

verbleiben. Lediglich zur Abnahme der Benzin-Fettsäurelösung für die refraktometrische Messung müssen sie voraussichtlich aus dem Gestell genommen werden. Bei der Messung soll eine der Goldbach-Küvette ähnliche Vorrichtung Verwendung finden. Die Kammer wird so eingerichtet, daß zum Spülen und Füllen für die Messung nur wenige cm<sup>3</sup> gebraucht werden. Deshalb können die Bestimmungen mit kleinen Material- und entsprechend kleinen Benzinmengen angesetzt werden. Das ist wichtig, weil bei züchterischen Arbeiten oft nur wenig Material zur Verfügung steht. Weiterhin aber bedeutet es infolge des geringen Bedarfs an Benzin und anderen Chemikalien eine Verbilligung.

Infolge der geringen Schichtdicke der zu temperierenden Lösung kann die Messung fast ebenso schnell wie mit dem Abbe-Refraktometer erfolgen. Wie orientierende Versuche zeigten, kann die Messung trotz der relativ großen Flüchtigkeit des Benzins sicherlich auch mit Hilfe eines heizbaren Doppelp Prismas durchgeführt werden. Dazu wären dann nur Tropfen der Lösung erforderlich.

Nach Abschluß der Arbeiten wird über die Methode ausführlich berichtet.

#### Literatur.

- LEITHE, W.: Z. Unters. d. Lebensm. **71**, 33 (1936).  
— LEITHE, W., u. H. LAMEL: Fette u. Seifen **44**, 140 (1937).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg, Zweigstelle Baden, Rosenhof bei Ladenburg a. N.)

## Beiträge zur Züchtung und Genetik selbstfertiler Rüben (*Beta vulgaris* L.).

### I. Erste Ergebnisse von Kreuzungen zwischen selbststeriler *Beta vulgaris* L. und selbstfertiler *Beta maritima* L.

Von F. Schwanitz.

#### I. Einleitung.

Als 1936 auf Veranlassung von Prof. RUDOLF in Müncheberg verschiedene Züchtungsprobleme bei *Beta vulgaris* in Angriff genommen wurden, schien eine der wichtigsten Aufgaben die Gewinnung von selbstfertilen Stämmen der verschiedensten Rübensorten zu sein. Die Veranlassung zur Aufnahme dieser Arbeit gab die Erkenntnis, daß die Immunitätsprüfung auch bei den Beta-Rüben in der nächsten Zeit eine immer größere Rolle spielen wird. Die Immunitätszüchtung aber kann durch das Vorhandensein von wirklich selbstfertilen Stämmen, die auch nach langandauernder Inzucht bei Selbstbefruchtung einen normalen Samenansatz ergeben, wesentlich erleichtert werden. Andererseits ist die Gewinnung von selbstfertilen Linien auch die Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung der Heterosiszüchtung, die heute von der praktischen Züchtung immer stärker angestrebt wird.

#### II. Material.

Als Ausgangsmaterial für die Auslese von selbstfertilen Rüben dienten zunächst aus Handelssaatgut herangezogene Pflanzen einer größeren Anzahl von Kulturrübensorten.

1936 wurde bei einer kleineren Zahl von Pflanzen der Sorten Kleinwanzleben N, Kirsches Koloß, Kirsches Ideal, Jaenschs Ovana, Friedrichswerther Zuckerwalze und Crieuener Gelbe eine Reihe von Isolierungen vorgenommen.

1937 wurden je 1000 Pflanzen der Sorten: Kleinwanzleben E, N, Z, ZZ, Mette Z, SP, Eckendorfer Gelbe, Crieuener Gelbe, Knehdner Gelbe, Friedrichswerther Zuckerwalze, Kirsches Ideal, Kirsches Koloß und Ovana untersucht.

1938 wurden von diesen Sorten nochmals je 1000 Pflanzen untersucht. Dazu kamen noch je 1000 Pflanzen von folgenden Sorten: Mammoth, Deutsche Barres, Eckendorfer rote, weiße rheinische Lanker, weiße grünköpfige Futterzuckerrübe, Barres Ptofte, Succeroo Tystofte VII. Von scharlachrotem chilenischem Mangold und von 10 Sorten von roten Rüben wurden an je 500 Pflanzen Isolierungen unternommen.

Auf den Gehalt an selbstfertilen Formen wurde ferner einmal das Rübenmaterial der deutschen Hindukussexpedition, zum anderen eine anatolische Herkunft von *Beta maritima* geprüft.

#### III. Methodik.

Für die Isolierung von Teilen des Blütenstandes wurden Pergamenttüten verwendet. Die zunächst benutzten 14 × 62 cm großen Tüten bewährten sich nicht. Es wurden daher bereits 1936 wesentlich kleinere Pergamenttüten im Format 6,5 × 14 cm auf ihre Brauchbarkeit geprüft und, da sie sich bewährten, bis heute verwendet. Die Isolierung wurde so durchgeführt, daß die Spitze des zu isolierenden Triebes entfernt wurde. Durch einen Wollfaden wurde der Teil des Zweiges markiert, an dem noch keine

Blüte geöffnet war. Nur der Ansatz oberhalb des Wollfadens wurde berücksichtigt. Die Tüte wurde an dem unteren offenen Ende durch Blumendraht, der in mehreren Windungen fest um Tüte und Ast gelegt wurde, verschlossen.

Zuweilen setzten nur oder doch vorwiegend die Blüten an der Basis des eingeschlossenen Sproßstückes mehr oder weniger dicht über dem Wollfaden an. In diesen Fällen wurden die Isolierungen als mißlungen angesehen, da mit der Möglichkeit einer Fremdbestäubung durch bei der Isolierung mit eingeschlossenen oder später eingedrungenen fremden Pollen gerechnet werden mußte. Desgleichen wurden selbstverständlich alle beschädigten Tüten nicht berücksichtigt.

