

nach der Zahl der Sämlinge deutlich stärker ausgeprägt ist als bei den anderen Kurzstiel-Kombinationen, läßt vermuten, daß diese (mittelfrüh bis mittelpätkühende) Sorte entweder selbst Gene für späte Blüte enthält oder solche, die die Wirkung der Kurzstiel-Gene für späte Blüte verstärken.

Vom züchterischen Standpunkt ist die Erscheinung des „Durchschlagens“ des späten Laub austriebes und der späten Blütezeit in den Nachkommenschaften, an denen Weißer Wintertaffetapfel und Königlicher Kurzstiel beteiligt sind, von großer Bedeutung. Es eröffnet sich damit die Möglichkeit, eine breite Basis für die Selektion von Formen zu schaffen, die den Vorteil der späten Frühjahrsentwicklung mit anderen günstigen Eigenschaften, insbesondere der Frucht, in sich vereinigen. Bei der komplizierten heterozygotischen Konstitution der Apfelsorten und der außerordentlich bunten Aufspaltung in der Nachkommenschaft kann das Auftreten solcher Formen ohne weiteres erwartet werden, wenn das Selektionsmaterial genügend groß ist. Die Herstellung weiterer, möglichst großer Aufspaltungsgenerationen aus Kreuzungen von Taffetapfel, Kurzstiel, Jonas Hannes und anderen spätreibenden Sorten (Lokalsorten!) und Sämlingen mit Edelsorten von hoher Fruchtgüte ist daher vorgesehen. Schon an dem bisher vorliegenden sehr kleinen Material ließen sich Einblicke in die Kombinationsmöglichkeiten gewinnen.

Von den 40 Sämlingen des Weissen Wintertaffetapfels haben bisher 25 getragen. Formen, die sich durch auslesewürdige Fruchteigenschaften auszeichneten, waren nicht darunter. Unter den insgesamt 174 Sämlingen aus Kombinationen mit Königlicher Kurzstiel haben bis 1940 67 getragen. Unter diesen befinden sich einige, die spät blühen und außerdem eine durchaus ansprechende Fruchtgüte besitzen, z. B.

Sämling II b, 29, 15. Königlicher Kurzstiel × Riesenboiken. Blütezeit 1938 17. Mai bis 24. Mai, 1939 23. Mai bis 2. Juni. Frucht freundlich gefärbt, saftig und von gutem Ge-

schmack, Reifezeit Anfang November. Hat den Frostwinter 1940 überstanden.

Sämling V, 62, 41. Königlicher Kurzstiel × Geh. Rat Dr. Oldenburg. Blütezeit 1939 16. Mai bis 24. Mai, 1940 20. bis 31. Mai. Frucht schön gefärbt, von herhaftem, würzigem Geschmack. Reifezeit zweite Oktoberhälfte, Haltbarkeit bis Dezember. Wenig schorfanfällig. Leichter Frostschaden, aber Behang 1940.

Sämling V, 83, 40. Königlicher Kurzstiel × Kanada-Renette. Blütezeit 1938 21. bis 28. Mai, 1939 18. bis 28. Mai. Kleinerer, aber regelmäßig geformter, berosteter, wohlschmeckender Winterapfel von guter Haltbarkeit. Hat den Frostwinter 1940 überstanden.

Ganz abgesehen davon, daß die Polleneltern der Nachkommen von Weißer Wintertaffetapfel nicht bekannt sind, besitzen die Kreuzungen mit Königlicher Kurzstiel einen besseren Zuchtwert als jene. Unter den Taffet-Sämlingen befindet sich eine Reihe von kleinfrüchtigen, schlechtschmeckenden ausgesprochenen „Minusvarianten“, teilweise auch solche vom Charakter der Muttersorte. Bei der Auslese von spätblühenden Sämlingen mit guter Fruchtqualität wird darauf zu achten sein, daß die Blütezeit nicht zu spät liegt, sondern so, daß sie sich mit der Vollblüte und dem Ende der Blüte anderer Spätblüher überschneidet, damit eine hinreichende Bestäubung gewährleistet ist.

Die Schaffung spätblühender Apfelsorten mit guten Fruchteigenschaften liegt durchaus im Bereich des Möglichen und kann zu einer wirksamen „biologischen“ Abwehr von Spätfrostschäden im Obstbau beitragen. Selbstverständlich dürfen aber außerdem die Frostwiderstandsfähigkeit des Holzes und eine möglichst hohe Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten nicht außer acht gelassen werden.

Literatur.

- KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. Berlin, Julius Springer 1931.
- RUDORF, W.: Forsch.dienst 9, 266—276 (1940).
- SCHANDERL, H.: Landw. Jb. 90, 89—132 (1940).
- SCHMIDT, M.: Handb. Pflanzenzüchtg. 5, 1—77 (1939).

(Aus dem Botan. Institut der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau, Geisenheim/Rh.)

Konsequenzen aus den neuesten Ergebnissen der pflanzlichen Symbioseforschung für die Pflanzenzüchtung.

