuerst darauf aufmerksam, dass gesteigerte Transpiration (allerdings verbunden mit einem Wasserdefizit) Beschleunigung, herabgesetzte Wasserverdunstung dagegen Verlangsamung des Stärkeabbaus zur Folge hat. Trude HORN (21) fand aber bei zu starkem Welken keinen Stärkeabbau mehr. Abweichende Angaben über den Einfluss der Transpiration auf den Stärkeschwund liegen in der älteren Literatur vor. So stellte BOEHM (1b) umgekehrt Zunahme der Mesophyllstärke von *Sedum spectabile* beim Welken fest und erklärte sie mit Erhöhung der Zellsaftkonzentration. Ferner fand SCHIMPER, dass die Stärke im feuchten Raum an Blattstückchen von *Impatiens parviflora* genau so schnell verschwindet, wie an der intakten Pflanze in verhältnismässig trockener Luft; diese Angabe kann ich bestätigen.

Wie weit der Stärkeabbau vom Wassergehalt der Blätter abhängt, habe ich bei folgenden Pflanzenarten untersucht: *Mnium cuspidatum*, *M. giganteum*, *M. undulat.*, *Impatiens parviflora*, *I. amphorata*, *I. Sultani*, *Circaea lutetiana*, *Salvia involucrata*, *Stachys sylvatica*, *Basella rubra*, *Fittonia argyroneura*, *Tropaeolum majus*, *Bryonia dioica*, *Cucurbita Pepo*, *Lonicera tatarica*, *Syringa persica*, *Cornus sanguinea*, *Pirus communis*, *Acer Pseudoplatanus*, *Quercus pedunculata*, *Rhododendron viscosum*, *Hedera Helix*, *Coprosma lanceolata*, *Acacia decipiens*, *Sedum rubrum*, *S. spectabile*, *Sempervivum tectorum*, *Opuntia Rafinesquii*, und den Wasserpflanzen: *Trapa bogotensis*, *Pontederia crassipes*, *Salvinia natans*, *Nymphaea alba*, *N. Samborensis*, *Cabomba aquatica* und *Eloea canadensis*.

Die Methode war bei der Untersuchung sämtlicher Pflanzen die gleiche: Ich liess die Blätter bzw. Blattstücke einerseits unter Glasglocken auf Wasser schwimmen, andererseits brachte ich sie in verschieden feuchte Räume, in denen sie an Bindfädchen aufgehängt oder mit den Stielen in Wasser gestellt wurden. Feuchtigkeitsabstufungen der Luft erzielte ich dadurch, dass ich in Schalen stehende Glasglocken mit feuchtem Fließpapier auskleidete oder Chlorkalzium darunter stellte. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft unter den Glasglocken wurde jedoch nicht gemessen, da es auf eine quantitative Erfassung der Feuchtigkeitsgrade gar-

nicht ankam, und eine qualitative Unterscheidung ohne Messung möglich war. Die Versuche wurden teils im Laboratorium, teils im Gewächshaus bei Temperaturen von 16 - 30° C. angestellt. Die Versuchsdauer war je nach den verschiedenen Pflanzenarten 14 - 138 Stunden.

Bäume, Sträucher, Kräuter (Schatten- wie Sonnenpflanzen), darunter sogar Hartlaubgewächse zeigten sämtlich infolge von Welken beschleunigten, dagegen bei erhöhtem Wassergehalt verzögerten Stärkeabbau. Die Beschleunigung des Stärkeabbaus ging der Lufttrockenheit parallel. (Anders verhielten sich aber die blattsukkulanten Crassulaceen: *Sedum spectabile*, *S. rubrum*, *Sempervivum tectorum* und die Cactacee: *Opuntia Rafinesquii*, ferner die Moose: *Mitium cuspidatum*, *M. giganteum* und *M. undulatum*, und die Wasserpflanzen, die deshalb weiter unten besonders behandelt werden).

Zu starkes und schnelles Welken liess dagegen keinen Stärkeabbau mehr zu. In Chlorkalsiumraum waren meist bei *Impatiens parviflora* von den Schnitträndern aus 2 - 3 mm breite Flächen der Blätter gänzlich vertrocknet und zeigten keinen Stärkeschwund; auch im Freien fand ich übrigens auch an heißen, trocknen Tagen oft vertrocknete Ränder an *Impatiens parviflora*-Blättern.

Was der Stärkeabbau nicht durch gesteigerte Transpiration bei ausreichender Wasserzufluhr, sondern nur durch das Wasserdefizit beschleunigt wird und umgekehrt durch erhöhten Wassergehalt verlangsamt ist, wurde durch Versuche erwiesen, wobei ich frei aufgehängte Blätter vieler der vorhergenannten Pflanzen und solche, deren Stiele in abgedichtete Fläschchen mit Wasser tauchten, einerseits in sehr trockenem Raum, andererseits in gewöhnlicher Luft und im feuchten Raum miteinander verglich. Alle diese Blätter bauten die Stärke umso schneller ab, je trockner die Luft war. In jeder Luft bauten aber *Tropaeolum majus* und *Impatiens parviflora* ihre Stärke schneller ab bei den frei aufgehängten als bei den mit dem Stiel in Wasser stehenden Blättern. Außerdem waren die Unterschiede im Abbau grösser zwischen den in Luft mit verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt aufgehängten Blättern, als zwischen denen, deren Stiele in Wasser tauchten. Also ist offenbar für den Stärkeabbau nicht die Grösse der Transpiration massgebend, sondern die Höhe des Wasserdefizits, das sich infolge der Transpiration bei ungünstiger Wasserversorgung einstellt. Dass umgekehrt erhöhte Wassersättigung den Stärkeabbau verlangsamt, glaube ich auch daraus schliessen zu sollen, dass dieselben Pflanzen und dazu noch *Fittonia argyroneura* und *Basella rubra* frei aufgehängt in ganz feuchtem Raum ihre Stärke schneller abbauten als beim Schwimmen auf Wasser.

Recht empfindlich gegen sehr geringe Wasserverluste sind offenbar Pflanzen feuchter Standorte und noch mehr Wasserpflanzen. Jene verhalten sich zwar insofern den bisher besprochenen Gewächsen gleich, als auch sie bei einem gewissen Wasserdefizit die Blattstärke am schnellsten abbauen; ein solches wird aber schon in sehr feuchter Luft erreicht. Entsprechend sind sie auch viel empfindlicher gegen trocknere Luft, worin sie den Stärkeabbau ganz einstellen; während darin Pflanzen weniger feuchter Standorte umgekehrt in ihrem Stärkeabbau noch beschleunigt werden. *Fittonia argyroneura* und *Basella rubra* sind solche Pflanzen feuchter Standorte und zwar aus den Tropen; sie werden in einem stets feucht gehaltenen Gewächshaus kultiviert. Bei gewöhnlicher Luftfeuchtigkeit sind sie kaum, in künstlich getrockneter Luft überhaupt nicht mehr imstande, die Stärke abzubauen. Im nah zu dampfgesättigten Raum zeigten frei aufgehängte Blätter die grösste Abbaugeschwindigkeit. Trade HORN (21) berichtet übrigens ähnliches von Moospflanzen: Blattstücke von *Mitium cuspidatum* zeigten wegen zu schnellen Austrocknens auf Objektträgern in gewöhnlicher Luft keinen Stärkeabbau, wohl aber im feuchten Raum. LUNDEGARDH (12) fand dagegen noch Stärkeabbau an *Homalothrix*-Blättern, die im Exsikkator über 2% $\text{H}_2\text{S O}_4$ welkten. Das konnte ich nicht bestätigen. Ich verdunkelte *Mitium cuspidatum*, *M. giganteum* und *M. undulatum* in den Sommer- wie in den Wintermonaten bei Temperaturen von 1 - 30° C. im Gewächshaus und am natürlichen Standort. Aber selbst wochenlanges Verdunkeln hatte keinen Stärkeabbau zur Folge. Übrigens gibt auch LUNDEGARDH (12) an, dass die Stärke in Moosen beim Verdunkeln ziemlich resistent ist. Auch Versuche an Blattstücken nach der Methode von HORN ergaben keinen Stärkeschwund.