Zunächst wurden an sämtlichen blühenden Pflanzen 3—5 Zweige, meistens kleinere Seitenäste isoliert. In der Folge wurde durch Befühlen und gegebenenfalls durch Öffnen der Tüten mit den eingeschlossenen Zweigenden ermittelt, bei welchen Pflanzen voraussichtlich ein stärkerer Ansatz in den Tüten erfolgt war. Von diesen Pflanzen wurde dann nochmals eine möglichst große Zahl — mindestens 30 — von Trieben isoliert.

Von den Pflanzen, die auch dann einen guten Ansatz zeigten, wurden die besten sorgfältig ausgewählt. Von diesen wurden nicht nur die Knäuel, sondern vor allem auch die Rüben selbst geerntet. Diese wurden in große Töpfe gepflanzt, in Gewächshäuser gebracht und bei Beginn des neuen Blühens in verschiedenen Gewächshäusern durch räumliche Isolierung zur Selbstbestäubung gezwungen. Auf diese Weise sollte von den am stärksten selbstfertilen Pflanzen eine möglichst große Zahl von Samen aus Selbstbefruchtung erhalten werden.

Die Isolierung in nur einer Pergamenttüte ohne Verschuß durch einen Wattebausch am Basalende war für die Auslese von hochgradig selbstfertilen Rüben völlig ausreichend. Dies geht schon daraus hervor, daß bei der überwiegenden Zahl von Pflanzen kein oder doch nur ein sehr geringer Ansatz in den Tüten eintrat, und daß sich in der Stärke und Art des Ansatzes zwischen den verschiedenen isolierten Zweigen einer Pflanze in der Regel größte Übereinstimmung zeigte.

Die Fehlermöglichkeit wurde ferner sehr erheblich dadurch verringert, daß von den bei Isolierung gut ansetzenden Pflanzen zahlreiche Äste nochmals isoliert wurden, und zwar wurden hierbei zum größten Teil die Tüten mit einem Wattebausch verschlossen. Die Tatsache, daß sich das Ergebnis der ersten und der zweiten Isolierung niemals wesentlich unterschied, zeigt

am besten die Brauchbarkeit der benutzten Methode.

Die Kreuzungen wurden folgendermaßen durchgeführt: Die in Töpfen befindlichen blühenden Rüben, die als Mutterpflanzen dienen sollten, wurden zunächst mit einer eigens hierfür konstruierten Dusche längere Zeit scharf abgebraust. Eine ausgezeichnete Abspülung aller Pflanzenteile, auch der Blüten, wurde dadurch erreicht, daß die Pflanze nicht nur von oben her, sondern auch von unten von allen Seiten her von Wasserstrahlen getroffen wurde. Nach dem Abduschen wurden die Pflanzen einzeln in einen geschlossenen Raum gebracht, in dem sich keine anderen Rüben befanden. Wenn die Pflanzen etwas abgetrocknet waren, wurden die für die Kreuzung bestimmten Knospen kastriert. In der Regel wurde eine größere Anzahl von Blütenknospen verschiedenen Alters (mindestens 15—20) an dem gleichen Zweige kastriert. Alle nicht kastrierten Blüten des betreffenden Zweiges wurden entfernt. Die kastrierten Blüten wurden dann mit Hilfe eines Zerstäubers scharf mit Wasser ausgespült und in der üblichen Weise in Pergamenttüten eingeschlossen.

Vom Tage nach der Kastration an wurden die kastrierten Blüten täglich auf die Bestäubungsfähigkeit ihrer Narben hin untersucht. Vor dieser Untersuchung wurden die Rüben wieder gründlich abgeduscht. Dann wurden in geschlossenem Raum die Pergamenttüten entfernt, die bestäubungsreifen Narben mit Pollen belegt und danach die für die Kreuzung bestimmten Äste in neue Pergamenttüten eingeschlossen. Dies wurde so lange fortgesetzt, bis anzunehmen war, daß alle Blüten, die dazu überhaupt noch fähig waren, aufgeblüht waren. Bei einem Teil der kastrierten Blüten entfalteten sich die Narbenlappen nicht, offenbar waren in diesen Fällen die Blüten beim Kastrieren stärker verletzt worden. Bei sorgfältiger Durchführung aller dieser Arbeiten war die Zahl der Fremdbestäubungen sehr gering (10% und darunter).

#### IV. Ergebnisse.

##### 1. Die Auslese auf Selbstfertilität.

Bereits 1936 ergab sich trotz der verhältnismäßig geringen Zahl von untersuchten Pflanzen das typische Verhalten von *Beta vulgaris* gegenüber der Bestäubung mit eigenen Pollen, wie es bereits früher von verschiedenen Forschern beobachtet worden war: der weitaus größte Teil der Pflanzen zeigte in den Tüten überhaupt keinen Ansatz, von dem Rest war wiederum der größere Teil nur sehr schwach fruchtbar, und nur ein geringer Bruchteil zeigte leidlich be-

friedigenden Ansatz. Die Ergebnisse der Untersuchungen von 1937 und 1938 entsprachen im wesentlichen denen von 1936. Übereinstimmend konnte in allen drei Jahren festgestellt werden, daß sich die einzelnen Sorten in ihrem Gehalt an verhältnismäßig selbstfertilen Pflanzen zum Teil recht erheblich unterscheiden. Durch einen verhältnismäßig hohen Anteil von Pflanzen mit gutem Ansatz zeichnete sich besonders die Sorte Criewener Gelbe aus. Es zeigten sich andererseits aber auch in den einzelnen Jahren starke Unterschiede im Ansatz nach Selbstbestäubung. So war die Zahl der Pflanzen mit einem Ansatz von mindestens 60 % im Jahre 1937 weit größer (18 Pflanzen) als im Jahre 1938 (1 Pflanze), obwohl die Gesamtzahl der untersuchten Pflanzen 1938 weit größer war als 1937.