Von H. Schandler.

Auf meine Veröffentlichung in der Gartenbauwissenschaft 13, 406 (1939), in der ich die Befunde des leider zu früh verstorbenen ungari-

schen Arztes Dr. SZILVASI sowie ROMWALTERS und KIRALYs, daß nämlich im Gewebe höherer Pflanzen häufig, wahrscheinlich sogar regelmäßig

Bakterien leben, bestätigte und erweiterte, sind binnen Jahresfrist 4 darauf bezügliche Veröffentlichungen erschienen. Drei (BURCIK, RIPPEL und SCHÄDE) zeigen eine negative Einstellung zu meinen Befunden, weil die Autoren einsteils in ihren Isolierungsversuchen trotz Verwendung der von mir angegebenen Methoden und Nährmedien keine Bakterien erzielten oder andererseits noch in den bisherigen Vorstellungen zu befangen waren. Nur eine Arbeit (HENNIG-VILLFORTH) berichtet über eine Bestätigung meiner Angaben für 28 Pflanzenarten.

Jeder theoretische oder angewandte Botaniker ist an der Frage lebhaft interessiert, ob es richtig ist, daß im Innern der höheren Pflanzen symbiotisch Bakterien leben oder nicht. Dabei taucht immer wieder die Grundfrage auf, mit der die ganze Sache steht oder fällt: „*Kann man überhaupt mit absoluter Zuverlässigkeit aus Pflanzenorganen Bakterien isolieren, die von nirgends anders her als aus dem Pflanzeninnern bzw. aus den Pflanzenzellen selbst stammen können?*“

Indessen ist es ein leichtes, sich von der absoluten Zuverlässigkeit der von mir vorgeschlagenen Isolierungsmethoden zu überzeugen.

Man verfertigt aus Gips und Kieselgur erbsengroße Kugeln, wälzt diese in einer dicken, am besten sogar schleimigen Bakterienkultur mit Sporen und läßt letztere antrocknen. Man hat an diesen Kieselgur-Gips-Perlen 1. eine rauhe Oberfläche mit zahlreichen kleinen und kleinsten Poren; 2. Bakterien in der resistentesten Form, nämlich in Sporenform und in Schleim umhüllt; 3. Bakterien in einer so großen Zahl, wie sie niemals auf mechanisch gereinigten Oberflächen von Pflanzenorganen vorkommen können.

Mit diesen bakteriengetränkten Gipsperlen kann man jede einzelne Variation einer Entkeimungsmethode, die Mindestzeit ihrer Durchführung usw. zuverlässig prüfen. Nach Durchführung der Entkeimung wirft man die betreffende Perle in Bohnenbrühe oder Spargelwasser, bleibt der Nährboden steril, dann ist die Methode selbst und die Zeit ihrer Durchführung richtig, d. h. zuverlässig gewesen. Auf die eben geschilderte Art und Weise überzeugte ich mich, daß ein hintereinander durchgeführtes Baden der äußerlich zu entkeimenden Pflanzenorgane in 3—4 Bädern verschiedener Antiseptica, wie ich es noch in meiner ersten Arbeit durchführte, gar nicht notwendig ist, daß schon ein 5 Minuten langes Bad in 1% Bromwasser oder 3% Wasserstoffperoxyd genügt, um derartige Gipsperlen mit Bakteriensporen steril zu bekommen. Sicherheitshalber wurde bei der praktischen Ausführung die Zeit der Entkeimung verdoppelt, also auf 10 Minuten festgesetzt. Außerdem wird prinzipiell jedes Pflanzenobjekt flammend in den flüssigen Nährboden gebracht, indem es nach der Brom- oder H_2O_2 -Behandlung dreimal in Brennspiritus getaucht und dreimal abgebrannt wird. Beim dritten Male wird das Objekt in das Reagensglas mit flüssigem Nährboden gebracht, ehe man es

in denselben hinabgleiten läßt, wird es mit frisch sterilisiertem, noch heißem Skalpell 1—2 mal durchgeschnitten.

Man kann natürlich gewisse Samen, Früchte oder Pflanzensprosse auch stundenlang der Brom- oder H_2O_2 -Einwirkung aussetzen bis die äußeren Gewebeschichten auf einige Millimeter Tiefe weiß oder gelb gebleicht sind. HENNIG und VILLFORTH haben selbst nach einer zweistündigen Einwirkung 1% Bromwassers noch ohne Verzögerung oder Schwierigkeit Bakterien isoliert.

Diese Methode ist im Vergleich zu derjenigen, mit der bisher *Bacterium radicicola* aus Wurzelknöllchen isoliert wurde, viel radikaler. Und keinem Menschen war es bisher eingefallen, die Zuverlässigkeit der Knöllchenbakterienisolierung zu bezweifeln, bei der die Knöllchen lediglich 2—5 Minuten in 0,1% Sublimatlösung gebadet und danach mit steriles Wasser abgewaschen wurden.