Die Gewächse feuchter Standorte bilden einen Übergang zwischen solchen trock-

ner Standorte und zwischen Wasserpflanzen, bei denen selbst im feuchten Raum keine Beschleunigung des Stärkeabbaues mehr feststellbar ist. Die Wasserpflanzen untersuchte ich bei Temperaturen von 16-30° C, und einer Versuchsdauer von 24-64 Stunden im Laboratorium. *Tricia bogotensis* baute in gewöhnlicher Luft keine Stärke ab. Der Stärkeabbau ging an Blättern, die im feuchten Raum frei aufgehängt waren und an solchen, die auf Wasser schwammen, gleich schnell von statthen. *Pontederia crassipes*, *Silvinia natans*, *Nymphaea alba* und *N. sanctibarensis* liessen im feuchten Raum nur dann gleich schnellen Stärkeabbau wie beim Schwimmen auf Wasser erkennen, wenn sie noch teilweise in Wasser tauchten. Schon leichtes Welken verhinderte den Stärkeabbau. Von untergetauchten Wasserpflanzen habe ich Sprosse von *Elodea canadensis* und *Cabomba aquatica* im Gewächshaus bei Temperaturen von 19-27° C. auf ihren Stärkeabbaus hin geprüft. Die Versuchsdauer betrug 22-65 Stunden. Der Stärkeabbau im Wasser war gering, in Luft liess sich gar keiner feststellen.

Besonderes Verhalten zeigten ferner die untersuchten Sukkulanten: *Sedum spectabile*, *S. rubrum*, *Sempervivum tectorum* und *Opuntia Raynesquii*. Sie wurden im Laboratorium bei 17-27° C, 36-186 Stunden verdunkelt. Stärkeschwund liess sich dabei selbst im Chlorkalziumraum erst nach sehr langer Zeit und zwar nur in Verbindung mit Schädigung der ganzen Pflanze bzw. des Pflanzenteils und Zersetzung des Chlorophylls erzielen. Die Schädigungen zeigten sich zuerst im Chlorkalziumraum. Am Standort gelang mir die Entstärkung vor der Blüte ebensowenig wie BOEHM (1b S. 197) an *Sedum spectabile*. Doch konnte ich nie, wie BOEHM (1b S. 199) angibt, Zunahme der Stärke an welkenden Blättern feststellen. Die gewelkten Blätter schienen nur zuweilen dunkler infolge Schrumpfens der Blattgewebe. Bei allen Versuchen blieb der fördernde Einfluss des Welkens aus; denn die mit Verfärbung des Chlorophylls verbundene Förderung kann nur als Schädigung oder Absterbeerscheinung bezeichnet werden.

Die geprüften, untergetauchten Wasserpflanzen zeigten also infolge von Welken überhaupt keinen Stärkeabbau, ebensowenig drei blattsukkulente *Crassulaceae*-Arten und eine *Cactacea*; bei diesen tritt nur Stärkeschwund in Verbindung mit Schädigung der ganzen Pflanze auf. Bei den untersuchten schwimmenden Wasserpflanzen wird der Stärkeabbau durch Welken nicht gefördert. Bei einigen tropischen Pflanzen feuchter Standorte wird der Stärkeschwund nur bei sehr geringem Wasserdefizit gefördert, etwas gröserer rief bei ihnen schon Stillstand im Stärkeabbau hervor; ihr Verhalten vermittelt also zwischen den Wasserpflanzen und den Gewächsen trockner Standorte. Die letzteren Pflanzen zeigten bei mehr oder weniger starkem Welken Förderung des Stärkeabbaus und völlige Hemmung erst bei sehr grossem Wasserentzug. Am leichtesten lässt sich der Stärkeabbau durch Welken bei solchen Pflanzen beeinflussen, die sowohl an sonnigen, wie an schattigen Standorten gedeihen, z.B. bei *Impatiens parviflora*. Förderung des Stärkeabbaus infolge von Welken findet sich demnach vor allem bei solchen Gewächsen, deren Wassergehalt mehr oder weniger grossen Tageschwankungen ausgesetzt ist. Umgekehrt wird bei ihnen sowie bei *Fittonia* und *Bassella* der Stärkeabbau durch Erhöhung des Wassergehaltes der Blätter infolge von Schwimmen auf Wasser verlangsamt.

III. EINFLUSS DES LICHTES AUF DEN STÄRKEABBAU.

Ich habe auch den Einfluss des Lichtes auf den Stärkeabbau untersucht. Jedoch kam ich, da bei den meisten Versuchen mehrstündiger, intensiver Sonnenschein erforderlich ist, infolge des vielen ungünstigen Wetters im Sommer 1924 über orientierende Versuche nicht hinaus.

Nur wenige Autoren befassten sich mit der Frage des Lichteinflusses auf den Stärkegehalt der Chloroplasten. URSPRUNG (25 a) fand bei intensiver Sonnenbestrahlung in *Phaseolus*-Blättern weniger Stärke als bei schwacher Beschattung. Diese Erscheinung nannte er in Analogie zur Photographie "Solarisation" und schrieb sie zurückgreifend auf eine Arbeit von PRINGSHEIM (16) einer Inaktivierung der Chloroplasten zurück. Dieselbe Beobachtung machten HORN (21) an *Syringa persica* und AIRNS (O) an *Tropaeolum majus*. Beide deuten jedoch die Solarisation anders als URSPRUNG, nämlich als eine Folge des Welkens, ohne aber ihre Vermutung durch Versuche zu beweisen.

Neuerdings schliesst sich auch URSPRUNG (25b) dieser Vermutung an.

An sonnigen Tagen im Oktober wiederholte ich den Versuch URSPRUNG's an *Phascolus*-Blättern, die an der Pflanze verblieben. Der Rand der Blätter war durch Pergamentpapierdüten beschattet, die Blattmitte direkt, senkrecht einfallendem Sonnenlicht ausgesetzt, dabei hatte der Stärkegehalt, wie der Vergleich mit Blattstücken zeigte, die sofort vor dem Versuchsbeginn untersucht worden waren, im ganzen Blatt, in der Mitte zwar nur wenig, zugenommen. Die älteren Blätter zeigten keine Veränderung im Stärkegehalt. Im Juni an *Syringa persica* in gleicher Weise ausgeführte Versuche ergaben ebenfalls geringeren Stärkegehalt als an den beschatteten Stellen; der Stärkegehalt hatte im ganzen Blatt abgenommen.

Um Welken zu vermeiden, legte ich durch Pergamentpapierrähmchen beschattete, abgeschnittene *Syringa*-Blätter mit abgeschnittenem Rand oberseits auf Wasser. Aber auch jetzt zeigte sich der stärker besonnte Teil des Blattes ärmer an Stärke. Genaues Zusehen ergab jedoch in vielen Fällen, dass die Blätter noch ein wenig gewellt waren. Durch die dicke Kutikula der Blattoberseite konnte wohl nicht genug Wasser eindringen, das durch den abgeschnittenen Blattrand eingedrungene genügte offenbar auch nicht.