Diese Befunde fanden ihre Erklärungen in den Feststellungen verschiedener Forscher, daß bei beschränkt selbstfertilen Rüben der Samenansatz nach Selbstbestäubung weitgehend von den Umweltverhältnissen abhängig ist. Nach KHARETSCHKO-SAVITZKAJA (14) ist es ja sogar möglich, bei Stämmen von *Beta vulgaris*, die unter normalen Verhältnissen völlig selbststeril sind, durch Anzucht bei niederen Temperaturen (Optimum 10° C) nach Selbstbestäubung einen Samenansatz bis zu 75 % zu erzielen. In den beiden fraglichen Sommern war nun das Wetter in der Blühperiode sehr verschieden, 1937 war es in dieser Zeit leidlich kühl, während 1938 die Blüte in eine Zeit starker Hitze und Trockenheit fiel. Es liegt unter diesen Umständen nahe, die Ursache der verschiedenen Neigung zum Samenansatz nach Selbstbestäubung in den beiden Jahren in den Unterschieden in den Witterungsverhältnissen zu suchen.

Für die Abhängigkeit des Ansatzes nicht vollständig selbstfertiler Pflanzen von den Umweltfaktoren spricht auch das Verhalten der zum zweiten Male zum Blühen kommenden Pflanzen, die in ihrer ersten Blühperiode nach Selbstbestäubung besonders guten Ansatz ergeben hatten. In fast allen Fällen war der Ansatz der in verschiedenen Gewächshäusern isoliert abblühenden Pflanzen trotz täglichen Schüttelns recht unbefriedigend und lag weit unter dem in der ersten Blühperiode erzielten Ansatz. Allerdings lagen in der Zeit, in der die Pflanzen zum zweitenmal zum Blühen kamen, die Temperaturen in den Gewächshäusern wenigstens tagsüber bereits recht hoch, so daß man wohl auch hier in ungünstigen Außenbedingungen die Ursache der verminderten Selbstfertilität suchen darf. Ferner ergab die aus Selbstbefruchtung hervorgegangene Nachkommenschaft der 1936

am stärksten selbstfertilen Rüben bei Prüfung auf Selbstfertilität 1938 einen recht schlechten Ansatz, der in keinem Verhältnis zu dem der Ausgangspflanze stand.

Die Keimfähigkeit der durch Selbstbestäubung erhaltenen Knäuel entsprach in keinem Falle der Keimfähigkeit der freiabgeblühten Knäuel der gleichen Pflanze, sie lag vielmehr stets, zum Teil sogar recht erheblich unter dieser. In einem Falle konnte festgestellt werden, daß die Pflanze in den Tüten völlig normal aussehende, kräftige und harte Knäuel entwickelt hatte, daß jedoch die Samen bereits auf einem frühen Entwicklungsstadium abgestorben waren.

Angeichts der starken Modifizierbarkeit der Selbstfertilität bei den beschränkt selbstfertilen Rüben wurde der Plan, den Erbgang der verschiedenen Grade der Selbstfertilität zu analysieren, vorläufig zurückgestellt. Die ursprüngliche Absicht, durch Kreuzung der am stärksten selbstfertilen Rüben zu absolut selbstfertilen Rüben zu kommen, konnte bereits 1937 aufgegeben werden. Denn inzwischen war eine 100%ig selbstfertile Rübe gefunden worden, deren Selbstfertilität durch Umweltfaktoren in keiner Weise zu beeinflussen war. Die Untersuchung der  $F_1$  aus der Kreuzung zwischen selbststerilen und dieser selbstfertilen Rübe ließ erwarten, daß die Selbstfertilität wahrscheinlich mono- oder dihybrid und nicht, wie ursprünglich angesichts der vielen Selbstfertilitätsstufen vermutet, polymer vererbt würde. Infolgedessen stand auch nicht zu erwarten, daß es möglich sein würde, das erwünschte Ziel, die völlige Selbstfertilität, durch Kreuzung stark selbstfertiler Pflanzen miteinander zu erreichen.

Bei der oben erwähnten völlig selbstfertilen Rübe handelte es sich um eine Herkunft von *Beta maritima*, die Herr Dr. JÜRGENSEN in Anatolien gesammelt und dem Institut freundlicherweise zur Verfügung gestellt hatte.

Bereits 1936 stellte sich heraus, daß diese Pflanzen bei räumlicher Isolierung wie bei Abschluß durch Pergamenttüten einen völlig normalen Samenansatz geben, und dieser Befund wurde in den folgenden Jahren auch an der Nachkommenschaft dieser Pflanzen unter den verschiedensten Verhältnissen immer wieder bestätigt. Auch die Keimfähigkeit der durch Selbstbefruchtung erhaltenen Samen war völlig normal. Mit der Auffindung dieser bei Selbstbestäubung unter allen Umständen 100%ig ansetzenden Pflanze war die erste Voraussetzung für die Schaffung von völlig selbstfertilen Stämmen der verschiedenen Rübensorten gegeben.

Es wurde ferner 1937 in dem von der deutschen Hindukuschexpedition gesammelten Rübenmaterial eine Rübe gefunden, die bei isoliertem Abblühen einen völlig normalen Samenanatz ergab. Es waren Kreuzungen zwischen dieser Rübe und verschiedenen Kulturrüben vorgenommen worden. Die  $F_1$ -Pflanzen aus diesen Kreuzungen sowie die  $I_1$ -Pflanzen fielen jedoch infolge ungünstiger äußerer Verhältnisse bei der Aussaat im Frühjahr 1939 Vermehrungspilzen

Man kann aber trotz dieses raschen Eintritts des Blühens diese Form nicht als einjährig bezeichnen, da die Pflanze bald nach dem Abblühen aus den Achseln besonders der unteren Blätter neue Sprosse treibt, ein Vorgang, der sich unter günstigen Verhältnissen mehrmals wiederholen kann.