Wer die Zuverlässigkeit dieser Isolierungsmethoden bezweifelt, der muß auch sämtliche Isolierungen von Knöllchenbakterien, angefangen von BEIJERINCK 1880 bis heute, als unsicher ablehnen.

Es steht unerschütterlich fest, daß man absolut sicher Bakterien aus dem Innern von Pflanzen isolieren kann. Damit steht zugleich fest, daß die entsprechenden Angaben von SZILVASI, ROMWALTER, KIRALY, HENNIG, VILLFORTH und mir stimmen.

Die gegenteiligen Angaben von BURCIK und RIPPEL kommen daher, daß diese Autoren sich nicht genügend Zeit für ihre Untersuchungen ließen und voreilige Schlüsse gezogen haben. Diese Autoren taten geradeso, als wenn sie lediglich, ähnlich wie bei einer bakteriologischen Trinkwasseruntersuchung, zu prüfen gehabt hätten, ob fix und fertige Bakterien in den betreffenden Pflanzenorganen enthalten sind, die man nur zwecks Vermehrung in ein entsprechendes Nährmedium zu geben brauche. Indessen leben die Bakterien innerhalb der Pflanzen nicht als selbständige Lebewesen, sondern als Bakteroiden, welche sich erst wieder zu selbständigen Lebewesen mit Eigenformen regenerieren müssen, wenn sie aus dem Symbioseverhältnis herausgerissen werden. Dies erfordert bei den einzelnen Pflanzen verschiedene lange Zeit, bei manchen viele Monate. Es ist daher einleuchtend, daß man sich nach 3—5 Wochen Versuchsdauer noch kein sicheres Urteil bilden kann, wie es BURCIK und RIPPEL getan haben.

Die bisherigen Ergebnisse.

Nachdem an der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Isolierungsmethode nicht gezweifelt werden kann, können auch die mit ihr ermittel-

ten Ergebnisse nicht übergangen werden. Die Ergebnisse berühren u. a. auch die Cytologie und Pflanzenzüchtung.

Die Bakteroiden leben keineswegs in den Interzellularen, sondern in den Zellen selbst. Beweise dafür sind die Isolierungen aus dem interzellularen freien Gewebe von Samen. Damit rückt die von der Cytologie als erledigt betrachtete Bakterienhypothese von ALTMANN und WALLIN wieder in den Vordergrund des Interesses. ALTMANN und WALLIN sahen in den Chondriosomen ehemalige Bakterien, und sie wiesen auch auf erfolgreiche Kulturversuche hin, in denen es ihnen gelang, aus Chondriosomen Bakterien zu züchten. Da wir einerseits Chondriosomen überall in Pflanzenzellen finden, andererseits fast aus jedem lebenden Pflanzengewebe Bakterien züchten können, besteht große Wahrscheinlichkeit, daß die Gedankengänge von ALTMANN (1890) und WALLIN (1922) vollständig richtig sind und wir in den Chondriosomen sozusagen „domestizierte“ Bakterien zu sehen haben. Nachdem feststeht, daß man aus allen Zonen einer Papilionacee, nicht allein aus den Wurzelknöllchen, Bakterien isolieren kann, wird die sogenannte Knöllchentheorie stark in Mitleidenschaft gezogen. Man sah bisher bekanntlich in den Wurzelknöllchen der Leguminosen 1. die alleinigen Stätten der Bakteriensymbiose, 2. die alleinige Stätte der Assimilation des elementaren Luftstickstoffes, 3. glaubte man, die Bakteroiden wären „Verdauungsformen“, die dadurch entstanden, daß die Wirtspflanze die Symbionten aufzehren müsse, um in den Besitz des im Bakterieneiweiß festgelegten Stickstoffes zu gelangen.

Die Wurzelknöllchen sind aber nicht die alleinigen Stätten der Bakteriensymbiose, letztere erstreckt sich auf alle Zonen der Papilionacee von den Wurzeln bis hinauf zu den Samenanlagen. Die Samen sind fast regelmäßig mit Bakteroiden besetzt, die Symbiose ist also meist eine cyclische, d. h. die Embryonen bringen schon von der Mutterpflanze aus Bakteriensymbionten mit. Die von der Knöllchentheorie entwickelten Ansichten über die unbedingt erforderliche Einwanderung von Bakterien auf dem Wege über die Wurzelhaare müssen revidiert werden. Ich habe bereits in meiner letzten Arbeit (Gartenbauwiss. 15, 1 [1940]) N₂-Bilanzen von Bohnen, welche äußerlich entkeimt und in sterilisiertem, stickstoffarmem Kaolinsand ausgelegt worden waren. Die ermittelten positiven Bilanzen zeigen, daß die im Samen mitgebrachten Bakteriensymbionten zur Assimilation des elementaren Luftstickstoffes fähig waren. Außerdem konnten aus den Sprossen derartiger Pflan-

zen, die also aus äußerlich entkeimten Samen stammten, jedesmal Bakterien isoliert werden.