Pelargonium zonale mit starker Behaarung und *Impatiens parviflora* mit seiner durchlässigeren Kutikula zeigten beim Schwimmen auf Wasser gleicher Versuchsordnung keine Solarisation.

Im hellen zerstreuten Licht fand ich auch bei *Syringa* keine "Solarisation", wenn ich die mit Papierrahmchen bedeckten Blätter oberseits auf Wasser schwimmen liess. Ebensowenig, wenn in sonst gleicher Versuchsordnung die Blätter bei starkem Licht unterseits auf Wasser lagen, oder wenn ich sie untertauchte oder in den feuchten Raum brachte. Bei den Blättern, die mit der Unterseite auf Wasser gelegt worden waren, sowie bei den untergetauchten nahm der Stärkegehalt gleichmäßig ab oder er blieb gleich. In allen diesen Fällen war für genügende Wasseraufzehrung gesorgt.

Um festzustellen, ob das Licht überhaupt einen Einfluss auf den Stärkeabbau hat, unterbrach ich die Verdunkelung von *Syringa*-Blättern, die bis auf einen Ausschnitt mit Staniol bedeckt waren, während eines Tages 7 Stunden lang intermittierend ständig, zuerst für einen Augenblick, dann je 5 Minuten lang oder noch länger. Es liess sich gar kein Einfluss erkennen. Erst wenn ich die einzelne Belichtung bis zu einer Stunde einwirken liess, konnte ich einen solchen feststellen. Der beleuchtete Abschnitt war den ständig verdunkelten Teilen gegenüber reicher an Stärke. Eine Verzögerung des Stärkeabbaues liegt aber wohl kaum vor, vielmehr ist offenbar Stärke neu gebildet worden.

Nach diesen Versuchen glaube ich der Ansicht von SCHRÖDER und HORN beipflichten zu müssen, doch fand ich auch noch eine indirekte Ursache für geringeren Stärkegehalt der mehr besonnten Blätter, indem ich durch die Infiltrationsmethode feststellte, dass an den stark belichteten Stellen des Blattes baldiger Spaltenchluss eintritt, wodurch die CO₂-Zufuhr und dadurch die Assimilation gehemmt wird. Diese Beobachtung stimmt mit den Angaben von WEBER überein, wonach an sehr sonnigen Tagen Spaltenverengerung stattfindet.

Ein Versuch durch Verwendung von Blättern submerser Wasserpflanzen die Wirkung der Spaltöffnungen auszuschalten, scheiterte an dem geringen Stärkegehalt bzw. langsamen Stärkeabbau der von mir verwendeten *Vallisneria* bzw. *Elodea*-Sprosse.

Um rein die Einflüsse des Lichtes auf den Abbau der Stärke zu ermitteln, wird es vor allem nötig sein, die CO₂-Assimilation während der Belichtung zu unterbinden.

Meine wenigen Versuche deuten also darauf hin, dass die "Solarisation" keine direkte Lichtwirkung ist, sondern dass erst sekundäre Vorgänge, wie Welken und Schliessen der Spaltöffnungen, den beschleunigten Stärkeabbau bewirken. Das schliesst aber natürlich nicht aus, dass die Chloroplasten unter besonderen Bedingungen, so auch durch sehr konzentriertes Licht, gelähmt werden.

IV. EINFLUSS VON LÖSUNGEN AUF DEN STÄRKEABBAU.

NADSON (14) hat an phanerogamen Wasserpflanzen und an Algen festgestellt, dass eine grösse Anzahl von organischen Stoffen und Salzen den Stärkeabbau beeinflussen. Es gelang ihm, Blütenpflanzen und Algen zu entstarken durch Zusatz von 0,5 % Asparagin, Leucin, K_2HPO_4 , KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$, weniger gut durch solche von KCl u. $Na(NO_3)_2$ z. Kulturwasser. KRATZMANN (8) fand, dass 1 % Aluminiumsalzlösung bei Blättern von *Syringa persica* die Stärkesynthese in 20 % Rohrzuckerlösung hemmte. H. LANGNER (9) stellte an Blättern von *Tropaeolum majus* verminderter Stärkeabbau fest, wenn sie dieselbe auf verdünnten Lösungen von Schwermetallsalzen schwimmen liess. LUNDEGARDH (12) beobachtete, dass beim Keimen in den Blättern von *Triticum vulgare* auftretende Stärke in konzentrierten Zuckerlösungen wieder verschwand und ferner, dass auf konzentrierten Zucker- und auf Salzlösungen die Stärke aus Moosblättern verschwindet. Wurde die Lösung, auf der die Moosblätter schwammen, allmählich erhöht, so verschwand die Stärke allerdings nicht. Jedoch bestätigte sich "die Regel über den Schwund der Stärke bei übermässiger Erhöhung des äusseren osmotischen Druckes", nach seinen Untersuchungen an *Peperomia*, *Aegocia*, *Araucaria* und einigen anderen Pflanzen, dagegen nicht für phanerogame Blätter. BOEHM (1b) liess Blätter von *Sedum spectabile* auf Zuckerlösung schwimmen und fand, wie beim Welken, Zunahme der Stärke. Offenbar handelte es sich bei der Wirkung der Aluminium- und Schwermetallsalze nur um eine Schädigung.

In höheren Konzentrationen sind alle Salzlösungen für Pflanzen schädlich. Daraum musste zuerst eine unschädliche Konzentration aufgesucht werden. Die Blätter liess ich auf den Salzlösungen in Schalen, die mit Glasplatten bedeckt waren, schwimmen. Ich verglich sie immer mit solchen auf Wasser. Verwendet wurden für die Versuche: *Pelargonium zonale*, *R. peltatum*, *Syringa persica*, *Tropaeolum majus*, *Nicotiana Tabacum*, *Salvia involucrata*, *Dahlia variabilis*, *Physalis Alkekengi*, *Impatiens parviflora*, *Atropa Belladonna*.

Untersuchung des Einflusses von 0,5 - 0,003 mol Kalisalpeter-Lösungen hatte folgendes Resultat: Auf 0,5 - 0,25 mol Lösungen erlitten *Pelargonium*-Blätter mit Chlorophyllzersetzung verbundene Schädigungen, die Stärke wurde entweder überhaupt nicht mehr abgebaut oder an den unbeschädigten Stellen schneller als auf dem Wasser. Am schnellsten und gleichmässigsten verschwand die Stärke auf einer 0,125 mol KNO_3 -Lösung, schneller als im feuchten Raum, ja sogar noch schneller als in Blättern an der Luft, deren Stiele in Wasser standen. Durch 0,04 mol und schwächere Lösungen liess sich keine deutliche Förderung des Stärkeschwundes mehr erzielen. Bei entsprechend abgestuften Kochsalzlösungen fand ich die schnellste Entstärkung in 0,12 mol und bei Magnesiumnitrat-Lösungen in 0,07 - 0,08 mol. Dies alles sind aber annähernd äquimolare Salzlösungen. Es sieht also so aus, als ob äquimolare Salzlösungen den Stärkeabbau in gleicher Weise begünstigen. Um diese Vermutung weiter auf ihre Richtigkeit zu prüfen, habe ich die Wirkung äquimolarer Lösungen sehr verschiedener Salze an Stücken eines Blattes verglichen. Am deutlichsten lässt sich das Ergebnis an einigen Versuchsprotokollen zeigen. Zur Kennzeichnung des Stärkegehaltes habe ich folgende Ausdrücke gewählt: Sehr viel, viel, mässig, wenig, Spuren, keine. War das Versuchsmaterial nicht ganz einheitlich und fiel infolgedessen die Jodprobe bei einem Teil gleichbehandelter Blätter intensiver als beim anderen aus, so wurde dies durch Ausdrücke wie "mässig bis wenig" gekennzeichnet. V. B. ist das bei Versuchsbeginn sofort untersuchte Vergleichs-Blattstück.