Der Blüten sproß erreicht je nach den äußeren Verhältnissen (Tageslänge, Ernährung usw.) eine Höhe von 20–60 cm und mehr. Er besteht in



Abb. 1. Nach Selbstbestäubung fruchtende Pflanze von *Beta maritima*.

zum Opfer. Nur einige 2-jährige  $I_1$ -Pflanzen konnten im Herbst geerntet werden. Die Entscheidung, ob es sich hier wirklich um eine 100%ig selbstfertile Pflanze gehandelt hat, steht daher noch aus. Das gleiche gilt für die Nachkommenschaft einer im Jahre 1938 aufgefundenen hochfertilen Rübe der Sorte Mammuth.

## 2. Die Kreuzung zwischen selbststerilen Kulturrüben und selbstfertiler *Beta maritima*.

Die selbstfertile Herkunft von *Beta maritima* bildet keine Rüben, sondern schreitet — jedenfalls in unserer Tageslänge — nach dem Aufgang unverzüglich zur Bildung eines Blüten sproßes.

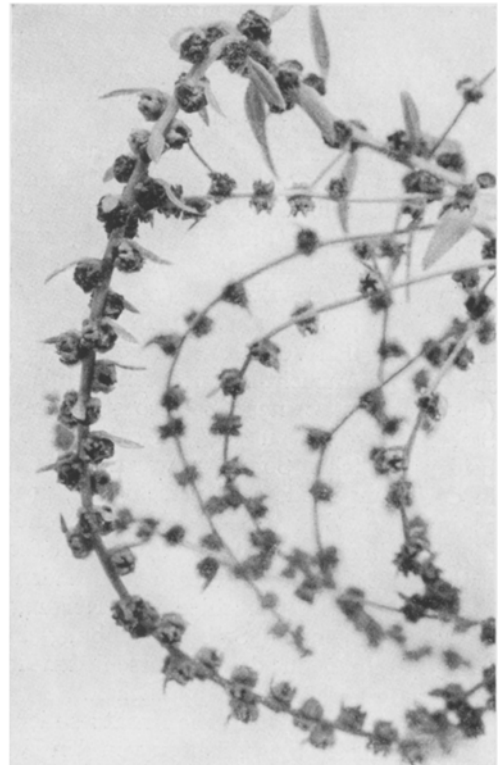


Abb. 2. Ausschnitt aus dem Fruchtstand einer selbstbestäubten Pflanze der selbstfertilen *Beta maritima*.

der Regel aus einer Hauptachse mit wenigen Seitentrieben. Die Blätter sind verhältnismäßig klein (s. Abb. 1). Die Farbe der Wurzelschale ist weiß bzw. rosa. Am Sproß findet sich Rotfärbung der Internodien unmittelbar unterhalb der Knoten. Dabei sind vor allem die Nerven stark gefärbt. Dieses Merkmal wurde daher als „rotnervig“ bezeichnet. Es ist an der Sproßbasis am stärksten ausgeprägt und nimmt nach der Sproßspitze zu ab.

Die Blüten und ihre einzelnen Teile sind ganz wesentlich kleiner als die von *Beta vulgaris*. Beim Aufblühen werden sie niemals so weit geöffnet wie die Blüten dieser Art.

Der Ansatz bei Selbstbefruchtung ist 100 %ig (Abb. 1 und 2). Die Keimfähigkeit der durch Selbstbefruchtung erhaltenen Knäuel ist ebenso groß wie die der durch Fremdbestäubung erzielten Früchte. Die Selbstfertilität scheint durch Umweltfaktoren in keiner Weise modifiziert zu werden: der Samenansatz war bei Anwendung der verschiedensten Methoden zur Herbeiführung der Selbstbestäubung und unter den verschiedensten Außenbedingungen stets gleich gut. Die Knäuel sind sehr hartschalig, so daß eine normale Keimung nur nach gründlichem Anritzen erfolgt. Um den Ausfall von

Kulturrüben als Mutter genommen; die reziproke Kreuzung wurde wegen der großen Schwierigkeit, die das Kastrieren der winzigen Blütenknospen bot, unterlassen. Die Kreuzungen waren vorgenommen worden, bevor festgestellt werden konnte, daß die bei diesen Kreuzungen verwendete *Beta maritima* eingeschränkt selbstfertil ist. Infolgedessen waren je Sorte nur von einer Pflanze einige wenige Blüten kastriert und mit Pollen von *Beta maritima* belegt worden. Als dann die Selbstfertilität von *Beta maritima* festgestellt worden war, standen keine Kulturrüben mehr für die Kreuzung zur Verfügung.

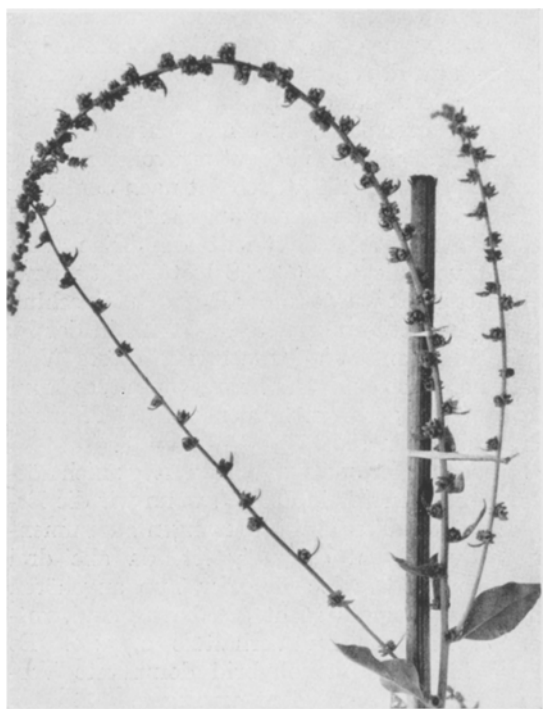


Abb. 3. Selbstbestäubte fruchtende  $F_1$ -Pflanze der Kreuzung Eckendorfer Gelbe  $\times$  selbstfertile *Beta maritima*.



Abb. 4. Selbstbestäubte fruchtende  $F_1$ -Pflanze der Kreuzung Kirsches Ideal  $\times$  selbstfertile *Beta maritima*.