Man wird mir nun die „tausendfach erwiesene“ Erfolge von Bakterienimpfungen an Papilionaceen in Topf- und Feldversuchen entgegenhalten. Diese behindern aber meine Ausschauungen in keiner Weise. Ich habe mich durch Versuche selbst überzeugt, daß derartige Impfungen von Erfolg sein können, sie müssen aber nicht immer Ertragssteigerungen bringen. Sie bringen nur dann Ertragssteigerungen bzw. höhere Stickstoffausbeuten, wenn die durch Neumimpfung hinzugefügten Bakterienstämme in der Assimilation des Luftstickstoffes tüchtiger sind als die bereits vorhandenen Symbionten. Damit erklären sich spielend die Erfolge und Mißerfolge — denn von letzteren wird im Schrifttum ebenfalls ab und zu berichtet — von Leguminosenimpfungen.

Sodann können die Wurzelknöllchen keinesfalls die „Stickstofffabriken“ der Schmetterlingsblütler sein; denn wäre dies wirklich der Fall, dann müßten alle Leguminosen, die man in der freien Natur üppig wachsend auf stickstoffarmen Böden findet, oder alle Leguminosen, welche im Versuch auf stickstofffreiem oder sehr stickstoffarmem gut gedeihen, obligatorisch Knöllchen haben. Dies ist aber keineswegs der Fall. Ich habe wiederholt Erbsen mit und ohne Bakterienimpfung auf sterilisiertem Kaolinsand gezogen, ohne eine Spur von Wurzelknöllchen zu erzielen. Dagegen bildeten die Erbsen in fetter Gartenerde und in mit KNO₃ gedüngtem Kaolinsand, also in Fällen, in denen eine Anlage von Wurzelknöllchen nach der Knöllchentheorie gar nicht erforderlich gewesen wäre, reichlich Knöllchen. Bei Bohnen verliefen die Versuche ganz ähnlich. Nur bei einer Sorte, welche, wie die N₂-Bilanzen zeigten, sehr tüchtige Bakteriensymbionten in den Samen gehabt haben muß, erschienen auch auf ungedüngtem Kaolinsand Wurzelknöllchen. Nach meinen bisherigen Erfahrungen sind die Wurzelknöllchen lediglich ein Zeichen guter Stickstoffnährung der betreffenden Pflanze.

Einen weiteren Schlag erhält die Knöllchentheorie durch die Tatsache, daß die Fähigkeit, den elementaren Stickstoff der Luft zu assimilieren, nicht allein die Familie der Papilionaceen, sondern eine ganze Reihe von Vertretern anderer Familien besitzt, ohne daß hier Wurzelknöllchen gebildet werden.

Bisher konnte ich durch Vegetationsversuche auf stickstoffarmem Kaolinsand mit genauen N₂-Analysen für folgende Pflanzen beweisen, daß sie entweder ihren ganzen N₂-Bedarf oder einen

Teil desselben aus dem elementaren Stickstoff der Luft decken können: *Acer pseudoplatanus*, *Achillea millefolium*, *Androsace primuloides*, *Bryonia dioica*, *Bryophyllum tubifolium*, *Bryophyllum daigremontanum*, *Chelidonium mayus*, *Dactylis glomerata*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Echeveria multicaulis*, *Epilobium angustifolium*, *Geranium Robertianum*, *Gonorrhinum minus*, *Helxine Soleirolii*, *Hippocratea radicata*, *Lampris communis*, *Leontodon taraxacum*, *Linaria Cymbalaria Mercurialis annua*, *Othonna crassifolia* (MESEMB.), *Papaver rhoeas*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *Scorzonera hispanica*, *Sedum glaucum*, *Sedum album*, *Sedum mexicanum*, *Sedum Stahlii*, *Sempervivum californicum*, *Sempervivum tectorum*, *Sempervivum annuum* var. *variegatum*, *Silene inflata*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*, *Trichodiadema stelligera* (MESEMB.), *Triticum vulgare*.

Von den zahlreichen N₂-Bilanzen seien einige ganz charakteristische als Beispiel herausgegriffen:

1. *Linaria Cymbalaria*.

Diese Pflanze wächst bekanntlich häufig auf Mauern. Über ihren N₂-Haushalt hat man sich bisher entweder überhaupt kein Kopfzerbrechen gemacht oder zu seiner Erklärung den „Mauersalpeter“ herangezogen. Mauersalpeter entsteht jedoch nicht an jeder Mauer, sondern nur unter bestimmten Bedingungen und erst nach gewisser Zeit. *Linaria Cymbalaria* erscheint jedoch, sofern es das Mauermikroklima erlaubt, an jungen wie an alten Mauern. Aus Blättern und Sprossen des Cymbelkrautes lassen sich besonders leicht und schnell Bakterien züchten.

Im Mai 1939 wurden durch Sublimatwaschung äußerlich entkeimte Samen auf sterilem Kaolinsand von 0,07% N₂-Gehalt ausgesät. Anfang Juni wurden die Pflanzen, weil sie in den Keimschalen keinen Platz mehr für eine normale Entwicklung hatten, mitsamt dem Keimbeet in Mitscherlich-Gefäße, in unsteriles Sandgemisch von 0,015% N₂-Gehalt umgetopft. Am 28. Aug. 1940 wurde der Versuch abgeerntet.