KCl und NaCl

13.II.1923. 6 Uhr abends, Laboratorium, 19 C. Wetter hell, Versuchsdauer 16 Stunden. *Pelargonium zonale* je 15 Blattstücke.

VB	KCl	NaCl	H_2O
	0,12 mol	0,12 mol	

Stärkegehalt: viel	mässig	mässig	kaum weniger
	-wenig	-wenig	als VB

23. II. 1923. 7 Uhr abends, Laboratorium. 19° C. Wetter hell, Versuchsdauer 21 Stunden. *Pelargonium zonale* je 16 Blattstücke.

<u>VB</u>	<u>KCl</u> 0,12 mol	<u>NaCl</u> 0,12 mol	<u>H₂O</u>
sehr			
Stärkegehalt:	viel	wenig	wenig mässig

KCl und NaCl in äquimolaren Konzentrationen wirkten also gleichmässig fördernd auf den Stärkeabbau der Blätter. Ebenso fördernd wirkten entsprechende Konzentrationen von KNO₃.

LiCl und NaCl.

10. IX. 1923. 12 Uhr mittags, Laboratorium, 21° C. Wetter hell, Versuchsdauer 36 Stunden. *Syringa persica* je 20 Blattstücke.

<u>VB</u>	<u>LiCl</u> 0,25 mol	<u>NaCl</u> 0,25 mol	<u>LiCl</u> 0,125 mol	<u>NaCl</u> 0,125 mol	<u>H₂O</u>
Stärkegehalt:	viel	mässig -wenig	mässig -wenig	wenig	wenig viel- mässig

11 IX. 1923. 5 Uhr nachmittags, Laboratorium, 21° C. Wetter hell, Versuchsdauer 48 Stunden. *Syringa persica* je 20 Blattstücke.

<u>VB</u>	<u>LiCl</u> 0,25 mol	<u>NaCl</u> 0,25 mol	<u>LiCl</u> 0,125 mol	<u>NaCl</u> 0,125 mol	<u>H₂O</u>
Stärkegehalt:	sehr viel	wenig- Spuren	wenig- Spuren	Spuren	Spuren viel

Bei sämtlichen Versuchen an *Syringa persica*, *Pelargonium zonale* und *Tropaeolum majus* verlief die Reaktion gleichsinnig. Die grösste Förderung im Stärkeabbau wurde bei den Blattstücken auf 0,125 mol. Lösungen erzielt. Auf LiCl-Lösung fand sich Infiltration in allen verwendeten Konzentrationen entweder nur an den Schnitträndern oder im ganzen Blattstück. Überall an diesen Stellen wurde keine Stärke abgebaut. Nach ILJIN (6b) tritt vollständiges Öffnen der Spalten auf LiCl-Lösungen von 0,025 - 0,4 mol ein. Die intensivste Wirkung des LiCl auf den Abbau der Spaltöffnungsstärke fand er in 0,05 mol. Lösungen. Auf derartigen Konzentrationen wurde bei meinen Versuchen der Stärkeabbau in den Mesophyllzellen am meisten verhindert. Dass wirklich nur der Sauerstoffausschluss als Folge der Infiltration die Verminderung des Stärkeabbaues verursacht hatte, wird durch folgende tatsächen belegt:

Pelargonium zonale, das keine Spaltöffnungen auf der Oberseite hat, zeigte niemals Infiltration und verminderten Stärkeabbau beim Schwimmen auf der Oberseite; gelangte aber etwas von der LiCl-Lösung auf die Unterseite, so trat Infiltration und Stillstand im Stärkeabbau ein. Blattsegmente in Luft, die nur mit dem vom Blattgewebe befreiten Ende des Hauptnerven in LiCl-Lösung gebracht wurden, zeigten keinen geringeren, sondern vermehrten Stärkeabbau gegenüber solchen in Wasser. An *Salvia involucrata*-Sprossen, die ich mit der Schnittfläche in LiCl-Lösungen von 0,125 - 0,015 mol. gestellt hatte, verwelkten die Blätter in wenigen Stunden, wie ich mikroskopisch feststellte, bei weit offnen Spalten. Der Stärkeabbau wurde bald eingestellt. LiCl-Lösungen wirken also auch nach meinen Versuchen intensiv auf die Spaltöffnungen und beeinflussen dadurch sekundär den Stärkeabbau der Mesophyzellen. Äquimolare Konzentrationen von LiCl und NaCl beschleunigen bei larauf schwimmenden Blattstücken den Stärkeabbau gleichmässig, wenn Infiltration vermieden ist.

KNO_3 und $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$

9.II. 1923. 7 Uhr abends, Laboratorium, 19°C . Wetter hell. Versuchsdauer 13 Stunden, *Pelargonium zonale* je 16 Blattstücke.

VB	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	H_2O
0,16 mol	0,08 mol	0,06 mol
Stärkegehalt:	viel wenig- mässig	Spuren <u>-wenig</u>
		wenig mässig mässig

Pelargonium zonale je 16 Blattstücke.

VB	KNO_3	H_2O
0,25 mol	0,12 mol	0,08 mol
Stärkegehalt:	viel wenig <u>-wenig</u>	Spuren wenig mässig mässig
15.II. 1923. 6 Uhr Abends, Laboratorium 19°C . Wetter hell, Versuchsdauer 22 Stunden, <i>Pelargonium zonale</i> je 16 Blattstücke.		
VB	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	H_2O
0,07 mol	0,04 mol	0,02 mol
Stärkegehalt:	viel <u>wenig</u> mässig	wenig- mässig mässig

Pelargonium zonale je 16 Blattstücke.

VB	KNO_3	H_2O
0,1 mol	0,06 mol	0,05 mol
Stärkegehalt:	viel <u>wenig</u> mässig	wenig- mässig mässig

Auf Magnesiumsalzlösungen höherer Konzentrationen zeigen sich stärkere Schädigungen des Blattgewebes als in äquimolaren Kaliumsalzlösungen. Die Optimalkonzentrationen sowie schwächere Lösungen von Kalium und Magnesiumsalzen zeigen in äquimolaren Konzentrationen gleiche Wirkung. Dasselbe Ergebnis brachten Versuche an *Syringa persica*.

20.VII. 1923, 5 Uhr nachmittags, Laboratorium 24°C . Wetter hell. Versuchsdauer 63 Stunden. *Syringa persica* je 40 Blattstücke.

VB	KNO_3	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	H_2O
0,12 mol	0,08 mol		
Stärkegehalt:	sehr viel	wenig- Spuren	wenig- Spuren
			viel

21. VII. 1923, 6 Uhr abends Laboratorium, 24° C. Wetter hell. Versuchsdauer 88 Stunden. *Syringa persicae* 25 Blattstücke.

	<u>VB</u>	<u>KNO₃</u>	<u>Mg(NO₃)₂</u>	<u>H₂O</u>
		o,12 mol	o,08 mol	
Stärkegehalt:	sehr viel	wenig- Spuren	wenig- Spuren	viel

KCl und Sr Cl₂, BaCl₂, CaCl₂:

Dahlia variabilis- und *Nicotiana Tabacum*- Blätter zeigten auf 0,1 mol- Lösungen von SrCl_2 , BaCl_2 , CaCl_2 und auf 1,15 mol von KCl gleichmässige Beschleunigung des Stärkeabbaues. Auf BaCl_2 - Lösungen wurden die Blätter von den Schnittändern aus stets infiltriert und im Stärkeabbau gehemmt.