Pflanzen zu vermeiden, wurden sämtliche  $F_2$ -Knäuel geritzt. Der Erbgang der Hartschaligkeit konnte daher noch nicht ermittelt werden.

Im Sommer 1936 wurde je eine Pflanze der Rübensorten „Kirsches Ideal“, „Eckendorfer Gelbe“ und „Knehdener gelbe Walze“ nach der beschriebenen Methode mit der selbstfertilen *Beta maritima* gekreuzt. Es handelt sich bei allen Sorten um gelbschalige zweijährige Futterrüben mit walzenförmigem, über der Erde wachsenden Rübenkörper vom „Eckendorfer Typ“ (vgl. Abb. 6, erste Rübe von rechts). Wegen der geringen Blütengröße von *Beta maritima* wurden bei allen Kreuzungen jeweils die

Insgesamt wurden 14 Samen aus diesen Kreuzungen erhalten, und zwar 9 Samen aus der Kreuzung Kirsches Ideal  $\times$  *Beta maritima*, 4 Samen aus der Kreuzung Eckendorfer Gelbe  $\times$  *Beta maritima* und 1 Same aus der Kreuzung Knehdener gelbe Walze  $\times$  *Beta maritima*. Eine der Kreuzungen mit Kirsches Ideal und eine mit Eckendorfer Gelbe erwiesen sich später als Fehlbestäubungen.

Die  $F_1$ -Knäuel wurden im Frühjahr 1937 ausgesät und die Pflanzen einzeln in Blumentöpfe gepflanzt. Die  $F_1$ -Pflanzen (s. Abb. 3—5) unterschieden sich von *Beta maritima* nur in der Färbung der Wurzelschale, die im Gegensatz zu

beiden Eltern rot gefärbt war, sowie in der Blütengröße, die etwas größer war als bei *Beta maritima*. In allen anderen Merkmalen: im Habitus, in der Blattgröße, in dem völligen Fehlen der Rübenbildung, in dem schnellen Eintritt des Schossens und des Blühens, in der Rotadrigkeit und vor allem in der Selbstfertilität (s. Abb. 3—5) zeigte sich völlige Dominanz der Merkmale von *Beta maritima*.



Abb. 5. Selbstbestäubte fruchtende  $F_1$ -Pflanze der Kreuzung Knehdener gelbe Walze  $\times$  selbstfertile *Beta maritima*.

Die Selbstbefruchtung der  $F_1$ -Pflanzen wurde durch räumliche Isolierung in verschiedenen Gewächshäusern und Laboratorien gesichert. Es wurden Rückkreuzungen der  $F_1$ -Pflanzen mit den entsprechenden Kulturrübensorten vorgenommen. Da die Blüten der  $F_1$ -Pflanzen größer waren als die von *Beta maritima* konnten die Rückkreuzungen auch mit den  $F_1$ -Pflanzen als weiblicher Elter erfolgen.

Die von der  $F_1$  durch Selbstung bzw. Rückkreuzung erhaltenen Samen konnten erst 1939 auf der Zweigstelle Baden des Institutes ausgesät werden. Diese Aussaat mußte leider unter völlig unzureichenden äußeren Verhältnissen stattfinden. Die Folge waren sehr starke Ver-

luste durch Mäusefraß und durch Vermehrungspilze. Der Ausfall schwankte zwischen 90 und 100%. Es konnte daher nur eine geringe Zahl von  $F_2$ -Pflanzen untersucht werden. Die in der  $F_2$  für die verschiedenen Merkmale erhaltenen Zahlenverhältnisse gibt die Tabelle 1 wieder.

Die erhaltenen Zahlen sind zweifellos noch viel zu gering, um den Erbgang der einzelnen Merkmale eindeutig gesichert klarzulegen. Die Kreuzungen sollen daher bei Hinzuziehung von Futterrüben vom Barres-Typ, von Zuckerrüben und roten Rüben in größerem Umfang wiederholt werden. Immerhin genügt das vorhandene Material für die Durchführung der rein züchterischen Aufgaben, und es reicht andererseits auch aus, um erste vorsichtige Schlußfolgerungen auf das genetische Verhalten einiger Eigenschaften, in denen sich die Kreuzungseltern unterscheiden, zu ermöglichen.

Bei dem züchterisch bedeutungsvollsten Merkmal, der Selbstfertilität, scheint nach dem Verhalten der  $F_2$  der Kreuzung Kirsches Ideal  $\times$  *Beta maritima* dominant dihybride Vererbung vorzuliegen. (Die Selbstfertilität bzw. Selbststerilität wurde in der  $F_2$  durch Einschluß in Pergamenttüten ermittelt). Wenn in der  $F_2$  der beiden anderen Kreuzungen dieses Verhältnis nicht so eindeutig herauskommt, so kann dies auf die geringen Zahlen von  $F_2$ -Pflanzen zurückzuführen sein.

Für das Merkmalspaar rotnervig: nichtrotnervig erhalten wir in der  $F_2$ , wenn wir die Ergebnisse von allen drei Kreuzungen zusammenfassen, was wohl angängig ist, da alle drei Rübensorten dem Eckendorfer Typ angehören und morphologisch recht gleichartig sind, rotnervige Pflanzen im Verhältnis 2,77:1. Es dürfte hier also monohybrid dominante Vererbung der Rotnervigkeit vorliegen.