N ₂ -Gehalt des Sandes vor dem Versuch	881,6 mg
N ₂ -Gehalt des Sandes nach dem Versuch	1015,3 ..
N ₂ -Zuwachs im Boden	133,7 ..
N ₂ -Gehalt der geernteten Trockensubstanz aus 14 Pflanzen	81,6 ..
N ₂ -Bilanz	215,3 mg

Die N₂-Bilanz des Versuches zeigt eindeutig, daß diese Pflanze auf dem äußerst N₂-armen Substrat zu wachsen vermochte, weil sie imstande ist, ihren N₂-Bedarf aus dem N₂-Vorrat der Luft zu decken.

Damit ist zugleich eine Erklärung für die Ökologie dieser Pflanze gegeben.

2. *Sedum mexicanum*.

Die enorme Anspruchslosigkeit dieser Succulente ist Gärtnern schon lange bekannt. Auf einer Hand voll Sand als Substrat kann man ohne zusätzliche Düngung in erstaunlich kurzer Zeit normale, reichlich blühende und fruktifizierende Pflanzen erhalten.¹

Am 1. Febr. 1940 wurden in 237 g Kaolinsand von 0,016% N₂-Gehalt 4 Stecklinge mit zusammen 4 g Frischgewicht und 5,2 mg Stickstoffgehalt ausgepflanzt. Bereits nach 5 Wochen begannen die Pflanzen zu blühen und mußten schon am 30. April 1940 abgeerntet werden, da Gefahr bestand, daß die Samenkapseln aufsprangen und Samen verlorengingen. Die N₂-Bilanz war folgende:

N ₂ -Gehalt des Sandes (237 g) vor dem Versuch	37,9 mg
N ₂ -Gehalt des Sandes (237 g) nach dem Versuch	60,8 ..
N ₂ -Zuwachs im Boden	22,9 mg
N ₂ -Gehalt der Stecklinge beim Auspflanzen	5,2 ..
N ₂ -Gehalt der geernteten Pflanzen	15,5 ..
N ₂ -Bilanz	33,2 mg

In der kurzen Zeit von rund 3 Monaten hatte diese Succulente 33,2 mg Stickstoff aus der Luft entnommen. Ähnlich fielen die Bilanzen bei anderen Sedumarten aus, nur mit dem Unterschied, daß sie zu ähnlich hohen Leistungen 6—8 Monate brauchten. Sehr beachtlich war auch die Leistung von *Sempervivum annuum* var. *variegatum*, von der 2 Stecklinge in 7 Monaten zusammen 59,9 mg Stickstoffgewinn erbrachten.

Diese Befunde geben eine einfache Erklärung dafür, wieso es Wüstenpflanzen fertigbringen, auf N₂-ärtestem Sand oder auf Felsen usw. zu vegetieren. Dies ist ihnen nur dadurch möglich, daß sie den elementaren Stickstoff der Luft auszunutzen vermögen.

3. *Triticum vulgare* (Weizen).

Dieser Versuch ist als Ergänzung zu den Sandweizenversuchen von BAUR u. v. ROSENSTIEL von besonderem züchterischem Interesse.

Schon seit einigen Jahren beobachtete ich auf dem Geisenheimer Kaolinsandhalden zuweilen auftretende, normal fruktifizierende Getreidepflanzen. Zunächst dachte ich an die Möglichkeit einer N₂-Düngung der betreffenden Stellen durch zufällig dort abgelagerte Tier- oder Menschenfaeces. Mit der Zeit sah ich aber ein,

¹ Ich verdanke diese Pflanze dem liebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. HARDER, Direktor des Botanischen Gartens der Universität Göttingen.

daß diese Möglichkeit nicht immer und nicht für alle Einzelpflanzen gegeben ist. Auch der Bergwerksleitung war schon seit längerer Zeit das vereinzelte Erscheinen normal wachsender Weizen- und Roggenpflanzen auf den Sandaufschüttungen aufgefallen. Nachdem es mir gelungen war, aus dem auf den Kaolinsandhalden in Horsten auftretenden Knauelgras (*Dactylis glomerata*) (Abb. 1) Bakterien herauszuisolieren, vermutete ich, daß vielleicht *Dactylis*-Symbionten auf Roggen und Weizen übergegangen wären und führte zusammen mit HENNIG und VILLFORTH ausgedehnte Versuche in Neubauer-Kulturschalen durch, mit dem Ziel, *Dactylis*-Bakterien auf Getreide zu „dressieren“¹. Diese Versuche verliefen nicht eindeutig und nicht befriedigend. Schließlich fand ich, daß man gar keine Bakterien auf Getreide zu „dressieren“ braucht, weil in jeder Getreidepflanze und meist auch schon in ihren Samen Bakteriensymbionten enthalten sind.