KNO₃ und Al (SO₄)₃

Ich verglich Blätter von *Nicotiana Tabacum*, *Pelargonium peltatum*, *Salvia involucrata*, die auf c,06 mol. Al (SO₄)₃ - Lösung schwammen mit solchen auf 0,12 mol. KNO₃-Lösung und fand gleichmässige Förderung des Stärkeabbaues gegenüber auf Wasser schwimmenden Blättern.

KNO₃ und CuSO₄

⁻⁶
 10^{-7} LANGNER fand bei Blättern von *Tropaeolum majus* auf Lösungen von $1 \cdot 10^{-6}$, $1 \cdot 10^{-7}$ mol. CuSO₄ und AgNO₃ geringeren Stärkeschwund als auf Wasser. Infolge der vorgerückten Jahreszeit stand mir *Tropaeolum majus* nicht mehr zur Verfügung. Die Versuche wurden an *Physalis Alkekengi*, *Tropaeolum majus Lobbianum* (einer Gewächshauspflanze) *Vitis cordifolia* und *Nicotiana Tabacum* gemacht. Eine Lösung von 0,00038 mol. CuSO₄ verminderte den Stärkeschwund, schwächere Lösungen übten dagegen keinen Einfluss mehr aus. In stärkeren Konzentrationen zeigte sich immer eine auffallend grüne Färbung an den Schnittändern, die sich durch Alkohol nur schwer entfernen liess. An Stellen, wo sich der grüne Farbstoff gefunden hatte, war gar kein Stärkeabbau festzustellen. In allen verwendeten Konzentrationen von 0,06-0,00038 mol. fand sich Verlangsamung des Stärkeabbaues, obwohl sich keine Infiltration feststellen liess. Hiermit stimmt eine Angabe von WEBER (23) überein, wonach auf Lösungen von CuSO₄ die Spaltöffnungen meist geschlossen sind.

KNO₃ und K (CH₃ COO)

Versuchspflanzen waren *Impatiens parviflora* und *Bryonia dioica*. Die Salze wurden in Konzentrationen von 0,16 - 0,03 mol. verwendet. K (CH₃COO) verlangsamte den Stärkeschwund stets, allerdings fand sich auch immer Infiltration; dem entspricht eine Angabe von ILJIN (6b), wonach Acetate den Stärkeabbau in den Schließzellen besonders stark fördern und dadurch die Spalten zur Öffnung bringen.

KNO₃ und KH (COO)₂

Untersucht wurde die Wirkung von 0,04 mol. KH (COO)₂ und äquimolaren KNO₃ Lösungen auf *Impatiens parviflora* und *Atropa Belladonna*, es fand sich gleichmässige Beschleunigung des Stärkeabbaues.

Beseitigung der "Stärkestarre" durch Salze.

Der Ausdruck " Stärkestarre " findet sich bei SACHS (19); er bezeichnet einen Zustand, in dem die Blätter mit Stärke überfüllt und nicht imstande sind,

dieselbe aufzulösen. SACHS beobachtete "Stärkestarre" bei *Phaseolus multiflorus*, *Salvia involucrata*, *Tropaeolum majus*, die in zu kleinen Töpfen mit ganz durchwurzelter Erde im Gewächshaus standen. Es gelang mir, solche Pflanzen durch Zufuhr von Salzlösungen wieder zum Stärkeabbau zu bringen.

I. Abgeschnittene Sprosse von *Salvia involucrata* wurden mit ihrer Basis in 0,125 mol. NaCl-Lösungen gestellt und verdunkelt. Nach Verlauf von 48 Stunden war die Stärke aus den Blättern gänzlich verschwunden, während der Kontrollversuch mit abgeschnittenen Sprossen, die in Wasser standen, keine Abnahme der Stärke ergab.

II. Die verdunkelten und mit 0,25 oder 1 mol. NaCl oder mit 0,5 mol. KNO₃-Lösung begossenen stärkestarren Pflanzen waren nach 28 bzw. 37 Stunden stärkefrei, die mit Wasser begossenen zeigten nach 73 und sogar noch nach 78 Stunden keine Veränderung im Stärkegehalt.

III. Ich liess Blatthälften stärkestarrer Individuen auf Wasser bzw. Salzlösung schwimmen. Merkwürdigerweise erfolgte bei dieser intensiven Berührung mit der 0,25 und 0,125 mol. NaCl-Lösung während 73 Stunden nur stellenweise an den Adern und in der Nähe der Schnittstelle Stärkeabbau.

Verschiedene Salze fördern also in äquimolaren Lösungen den Stärkeabbau gleichmäßig. Das Optimum liegt für *Pelargonium zonale*, *R. peltatum*, *Salvia involucrata*, *Tropaeolum majus* etwa bei Konzentrationen, die der 0,125 mol. KNO₃-Lösung äquimolar sind, für *Syringa* in höherem. Der Einfluss der Salze beruht also offenbar auf dem osmotischen Wasserentzug, er wirkt nur durch das auf den Lösungen stattfindende Welken.

Schwache Salzlösungen sind für den Abbau der Mesophyllstärke unwirksam. Tritt aber Verlangsamung des Stärkeabbaues auf solchen Lösungen ein, so beruht dies auf Infiltration durch Öffnung der Spalten. CuSO₄ allein schädigt und verlangsamt den Stärkeabbau ohne Infiltration.

Beim Schwimmen der Blätter auf Salzlösungen war das Welken der Blätter nicht immer deutlich sichtbar. Intensiver Wasserentzug und deutliches Welken fand ich dagegen immer bei Blättern auf konzentrierten Zuckerlösungen. Es war deshalb von Interesse, festzustellen, wie sich die Blattstärke gegenüber solchen Zuckerlösungen verhält. Ich legte Blattstücke von *Tropaeolum majus* auf 10, 30, 40, 50 % Traubenzuckerlösungen und zum Vergleich auf Wasser. Bei 20°C verschwand die Stärke auf den 30, 40, 50 %. Lösungen aus den geweckt aussehenden Blättern vollständig, während auf Wasser ziemlich viel Stärke erhalten blieb und auf 10 % Traubenzuckerlösung solche sogar neu gebildet wurde. Die 30, 40, 50 %. Lösungen unterschieden sich in ihren Wirkungen anscheinend nicht. Um festzustellen, ob stärkere Zuckerkonzentrationen die Blätter schädigten, liess ich je 20 Blattstücke, nachdem sie auf konzentrierteren Lösungen entstärkt waren, auf 10 % schwimmen. In den mit 30 % vorbehandelten Blättern zeigte sich nach 16 Stunden ziemlich viel Stärke, in den andern traten nur Spuren auf. Die auf 30 %. Zuckerlösung entstärkten waren demnach zur Stärkeneubildung noch fähig. Allzu starker Wasserentzug durch die höher konzentrierten Lösungen aber schädigte die Blätter.

Salz- und Zuckerlösungen stimmen also darin überein, dass sie den Stärkeabbau durch osmotischer Wasserentzug fördern. Diese Versuche bestätigen meinen früheren Nachweis (vgl. S. 21), dass es bei der Beschleunigung des Stärkeschwundes infolge starker Transpiration nicht auf diese, sondern auf das dadurch herbeigeführte Wasserdefizit ankommt! Die Versuche ILJINS (6 k) zeigen ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Salzempfindlichkeit und Trockenbeständigkeit. Doch spricht ILJIN sich nicht dahin aus, dass die Wirkung der Salze auf die Mesophyllzellen eine osmotische ist, da er ja (6g. S. II 2) nur die Einwirkung verschiedener Konzentrationen eines Salzes (Na Cl) auf die Mesophyllzellen untersucht hat.