Recht eigenartig sind die Zahlenverhältnisse für das Merkmalspaar Schossen bzw. Nichtschossen im ersten Jahr. In der Kreuzung Kirsches Ideal  $\times$  *Beta maritima* wurden in der  $F_2$  mit einer Ausnahme nur Typen gefunden, die bereits im ersten Jahr zur Blüte kommen. Auch in der Kreuzung Eckendorfer Gelbe  $\times$  *Beta maritima* trat ein sehr hoher Prozentsatz von Schoßrüben auf. Nur in der Kreuzung Knehdener Gelbe  $\times$  *Beta maritima* wurden geschoßte und nichtgeschoßte Rüben im Verhältnis 3:1 beobachtet. Diese Ergebnisse lassen sich heute vielleicht am wahrscheinlichsten so deuten, daß die für die Kreuzung benutzte Rübe der Sorte „Kirsches Ideal“ eine Form mit sehr starker, nur zufällig nicht zur Auswirkung gekommener Schoßneigung war. Bei der Kreuzung mit der

gelben Eckendorfer kann die geringe Zahl der nicht geschoßten Pflanzen auf die geringe Zahl der zur Untersuchung kommenden Pflanzen oder gleichfalls auf eine Anlage für Neigung zum Schossen bei der Kulturrübe zurückzuführen sein. Schließlich besteht noch die Möglichkeit einer polymeren Vererbung des Schossens im ersten Jahre, wenn auch die bei der Kreuzung mit der Sorte „Knehdener Gelbe“ erhaltenen Zahlen dagegen zu sprechen scheinen. Endgültige Klarheit über das Zustandekommen dieser eigenartigen Zahlenverhältnisse wird die Wiederholung der Kreuzungen erbringen müssen.

Die Farbe der Rübenschale war, wie

vermuten, daß hier ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie KAJANUS (10) und PEDERSEN (26)



Abb. 6. Zweijährige Rüben aus der  $F_2$  der Kreuzung Eckendorfer Gelbe  $\times$  *Beta maritima*. Ganz rechts zum Vergleich eine normale Eckendorfer Rübe.



Abb. 7. Zweijährige Rüben aus der  $F_2$  der Kreuzung Knehdener gelbe Walze  $\times$  selbstfertile *Beta maritima*.

schon oben erwähnt, bei *Beta maritima* weiß, bei allen drei Kulturrübensorten gelb. Die  $F_1$  hatte rotgefärbte Wurzelschale. In der  $F_2$  trat eine Aufspaltung ein in Wurzeln mit roter, in Wurzeln mit gelber und in solche mit weißer Farbe. Bei den dünnen unentwickelten Wurzeln war nur selten mit Sicherheit zu bestimmen, ob die Wurzel weiß oder gelb gefärbt war. Im Zweifelsfalle wurden die Wurzeln stets als „weiß“ bezeichnet. Es ist daher nicht möglich, das Verhältnis von weißen zu gelben Wurzeln mit Sicherheit zu ermitteln. Faßt man die weißen und gelben Rüben aus der  $F_2$  aller drei Kreuzungen zusammen, so erhält man 74 weiß- bzw. gelbgefärbte Rüben gegenüber 88 Rüben mit roter Schale. Zusammen mit dem Verhalten der  $F_1$  lassen diese Zahlen

beschrieben haben. Danach wären die genetischen Formeln für die Färbung der Wurzelschale bei *Beta maritima*  $RR_{gg}$  und bei den drei Futterrübensorten  $rrGG$ . Die Faktorenkombinationen  $RRGG$ ,  $RrGG$ ,  $RRGg$  und  $RrGg$  ergäben rotschalige, die Faktorenkombinationen  $rrGG$  und  $rrGg$  gelbschalige Rüben, und die Pflanzen mit der genetischen Zusammensetzung  $RR_{gg}$ ,  $Rrgg$  und  $rrgg$  hätten weißschalige Rüben. Das Zahlenverhältnis in der  $F_1$  wäre demgemäß 9 rotschalig : 3 gelbschalig : 4 weißschalig. Auch hier wird die Wiederholung der Kreuzung die endgültige Klarheit erbringen müssen.

Von den Rückkreuzungen kam nur eine



Abb. 8. Zweijährige Rüben aus der Rückkreuzung der  $F_1$  der Kreuzung Kirsches Ideal  $\times$  selbstfertile *Beta maritima* mit Kirsches Ideal.

zur Auswertung, die übrigen fielen infolge der erwähnten ungünstigen Verhältnisse 100%ig aus.

Tabelle 1. Übersicht über die  $F_2$  der Kreuzungen zwischen Kulturrüben und selbstfertiler *Beta maritima* sowie über eine Rückkreuzungsgeneration.

Nr. <sup>1</sup>	Farbe des Rübenkörpers			Im ersten Jahre		Sproß		selbstfertil : selbststeril	
	rot	weiß	gelb	geschoßt	nicht geschoßt	rotnervig	nicht rotnervig		
I. Kirsches Ideal $\times$ <i>Beta maritima</i> $F_2$ .									
2901	4	3	—	7	—	7	—	7	—
2902	—	1	—	1	—	—	1	1	—
2903	5	4	—	9	—	6	3	7	2
2904	9	6	—	15	—	10	5	13	—
2905	7	13	1	21	—	12	9	17	1
2906	12	7	—	18	1	16	3	18	—
2907	4	5	2	11	—	7	4	7	2
2908	6	4	—	10	—	9	1	8	—
	47	43	3	92	1	67	26	78	5
II. Eckendorfer Gelbe $\times$ <i>Beta maritima</i> $F_2$ .									
2911	7	5	1	10	3	9	4	8	1?
2912	8	4	—	12	—	11	1	12	—
2913	15	9	4	23	5	18	10	19	—
	30	18	5	45	8	38	15	29	1
III. Knehdener gelbe Walze $\times$ <i>Beta maritima</i> $F_2$ .									
2915	11	2	3	12	4	14	2	10	—
IV. Rückkreuzung $F_1$ (Kirsches Ideal $\times$ <i>Beta maritima</i> ) $\times$ Kirsches Ideal.									
2926	6	3	4	6	7	6	7	3	1

<sup>1</sup> Jede Nummer entspricht der selbstbefruchteten Nachkommenschaft einer  $F_1$ -Pflanze.

Es handelt sich hierbei um eine Rückkreuzung einer  $F_1$ -Pflanze der Kreuzung Kirsches Ideal  $\times$  *Beta maritima* mit Kirsches Ideal. Einen Überblick über die Merkmalsverteilung bei diesen Rückkreuzungspflanzen gibt die Tabelle 1. Die erhaltenen wenigen Zahlen sprechen für die aus dem Verhalten der  $F_2$  erschlossenen Annahme einer dihybriden Vererbung der Selbstfertilität und der Färbung der Rübenschale, so wie für monohybriden Erbgang des Schossens im ersten Jahre und der Rotnervigkeit.