Auf Grund dieser Erkenntnis ging ich einen anderen Weg. Am 1. Mai 1939 säte ich auf den Kaolinsandhalden je 10000 Weizen- und Roggenkörner aus; denn es war zu erwarten, daß auf dem äußerst stickstoffarmen Boden von selbst eine Selektion der tüchtigsten Bakteriensymbionten eintritt. Diejenigen Pflanzen, welche es zu einer Fruktifikation brachten, mußten Symbionten enthalten, welche den fehlenden Stickstoff herbeischafften. Von den 10000 Weizenkörnern brachten es 2 zu fruktifizierenden Pflanzen. Die Körner der einen Pflanze fielen den Vögeln zum Opfer, von der letzten Pflanze wurden 14 Körner geerntet. Letztere wurden bereits Ende Oktober 1939 im Gewächshaus auf einem Sandgemisch von 0,0152% N₂-Gehalt ausgesät. Wie alle übrigen Versuchspflanzen stets nur mit einer N₂-freien Mineralsalzlösung gegossen, so daß sie in bezug auf Stickstoff lediglich auf den geringen N₂-Gehalt des Sandes angewiesen waren.

¹ Ganz ähnliche „Bakterisierungsversuche“ sind auch in Rußland durchgeführt worden, siehe OKNINA, E. S., Bakterisierungsversuche von Samen von Gramineen mit Knöllchenbakterien. Doklady Akademii Nauk USSR 27, 626—629. Da mir diese Arbeit im Original noch nicht zugänglich war, ist mir unbekannt, wie der praktische Erfolg dieser „Bakterisierungsversuche“ war.

Am 15. Juli 1940 wurde der Versuch abgerntet. Es waren 13 Pflanzen mit zusammen 286 Körnern gewachsen (Abb. 2).

Die N₂-Bilanz fiel folgendermaßen aus:

N ₂ -Gehalt des Sandes vor dem Versuch	in 100 g	15,2 mg
N ₂ -Gehalt des Sandes nach dem Versuch	in 100 g	15,2 „
N ₂ -Zu- oder Abnahme	in 100 g	0,0 „
N ₂ -Gehalt der 14 Saatkörper	in 100 g	8,0 mg
N ₂ -Gehalt des geernteten Strohes	in 100 g	63,3 „
N ₂ -Gehalt der geernteten 286 Körner	in 100 g	157,6 „
N ₂ -Gewinn der 13 Weizenpflanzen	in 100 g	212,9 mg



Abb. 1. Üppige, fruktifizierende Horste des Knauelgrases (*Dactylis glomerata*) auf einer Kaolinsandhalde in Geisenheim.

Der Versuch zeigt also eindeutig, daß die Nachkommen der auf dem stickstoffarmen Kaolinsand vorselektionierten Weizenpflanzen ihren gesamten N₂-Bedarf aus der Luft deckten. Die Selektion hat sich vor allem auf die Bakteriensymbionten ausgewirkt, indem sie Pflanzen brachte, deren Symbionten so tüchtig in der Assimilation des elementaren Luftstickstoffes waren, daß die Wirtspflanzen ihren gesamten N₂-Bedarf aus der Luft decken konnten. Der Versuch zeigt zugleich, daß es möglich ist, nach ökologisch-bakteriologischen Gesichtspunkten, Sandweizen, wie es BAUR vorschwebte, zu züchten bzw. zu selektionieren. Der von BAUR und v. ROSENSTIEL eingeschlagene, auf Selektion von Ausgangspflanzen auf ungewöhnlichdürftigem Boden beruhende Weg, ist vollständig richtig gewesen. Meine Versuche bringen jetzt lediglich die theoretischen Grundlagen dazu.

Meine Befunde stellen an sich gar nichts Neues dar, weder hinsichtlich des N₂-Haushaltes des

Weizens noch hinsichtlich dem anderer Pflanzen. Schon 1905 hat JAMIESON, fußend auf Experimenten, behauptet, daß alle Pflanzen die Fähigkeit zur Ausnützung des atmosphärischen Stickstoffes besitzen. Speziell über Weizen liegen Berichte von LIPMAN und TAYLOR (1922) vor, welche fanden, daß in ihren genau kontrollierten Versuchen die Weizenpflanzen 13—21% ihres Gesamtstickstoffgehaltes aus der Luft genommen haben mußten. 1911 berichteten MAMELI und POLLACCI über genaue N₂-Bilanz-

schlagewerke haben in der Tat die betreffenden Arbeiten weder erwähnt noch berücksichtigt, so daß der Unwillen von TAYLOR und LIPMAN voll berechtigt war, sie schrieben damals ferner: „It is high time to let those considerations rule.“ War es 1922 „schon hohe Zeit“, so ist es jetzt, nachdem meine bis jetzt an 38 Pflanzenarten durchgeföhrten Versuche vorliegen, „höchste Zeit“, daß die irrtümlichen Auffassungen vom N₂-Haushalt der Pflanzen fallengelassen und die von JAMIESON 1905, MAMELI und POLLACCI 1911, LIPMAN und TAYLOR 1922 vorgebrachten Argumente ihre wohlverdiente Berücksichtigung finden.