V. EINFLUSS DER NARKOTIKA AUF DEN ABBAU DER STÄRKE
IN DEN LAUBBLÄTTERN.

Nach DELEANO (4 S. 194) wirken schwache Konzentrationen von Chloroformwasser beschleunigend auf den Stärkeabbau von *Vitis vinifera* - Blättern, aber nur dann, wenn diese mit der Oberseite die Lösung berühren. DELEANO meint, diese grössere Geschwindigkeit im Stärkeschwund beruhe auf beschleunigter Ableitung. Auch PURIEWITSCH (17) berichtet, dass sowohl abgetrennte als auch an der Pflanze sitzende Blätter weit schnellere Entstärkung zeigen, wenn sie sich in einer Atmosphäre mit Ätherdampf befinden. Es schien mir angebracht, auch die Wirkung von Narkotika auf den Stärkeabbau genauer festzustellen.

I. Narkotisierung durch Ätherdämpfe.

- 1a) Die Blätter wurden mit den Stielen in Wasser unter Glasglocken aufgestellt. Diese standen in Glasschalen, auf deren Boden sich Uhrgläser mit Äther befanden. Der Rand der Glocke war mit Wasser abgedichtet. Die Blätter blieben verschieden lange Zeit im Ätherraum und wurden darauf alle in Ätherfriser Luft verdunkelt. Die schnellste Entstärkung zeigten Blätter von *Tropaeolum majus* und *Syringa persica* wenn sie vor der Verdunklung 10-15 Minuten im Ätherdampf geblieben waren, und zwar war die Entstärkung bedeutend schneller als in unbehandelten Blättern. Längeres Verweilen im Ätherraum führte zu Schädigungen der Blätter und zum Aufhören des Stärkeabbaues.
- 2) Verbessert wurde die Versuchsanordnung dadurch, dass die Blätter auf Gaze über gesättigte, wässrige Ätherlösung gelegt wurden. (7% Äther ergibt bei 20°C gesättigte Lösung). Versuchsanordnung 2) gestattete Blattstücke gleichmässig zu cotisieren. Nach dem Narkotisieren wurden die Blätter an Bindfäden in feuchten Räumen aufgehängt und verdunkelt. Blattstücke von *Nicot. Tabacum* zeigten schnellere Entstärkung, wenn sie 15 Minuten, als wenn sie kürzere oder längere Zeit narkotisiert worden waren, und auch schnellere als unbehandelte Blätter.
- 2b) Während der ganzen Versuchszeit, 14 Stunden, setzte ich Blätter schwachen Ätherdämpfen aus. Die Blattstücke hingen an Bindfäden über 0,7% Ätherlösung. *Tropaeolum majus lobbianum*, *Physalis alkekengi* zeigten schnelleren Stärkeschwund im feuchten Ätherraum als im feuchten Raum ohne Äther.

II. Narkotisierung durch Lösungen.

Bei 20°C. löst sich 7% Äther, bei 17°C. 0,7% Chloroform in Wasser. Von diesen konzentrierten Lösungen wurden Verdünnungen hergestellt. Alle Versuche fand in Gläsern mit geschliffenen, eingefetteten Deckeln statt.

- a) Ich liess die Blätter 24 Stunden auf Ätherlösungen von 0,3- 0,03% schwimmen. Die Stärke verschwand am schnellsten aus den Blattstücken von *Physalis alkekengi*, die auf 0,03% Lösungen, und von *Vitis cordifolia*, die auf 0,066% schwammen. Auf diesen Konzentrationen war der Abbau schneller als auf allen andern, auch als auf Wasser.
- b) Von wässrigen Chloroformlösungen wurden 0,7- 0,007% verwendet. Blattstücke von *Physalis alkekengi*, *Dahlia variabilis* und *Nicotiana tabacum* zeigten auf 0,05 - 0,035% Lösungen den schnellsten Stärkeschwund, verglichen mit Blattstücken, die auf höher oder schwächer konzentrierten Lösungen und solchen, die auf Wasser schwammen. Höhere Ätherkonzentrationen von 0,07- 0,7% schädigten die darauf schwimmenden Blätter. DELEANO (4) fand dagegen an *Vitis vinifera* - Blättern den schnellsten Stärkeschwund auf 0,07% Lösungen. Übereinstimmend mit DELEANO stellte ich des öfteren Absterben der auf der Unterseite schwimmenden Blätter fest.-

Narkotika in niedrigen Konzentrationen fördern also den Stärkeabbau, entsprechend den Beobachtungen von PURIEWITSCH und DELEANO.

**VI. VERGLEICH DES VERHALTENS DER SPALTÖFFNUNGSSTÄRKE UND
DER ASSIMILATIONSSTÄRKE GEGENÜBER DEN VERSCHIEDENEN
AUSSENFAKTOREN.**

Nachdem ich über meine Versuche berichtet habe, (der Einfluss der Wärme bzw. Kälte auf den Abbau der Stärke wurde nicht untersucht, obwohl dieser ebenfalls noch geprüft werden müsste), komme ich auf die eingangs meiner Arbeit aufgeworfene Frage zurück, wie weit Unterschiede im Verhalten der Schließzell- und der Mesophyllstärke gegenüber den verschiedenen Aussenfaktoren bestehen. Zu diesem Zweck will ich meine Ergebnisse mit den an Schließzellen von andern Autoren gewonnenen Versuchsresultaten vergleichen.

- 1). Einfluss von Verdunkelung: Die Spaltöffnungen schliessen sich bei den meisten Pflanzen infolge von Lichtentzug. Ursache des Spaltenschlusses ist, wie man seit LLOYD (11) annimmt, Erniedrigung der Zellsaftkonzentration durch Stärkesynthese aus den Zuckern des Zellsaftes. Die Assimulationsstärke ungekehrt wird, wie von GRIS (5) und von SACHS (19) zuerst festgestellt wurde, beim Verdunkeln abgebaut. Die Statolithenstärke in *Avena*-Keimlingen wird dagegen nach CLARA ZOLLIKOFER (28) beim Verdunkeln nicht abgebaut. Sowohl Spaltöffnungs- als Statolithenstärke verhalten sich beim Verdunkeln also anders als Assimulationsstärke. Sie stehen im Dienste einer besonderen Funktion.
- 2). Einfluss erhöhten Wassergehaltes: M.L. STEINBERGER (24) stellte Spalten-schluss beim Schwimmen der Blätter auf Wasser fest. Nach ILJIN (6e) findet dabei Stärkesynthese statt. Meine Versuche ergeben beim Schwimmen der Blätter auf Wasser Stärkeabbau in den Mesophyllzellen, der allerdings gegenüber dem von Blättern in der Luft wesentlich verlangsamt ist. Wurde der Versuch länger ausgedehnt, so trat Infiltration mit Aufhören des Stärkeschwundes ein. Mit meinem Befund stimmt auch die von mir häufig gemachte Beobachtung überein, dass an Regentagen das Mesophyll infolge des langsameren Abbaues stets mit Stärke angefüllt war.
- 3). Einfluss von Wasserentzug: Infolge Welkens der Blätter werden die Spaltöffnungen bekanntlich zumeist geschlossen. Auf Komplikationen, die dabei zuerst von KNIGHT (7) und DARWIN (3) beobachtet worden sind, brauche ich hier wohl nicht einzugehen. Entsprechend fand ILJIN (6e) Stärkesynthese in den Schließzellen, dagegen bei stärkerem Welken Stärkehydrolyse und zeitweiliges Öffnen der Spalten. Dauerte das Welken länger an, so schlossen sich die Spalten wieder, jetzt aber ohne Stärkesynthese, sondern durch Verschwinden eines Teils der osmotisch wirksamen Substanz, wie ILJIN annimmt. In den Assimulationszellen beschleunigt Welken den Stärkeabbau.
- 4). Einfluss von Zuckerlösungen: ILJIN (6f) stellte beim Schwimmen der Blätter auf konzentrierten Zuckerlösungen die gleichen Erscheinungen in den Schließzellen, wie beim Welken fest: Stärkesynthese, Stärkehydrolyse und schliesslich Verschwinden der osmotisch wirksamen Substanz. In Mesophyllzellen dagegen findet sich auf Zuckerlösungen von einer bestimmten Konzentration ab Beschleunigung des Stärkeabbaus.
- 5). Einfluss von Salzlösungen: In der folgenden Tabelle ist das Verhalten der Spaltöffnungsstärke verschieden Salzen gegenüber nach Versuchen von ILJIN (6b) und WEBER (26) und das der Assimulationsstärke nach meinen Versuchen zusammengestellt:

	Assimulationsstärke.	Spaltöffnungsstärke.
Alkalien:		ILJIN WEBER
	K +	K + K +
	Na +	Na + Na +
	Li ⁺ (-) Eindringen durch offene Spalten	Li ++

Erdalkalien:	Mg + Ba + (-) an den Wund- rändern	Mg neutral Ba-
	Ca + Sr +	Ca- Sr-
Leichtmetall:	Al +	
Schwermetall:	Cu-	Cu-
Säuren:	Cl + NO ₃ +	Cl + NO ₃ +
Organische Säuren	(COOHCOO)+ (CH ₃ COO)+ (-) Eindringen durch offene Spalten	(COOHCOO)+ (CH ₃ COO) ++

* bedeutet Förderung, ** starke Förderung, - Verminderung des Stärkeabbaues.

Bei meinen Versuchen wirkten also alle geprüften Salze, mit Ausnahme von CuSO₄, in gewissen Äquimolaren Konzentrationen gleichmäßig beschleunigend auf den Stärkeabbau. Dagegen sind auf die Schließzellstärke Magnesium-Salze ohne Einfluss, ja die Salze Ba, Ca, Sr, verhindern sogar den Stärkeschwund in den Stomata. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich die fördernde Wirkung der Salze auf die Mesophyllstärke nur in einem osmatischen Wasserentzug sehr, während die Salze auf die Schließzellenstärke auch spezifisch zu wirken scheinen.

Nach alledem verhält sich die Schließzellenstärke fast allen geprüften Außenfaktoren gegenüber ganz anders als die Mesophyllstärke. Den Hauptunterschied im Verhalten der Schließzellen- und Mesophyllstärke sehe ich darin, dass der Stärkeabbau in den Assimilationszellen bei Ausschluss der Assimilation und ohne Zufuhr von Zuckern auf jeden Fall irreversibel verläuft, bei den Schließzellen je nach den Außenbedingungen, bald Stärkeaufbau, bald - abbau und beides reversibel erfolgt, mag Assimilation möglich oder (wie im Dunkeln) verhindert sein.

Das Verhalten der Mesophyll- und der Schließzellstärke gegenüber den Außenfaktoren ist also prinzipiell verschieden.

VII. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.

- I. 1) Sauerstoff ist für den Stärkeabbau in den Laubblättern unbedingt nötig, jedoch genügen dafür geringe Mengen (jedenfalls unter einem Fünfzehntel des Normalgehaltes der Luft).
- 2) Infolgedessen hat Ausschaltung eines Teils der Kutikula und der Stomata für die Sauerstoffaufnahme, etwa durch Bestreichen mit Fett oder Gelatine, im Gegensatz zu den Versuchen von STAHL (23) noch keine Hemmung zur Folge.
- II. 1) Erhöhter Wassergehalt, hervorgerufen durch Schwimmen der Blätter auf Wasser oder durch Aufenthalt im feuchten Raum, verringert den Stärkeabbau.
2) Welken der Blätter ruft bei den meisten untersuchten Pflanzenarten Förderung des Stärkeabbaus hervor. Die Wirkung des Wasserdefizits richtet sich daran, welche Schwankungen des Wassergehaltes die betreffenden Gewächse an ihrem natürlichen Standort überstehen müssen. Wasserpflanzen und Sukkulente werden durch Welken im Stärkeabbau nicht gefördert.
- III. Starkes Licht fördert den Stärkeabbau, wahrscheinlich durch leichten Wellen, doch kommt bei starker Beleuchtung auch Spaltenschluss und dadurch geringere Assimilation, in diesen Fall also nur scheinbare Beschleunigung des Stärkeabbaus zustande.
- IV. Salze fördern den Stärkeabbau in den Assimilationszellen gleichmäßig in Äquimolaren Lösungen; desgleichen beschleunigen ihn Zuckerlösungen in höherer

- Konzentrationen. Wahrscheinlich wirken hier Salz- wie Zuckerlösungen lediglich durch Wasserentzug.
- V. Narkotika beschleunigen den Stärkeabbau in niedrigen Konzentrationen.
- VI. Aus dem Vergleich der Versuchsresultate ILJINS und WEBER's an Spaltöffnungen mit den meinigen ergibt sich, dass Schließzellen- und Mesophyllstärke sich gegenüber den Außenfaktoren allgemein prinzipiell verschieden verhalten.

Vorstehende Arbeit wurde angefertigt im botanischen Institut der Universität Bonn unter der Leitung von Herrn Professor Dr. FITTING, dem ich an dieser Stelle herzlich für die Anregung dazu, sowie für seinen Rat und seine Hilfe danke.

LITERATURVERZEICHNIS.