Tabelle 2. Gewicht der zweijährigen Einzlrüben der  $F_2$  und der Rückkreuzungspflanzen in Gramm<sup>1</sup>.

$F_2$  der Kreuzung  
Eckendorfer Gelbe  $\times$   
*B. maritima* . . . . . 285 900 230 110

$F_2$  der Kreuzung Knehdener Gelbe  $\times$  *B. maritima* . . . . . 980 375 280 285

Rückkreuzung  
(Kirsches Ideal  $\times$  *B. maritima*)  $\times$  Kirsches Ideal . . . . . 50 750 1065 990 1070 880

<sup>1</sup> Die Reihenfolge der Zahlen von links nach rechts entspricht der Reihenfolge der Rüben in den Abb. 6—8.

Die zweijährigen Pflanzen der  $F_2$  zeigten in der Form durchaus den starken Einfluß von

*Beta maritima*. Besonders fiel die starke Beinigkeit der Rüben auf (s. Abb. 6 und 7). Das Gewicht der Einzlrüben ohne Blätter gibt die Tabelle 2 wieder. Auch die Form der Rückkreuzungsrüben verrät noch deutlich, wenn auch nicht mehr ganz so stark wie bei den  $F_2$ -Rüben den Einfluß des Wildrübeneltern (s. Abb. 8). Der stärkere Gehalt an Genen der Kulturrübensorten macht sich aber deutlich in der Erhöhung des Rübengewichtes bemerkbar. Untersuchungen über die Qualität der Rüben konnten leider nicht vorgenommen werden.

## V. Übersicht über die Literatur zur Frage der Selbststerilität bei *Beta vulgaris*.

### 1. Der Gehalt der Zuchtsorten an selbststerilen und selbstfertilen Pflanzen.

Es gibt bisher keine ausführlichere Zusammenfassung der Arbeiten, die sich mit der Frage der Selbststerilität und der Selbstfertilität bei *Beta vulgaris* beschäftigen. Es dürfte daher angebracht sein, an dieser Stelle einen Überblick über die wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiet zu geben. Eine Reihe älterer Arbeiten kann hierbei vernachlässigt werden, da die Ergebnisse infolge vermutlich mangelhafter Isolierung nicht als gesichert betrachtet werden können.



Übereinstimmend findet sich in allen Arbeiten die Feststellung, daß Rüben, die isoliert abblühen und daher nur durch eigenen Pollen befruchtet werden können, sehr viel schlechteren Knäuelansatz ergeben als frei abgeblühte Pflanzen. Ferner wird von fast allen Forschern festgestellt, daß die einzelnen Pflanzen in der Stärke des Ansatzes nach Selbstbestäubung große individuelle Unterschiede zeigen. Einen schlechteren Ansatz als bei frei abgeblühten Pflanzen fand VOGELSANG (32) bei isolierten Rüben. FRÖHLICH (5) und LANG (18) konnten feststellen, daß die Isolierung sich bei den einzelnen Pflanzen in Hinblick auf Ansatz und Ertrag sehr verschieden auswirkt. KAJANUS (10) erhielt bei isolierten Rüben teils Ansatz, teils keinen Ansatz, und er nimmt auf Grund seiner Versuche an, daß die Rüben selbststeril sind, daß diese Selbststerilität aber weder absolut noch allgemein ist. Das Vorhandensein von völlig selbststerilen Pflanzen konnte auch von TJEBBES (31) beobachtet werden. ROEMER (27) erhielt bei Zuckerrüben sowohl bei künstlicher wie bei räumlicher Isolierung Ansatz. Dieser war aber „sehr schwankend“.

Im Gegensatz zu den bisher angeführten Autoren hält HJ. NILSSON (21) die Selbstfertilität bei *Beta vulgaris* für sehr verbreitet und für einen durchaus normalen Zustand, der bei den verschiedenen Stämmen und Individuen allerdings sehr verschieden stark entwickelt sei. Zu dieser Anschauung kommt er im wesentlichen durch Beobachtungen über die verschiedenartige Ausgeglichenheit der Nachkommenschaften verschiedener Einzelpflanzen. Aus den Einzelheiten der Arbeit läßt sich jedoch ersehen, daß offenbar auch in diesem Falle die Selbststerilität recht groß ist. Schon die Tatsache, daß in den Versuchen von NILSSON 1916 von 228 isolierten Rüben nur 168 Samen ansetzten, und daß 1917 unter 241 isolierten Pflanzen nur 118 Samenträger waren, spricht gegen die Behauptung, daß *Beta vulgaris* nicht zu den typisch allogamen Pflanzen gehöre. NILSSON selbst hebt hervor, daß man nach seinen Versuchen mit einem ziemlich hohen Prozentsatz von mißlungenen Isolierungen rechnen müsse, und daß sich in einzelnen Jahren totale Mißernten ergäben; er führt diese Erscheinungen erstaunlicherweise aber nicht auf die starke Selbststerilität von *Beta vulgaris* zurück.

Eine ähnliche Einstellung zur Frage der Selbststerilität von *Beta vulgaris* nimmt SUNDELIN (29) in einer früheren Arbeit ein. Auf Grund von Versuchen, in denen die Fremdbestäubung bei verschiedenen dicht nebeneinander gepflanz-

ten Sorten untersucht wurde, kam er zu dem Schluß, daß die Rübe nicht typisch allogam sei. In einer späteren Veröffentlichung (30) kommt SUNDELIN auf Grund der Ergebnisse von Isolierungen, die mit Pergamenttüten vorgenommen wurden, allerdings zu dem Ergebnis, daß es bei *Beta vulgaris* eine wirkliche Selbststerilität gibt.