Die hier nur in ihren wesentlichen Grundzügen skizzierten neuen Erkenntnisse bringen auch für Genetik, Züchtung und Selektion der Pflanzen neue Gesichtspunkte und Anregungen.

1. Im Plasma, wahrscheinlich aller höheren grünen Pflanzen, leben, bis zur Unkenntlichkeit deformiert, Bakterien, welche mit der Zeit regelrechte Organe des Wirtsplasmas, und zwar Organe im Dienste des Stickstoffhaushaltes geworden sind, und welche von der Mutterpflanze meist im Samen auf die Tochterpflanze „weitervererbt“ werden. Schon JAMIESON hat die Anwesenheit von „albumen generators“ angenommen. Diese Stickstoffgeneratoren sind die Bakteroide.

2. Die Bakteriensymbionten der Einzelindividuen innerhalb ein und derselben Pflanzenart oder -rasse sind verschieden tüchtig in der Assimilation des elementaren Luftstickstoffes. Daher wird man innerhalb jeder Population Individuen finden können, welche auch auf stickstoffarmen Böden ihren N₂-Haushalt meistern können. Darin wird sehr wahrscheinlich der Grund für die verschiedenen Ansprüche an den Boden der verschiedenen Herkünfte oder Klone ein und derselben Pflanzenart zu suchen sein.

3. Nach den Erfahrungen bei Leguminosen, bei denen man bekanntlich Ertragssteigerungen durch Impfen des Bodens mit „Knöllchenbakterien“ erzielen kann, müßte es eigentlich auch bei anderen Pflanzen möglich sein, die Bakteriensymbiose zu beeinflussen, weniger tüchtige oder untüchtige Symbionten durch tüchtigere auszutauschen. Bakterisierungsversuche, wie sie von OKNINA an Gräsern mit Knöllchenbakterien durchgeföhr wurden, bringen vielleicht überraschende Ergebnisse, wenn sie mit gattungs- oder arteigenen Bakterien anstatt mit artfremden Bakterien durchgeföhr werden. Untersuchungen in dieser Richtung wären sehr angebracht.



Abb. 2. Die Nachkommen einer auf einer Kaolinsandhalde selektierten Weizenpflanze. Substrat ein Sandgemisch von 0,05% N₂-Gehalt. Die Pflanzen waren während ihres Wachstums einzig und allein auf den geringen N₂-Gehalt des Substrates angewiesen. (Siehe N₂-Bilanz.)

aus Vegetationsversuchen mit *Cucurbita pepo*, *Solanum nigrum*, *Acer Negundo*, *Fagopyrum esculentum* und *Raphanus sativus*, welche ebenfalls ergaben, daß diese Pflanzen zur Ausnützung des Luftstickstoffes fähig sind. Gleichlautende Angaben wurden von MOORE, WEBSTER, WHITLEY und WANN für Süßwasser- und Meeressalgen gemacht. LIPMAN und TAYLOR geben ihrem Unwillen, daß all' diese einwandfreien Daten von der Schulwissenschaft nicht berücksichtigt wurden, mit folgenden Worten Ausdruck: „There can be no question now, however, that the teaching of all our books, and nearly all our teachers on the subject to-day are erroneous and must be changed completely to accord with the facts presented by us, and by the other investigators whom we have cited above.“

Ich habe, als ich über diese Probleme zu arbeiten begann, nichts von diesen bereits vorliegenden Daten gewußt. Lehrbücher und Nach-

Literatur.

BAUR, E.: Ill. landw. Ztg. 1926 Nr. 2. — BAUR, E.: Z. Züchtg. 18 (1932). — BURCIK, E.: Planta 30, 683—688 (1940). — HENNIG, B., u. VILLEFORTH: Biochem. Z. 1940, 299 bis 305. — JAMIESON: Report of Agr. Res. Ass. Aberdeen 1905 et seq. — LIPPMAN, C. K., u. J. K. TAYLOR: Science, New Series Vol. LVI, 605—606 (1922). — MAMELI, E.: Estratto dalla Rivista di Biologia 1924, Vol. VI, fasc. I. — MAMELI, E., u. G. POLLACCI: Rendic. Accad. Lincei 20, 680 (1911). — MAMELI, E., u. G. POLLACCI: Estratto dal Bull.

della Soc. bot. ital. 1911. — RIPPEL, K.: Planta 30, 806—808 (1940). — v. ROSENSTIEL: Naturwiss. 22 1934 — ROMWALTER, A., u. A. KIRÁLY: Arch. Mikrobiol. 10, 87—91 (1939). — SCHÄDEDE, R.: Planta 31, 69—70 (1940). — SCHANDERL, H.: Gartenbauwiss. 13, 406—440 (1939). — SCHANDERL, H.: Gartenbauwiss. 15, 1—27 (1940). — WALLIN, I. E.: J. Bacter. 7, 471—474 (1922). — WANN: Amer. J. Bot. 8, 1—29 (1921). — WEBSTER u. MOORE: Amer. J. Bot. 92, 51 (1921). — WEBSTER u. WHITLEY: Proc. roy. Soc. Lond. B 91, 201 (1920).