- 0) AHRNS, W. 1924. Weitere Untersuchungen über die Abhängigkeit und des gegenseitigen Mengenverhältnisses der Kohlehydrate im Laubblatt vom Wassergehalt. (Bot. Archiv V. p. 234- 259). (1) BOEHM, 1883. Über Stärkebildung aus Zucker. Bot. Ztg. Bd. 41, 533- 49.) 1889. Stärkebildung in *Sedum spectabile*. (Bot. Ctrbl. Bd. 37 S. 193.) (2) CZAPEK. 1897. Die Leitungswägen der organischen Bestoffe im Pflanzenkörper. (Sitzber. Akad. Wiss. Wien math. nat. II. Bd. 106, Abt. I. S. 117). (3) DARWIN. 1898. Observations on Stomata. (Proceed. of R. Soc., London B. Bd. 53, S. 413). (4) DNLEANO 1911. Über die Ableitung der Assimilate durch den intakten chloroformierten und plasmolysierten Blattstiel. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 49, S. 129.) (5) GRIS. 1857 Recherches microscopiques sur la chlorophylle (Ann. Sc. Nat. Ser. Bot. Bd. 78 S. 179). (6) ILJIN a) 1915. Die Regulierung der Spaltöffnungen. (Beih. z. Bot. Ctrbl. Bd. 32, Abt. I S. 15). b) 1922. Wirkung der Kationen von Salzen auf den Zerfall und die Bildung von Stärke in der Pflanze. (Biochem. Ztschr. Bd. 132 S. 494) c) 1922. Synthese und Hydrolyse der Stärke in der Pflanze. (Biochem. Ztschr. Bd. 132, S. 494). c) 1922. Synthese und Hydrolyse der Stärke unter dem Einfluss der Anionen von Salzen (daselbst S. 511) d) 1922 Physiologischer Pflanzenschutz. (daselbst S. 526). e) 1922. Ueber den Einfluss des Welkens der Pflanze auf die Regulierung der Spaltöffnungen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 61, S. 670). f) 1922. Die Wirkung hochkonzentrierter Lösungen auf die Stärkebildung in den Spaltöffnungen. (daselbst Bd. 61, S. 698). g) 1923. Die Permeabilität des Plasmas und die Anatomose (Stud. Plant. Phys. Lab. Prag. Bd. 1, S. 97- 119). h) 1923. Über die verschiedene Salzbeständigkeit der Pflanzen. (Sitzber. k. b. Ges. der Wiss. Kl. II. S.I. I- 20) i) 1923. Der Einfluss des Wassermangels auf die Kohlenstoffassimilation der Pflanze. (Flora Bd. 16, S. 360- 378) j) KNIGHT, 1917. The Interrelations of Stomata aperture, leaf water content and transpiration Rate. (Ann. of Bot. Bd. 31, S. 351). k) KRATZMANN 1914. Zur physiologischen Wirkung der Aluminiumsalze. (Sitzber. Akad. Wiss. Wien Bd. 123, Abt. I S. 221). l) Langer 1917. Einfluss von Metallsalzen auf die Diastase in lebenden Pflanzenzellen. (Wiener klin. Wochenschr. 30 Nr. 40). m) LINSEBAUER. a) 1916. Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen (Flora Bd. 109 S. 100). b) 1918. Physiologie der Spaltöffnungen. (Die Naturw. Bd. 6, S. 85 - 97). n) LLOYD. 1908. The Physiolog. of stomata. (Carnegie Inst. of Wash. No. 82). o) LUNDECARUM, 1914. Einige Bedingungen der Bildung und Wiederauflösung der Stärke. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 53, S. 421). p) MOLISCH 1921. Einfluss der Transpiration auf das Verschwinden der Stärke in den Blättern. (Ber. Dtsch. Bot. Ges. Bd. 39, S. 39). q) NADSON. 1890. Die Stärkebildung organischer Substanzen in den Chlorophyll führenden Teilen der Pflanzen. Ref. Bot. Ctrbl. Bd. 42, S. 48). r) NEGER. 1915. Die Stärkeökonomie der grünen Pflanze. (Naturwiss. Ztschr. f. Forst. u. Landw. Bd. 8, S. 370). s) PRINGSHEIM 1879- 81. Über die Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 12, S. 1- 17) t) PURIEWITSCH. 1898, Physiologische Untersuchungen über die Entleerung der Reservestoffbehälter. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 31, S. 47). u) RYWOSCH 1908. Zur Stoffwanderung im Chlorophyllgewebe. (Bot. Ztg. Bd. 66 S. 121). v) SACHS 1864. Auflösung und Wiederbildung des Amylums in der Chlorophyllkörnern bei wechselnder Beleuchtung. (Bot. Ztg. Bd. 22, S. 289). w) SCHIMPER

1855. Über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. (Bot. Ztg. Bd. 43, S. 737). 21) SCHROEDER und HORN. 1922. Über das gegenseitige Mengenverhältnis der Kohlehydrate im Laubblatt in seiner Abhängigkeit vom Wassergehalt. (Biochem. Ztschr. Bd. 130, S. 165). - HORN in MEZ, Archiv III (1923) p. 137-173. 22) SJÖBERG 1922. Amylase in Pflanzen. (Biochem. Ztschr. Bd. 133, S. 218). 23) STAHL 1894. Einige Versuche über Transpiration und Assimilation (Bot. Ztg. Bd. 52, S. 117). 24) STEINBERGER 1922. Regulation des osmotischen Wertes in den Schließzellen. (Biol. Ztrbl. Bd. 42, S. 405). 25a) URSPRUNG 1917. Über Stärkebildung im Spektrum. (Ber. Dtsch. Bot. Ges. Bd. 35, S. 44). und 25 b) BLUM 1924. Eine Methode zur Messung des Wand und Turgordruckes der Zelle nebst Anwendungen. (Ztschr. f. Bot. Bd. 63, I - II 0). 26) WEBER a) 1925. Enzymatische Regulation der Spaltöffnungsbewegung. (Österr. Bot. Ztschr. Bd. 72, S. 43). 27) WORTMANN 1890. Über Nachweis, Vorkommen und Bedeutung des diastischen Enzyms in der Pflanze. Bot. Ztg. Bd. 48, S. 581). 28) ZOLLIKOFER 1918. Geotropisches Verhalten entstarkter Keimpflanzen. (Ber. Dtsch. Bot. Ges. Bd. 36, S. 30).

Die Sorten- und Züchtungsfrage im Flachsbau
mit variationsstatistischen Untersuchungen
von Zuchtstämmen und Sorten.
Von WERNER KRUEGER (Berlin).

EINLEITUNG.

Während die deutsche Flachsspinnerei und Weberei in der vaterländischen Industrie eine Achtung gebietende Stellung einnehmen, ist der deutsche Flachsbau, der Jahrhunderte lang in hoher Blüte stand, mehr und mehr zurückgegangen, besonders seit im vorigen Jahrhundert Wolle und Baumwolle auf dem Plan erschienen. In der Zeit vor dem Weltkriege haben wir nur 1/10 unseres Flachsbedarfes selbst erzeugt, eine winzig kleine Zahl.

Einen bedeutenden Umschwung brachte der Ausbruch des Krieges. Die Abschließung Deutschlands vom Weltmarkt und der damit fast gänzliche Aufhalt ausländischer Zufuhr musste bei der langen Dauer des Krieges einen gewaltigen Rohstoffmangel in der deutschen Textilindustrie hervorrufen. Dies bedeutete vor allem infolge des riesigen und mannigfachen Heeresbedarfs an Textilstoffen eine Bedrohung des Kriegsführungs. Dieser Gefahr musste mit allen Mitteln begegnet werden. Neben Benutzung zahlreicher Ersatzstoffe war ein Weg die Vergrösserung der Flachs-Anbaufläche. Eine gewisse Wiederaufnahme des Flachsbaues wurde erreicht. Auch die Nebenerzeugnisse des Flachs, die er in der Futter- und Oelgewinnung bietet, kamen bei der eintretenden Futter- und Nahrungsmittelknappheit wieder mehr zur Geltung.

Die Bedeutung, die der deutsche Flachsbau im Weltkriege hatte, besitzt er jetzt in der Nachkriegszeit in mindestens demselben Masse. Deutschland wird heute mehr denn je auf ausländische Einfuhr verzichten müssen. Wir haben mit dauernden Einfuhr Schwierigkeiten zu rechnen, eine Folge des ständigen Druckes der "Reparationen". Andererseits hat unsere Notlage während des Krieges die Gefahr gezeigt, die eine Abhängigkeit vom Ausland mit sich bringt. Wenn gerade jetzt von dem Wiederaufbau unseres Vaterlandes gesprochen wird, so gehört dazu, dass wir uns auf eigene Füsse stellen. Unsere Wirtschaft müssen wir durch eigene Produktion unterhalten. Und hierbei darf auch der Flachs nicht zurückstehen.

Mit in den Vordergrund tritt ausserdem gerade heute noch ein anderer volkswirtschaftlicher Vorzug des Flachsbaues. Dieser liegt in dem Einfluss auf die ländlichen Arbeitsverhältnisse, indem der Flachsbau zur Verhütung der Landflucht

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Schmetz Leonie

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Einfluss einiger Aussenfaktoren auf den Stärke abbau in Laubblättern 16-33](#)