Pflanzenzüchterische Arbeiten in Griechenland im Jahre 1938/39.

Von A. Panos.

Wie in Heft 12, Jahrg. 11, dieser Zeitschrift berichtet worden ist, wird in Griechenland seit dem Jahre 1933 eine systematische Futterpflanzen- und Leguminosenzüchtung betrieben, um geeignete Sorten zu finden, deren Samen- und Heuertrag zur menschlichen bzw. tierischen Ernährung herangezogen werden können. Ein rationeller Futterpflanzenbau soll sich entwickeln.

Der Feldfutterbau ist unentbehrlich, um die Mannigfaltigkeit der Agrarproduktion des Landes zu begünstigen und auch die Verbesserung der Fruchtfolge zur Erhaltung und Vergrößerung der Bodenfruchtbarkeit zu steigern, was wiederum für die Erhaltung und Verstärkung des Viehbestandes und die enge Koppelung zwischen Pflanzenbau und Tierhaltung günstig ist.

Während des Vegetationsjahres 1938/39 ist die obengenannte züchterische Arbeit fortgesetzt worden, um weitere positive Ergebnisse über den Anbau der geeigneten Sorten erreichen zu können.

Die durchgeführte Züchtungsarbeit ist dadurch erleichtert worden, daß dank der günstigen klimatischen Verhältnisse dieses Jahres hohe Erträge von den verglichenen Sorten erreicht worden sind und die entsprechende Auslese der bestmöglichen Sorten begünstigt wurde.

Das Jahresmittel der Temperatur betrug für dieses Anbaujahr (1. Sept. 1938 bis 31. Aug. 1939) 16,6° C, und zwar im Herbst 16,6° C, im Winter 5,8° C, im Frühjahr 13,9° C und im Sommer 27,6° C. Das absolute Temperaturmaximum des Jahres war 44° C (22. Juli und 6. März 1939).

Die Niederschlagsmenge des Jahres betrug 587 mm, mit regelmäßiger Verteilung, mit Ausnahme des Sommers, der zu trocken und heiß war.

Im Herbst fielen 122,5 mm oder 21%, im Winter 229 mm oder 66%, im Frühjahr 176,5 mm oder 30%. Im Sommer 59 mm oder 10%, wovon 48,5 mm während der ersten 10 Tage im Juni, 1 mm im Juli und 9,5 mm im August fielen.

Die zentrale experimentelle Arbeit in Larissa wurde auf 9,5 ha durchgeführt. 51 verschiedene Versuche mit 8657 Parzellen von 5 und 10 qm und 1850 verschiedenen Stämmen, die zu entsprechenden Ertragsprüfungen und Bonitierungen benutzt wurden, sind angelegt worden.

Die durchgeführten Versuche waren wie folgt geordnet:

- 21 Versuche mit 4895 Parzellen stellten Ertragsprüfungen dar.
- 981 Sorten von 12 verschiedenen einjährigen Leguminosen und anderen Arten wurden beobachtet:
 - 293 Sorten von *Pisum sativum* ssp. *Commune*.
 - 55 „ „ *Vicia sativa*.
 - 17 „ „ *Lathyrus* (*cicera*, *ochrus*, *sativus*).
 - 5 „ „ *Eruvum Ervilia*.
 - 2 „ „ *Trigonella foerum graecum*.
 - 19 „ „ *Vicia faba*.
 - 7 „ „ *Eruvum lens*.
 - 336 „ „ *Soja hispida*.
 - 130 „ „ *Phaseolus vulgaris*.
 - 35 „ „ *Vigna sinensis*.
 - 11 „ „ *Cicer arietinum*.
 - 19 „ „ *Stizolobium*, *Dolichus biflorus*, *Vigna catiany*, *Cajanus indicus*, *Canavaglia ensiformis* und *Crotolaria spectabilis* im verschiedenen Alter.

Die verglichenen Sorten gaben bezüglich der Erträge bedeutende Abweichungen. Dadurch konnte festgestellt werden, daß der praktische Wert sehr verschieden sein muß.

Zum Beispiel variierten die Samenerträge der Erbsensorten von 750—2270 kg/ha, der Wickensorten von 380—2120 kg/ha, der Platterbsen von 540—2170 kg/ha, der Ervilie sorten von 430—870 kg/ha, der Ackerbohnesorten von 3320—4390 kg/ha, der Fisolensor ten von 0 bis 1940 kg/ha, der Langbohnensorten von 445 bis 5685 kg/ha usw.

12 Versuche mit 2419 Parzellen und 869 verschiedenen Sorten und Arten waren den mehrjährigen Futterpflanzen gewidmet.

Die Luzerne hat mit den 60 Sorten verschie-