FRUWIRTH (6) findet bei isolierten Beta-Rüben auch im besten Falle „einen nur sehr bescheidenen Ansatz von Knäueln“. Dies führt ihn zum Schluß, daß „eine zwar abgestufte, aber doch sehr große Abneigung der Rübe gegen Nachbarbestäubung“ bestehe, „die bei einzelnen Individuen bis zur vollständigen Selbstunempfänglichkeit ausgebildet ist“. Auch DUDOK VAN HEEL (9) konnte individuell sehr verschieden starken Ansatz nach erzwungener Selbstbestäubung beobachten.

HALLQUIST (8) pflanzte in Samenfelder von roten Rüben einzelne gelbe Rüben in Abständen von 25 m voneinander und ermittelte an der Nachkommenschaft dieser Pflanzen den Grad der spontanen Selbstbestäubung. Diese betrug im Durchschnitt 1,6% mit individuellen Schwankungen von 0—24,4%. HALLQUIST kommt daher zu dem Schluß, daß die Selbstbestäubung bei *Beta vulgaris* eine sehr bescheidene Rolle spielt. Auch TJEBBES (31) bezeichnet die Rübe als eine vorwiegend selbststerile Pflanze.

GRINKO (7) kommt zu dem Ergebnis, daß bei der Zuckerrübe „unter unseren Bedingungen die Selbstbestäubung möglich“ sei, daß aber „die einzelnen Zuckerrübenpflanzen eine scharf zu unterscheidende Reaktion auf die Selbstbestäubung“ zeigten „und einen Knäuelertrag“ geben, der „zwischen 0 und 300 und mehr“ schwanke. Der größte Prozentsatz der selbstbestäubenden Pflanzen fiel „in die Gruppe mit einem Knäuelansatz von 1—50“, darüber hinaus sei der Prozentsatz sehr klein und weise „in den Gruppen mit einem Ertrag von 101—300 und mehr Knäueln nur Bruchteile eines Prozentes auf“. Durch Auslese auf starke Selbstfertilität seien 5 „völlig selbstfertile Rassen“ gefunden worden, die diese Eigenschaften konstant weiter vererbten.

MAGRUDER (19) fand 87,2% aller untersuchten Pflanzen völlig selbststeril, von den restlichen 12,8% zeigte die vorwiegende Mehrzahl eine sehr beschränkte Selbstfertilität, und nur 3 Pflanzen hatten bei Selbstbestäubung einen leidlichen Samenansatz. STEWART (28) isolierte 75 Pflanzen, erhielt aber nur von 59 Pflanzen geringe Mengen von Samen. BONNE (3) erhielt

bei Isolierung von Rübenzweigen in Pergamenttüten einen sehr mangelhaften, bei Isolierung ganzer Pflanzen in Kästen, die mit dichtem Nesselstoff bespannt waren, einen besseren Ansatz. Die Einzelnrüben geben einen individuell sehr verschieden großen Ansatz (20–250 g). Auch OWEN (24) findet starke Unterschiede in der Selbstfertilität. Er unterscheidet hochgradig selbstfertile, mäßig selbstfertile und völlig selbststerile Typen. BREWBAKER (4) isolierte Zuckerrübenpflanzen in Kästen, die mit Musselein bespannt waren. Bei 11,4% der Pflanzen trat kein Ansatz ein. Die übrigen Pflanzen zeigten alle Übergänge von schwachem bis zu praktisch vollständigem Ansatz. OLSSON (22) stellte einen Samenansatz nur bei 5–10% der isolierten Pflanzen fest. Die erbliche Variabilität in dem Ausmaß der Selbstfertilität war außerordentlich groß, sie reichte von völliger Selbststerilität bis zu fast vollkommener Selbstfertilität (Svalöfs weiße Eckendorfer 038). Sehr große individuelle Unterschiede in dem Ausmaß der Selbststerilität bzw. Selbstfertilität wurden auch von KHARETSCHKO-SAVITZKAJA (12) bei Zuckerrüben beobachtet. KRASOTSCHKIN (17) endlich fand bei Isolierung von Rübenzweigen in Pergamenttüten in der Regel einen sehr geringen Samenansatz, er erhielt jedoch bei der Tafelrübe „Green Top“ und bei der Sorte „Giant sugar rose“ sowie bei einigen anderen Sorten einen beträchtlichen Samenansatz nach Selbstbestäubung.

## 2. Wirkung von Inzucht und Auslese auf die Selbstfertilität.

Inzucht hat einen erheblichen Einfluß auf die Selbstfertilität des ingezüchteten Stammes: SUNDELIN (30), ARCHIMOWITCH (1), BREWBAKER (4), KOHLS und DOWN (16) und OLSSON (22) konnten feststellen, daß durch Inzucht die Selbstfertilität ansteigt. Diese Erscheinung wird darauf zurückgeführt, daß durch Inzucht und Auslese die nicht oder schwach selbstfertilen Stämme der betreffenden Population ausgemerzt werden, und daß schließlich nur mehr verhältnismäßig gut selbstfertile Stämme übrigbleiben. Bei längere Zeit hindurch ingezüchteten Stämmen kann jedoch nach SUNDELIN (30) und TJEBBES (31) von Inzuchtgeneration zu Inzuchtgeneration eine Abnahme der Selbstfertilität eintreten, die als Inzuchtfolge gedeutet wird. Nach ARCHIMOWITCH (1) tritt eine solche Abnahme der Selbstfertilität infolge der Inzucht allerdings nur bei schwach selbstfertilen Stämmen ein. Pflanzen mit hoher Selbstfertilität dagegen be-

halten diese auch bei fortgesetzter Inzucht unvermindert bei.

## 3. Die Modifizierbarkeit der Selbstfertilität bei *Beta vulgaris* durch Außenbedingungen.

Auf einen starken Einfluß von Umweltsverhältnissen auf den Ansatz isolierter Rübenpflanzen weist bereits LANG (18) hin. Im Jahre 1906 erhielt er im Durchschnitt einen guten, 1907 dagegen einen sehr schlechten Ansatz. SUNDELIN (30) stellte fest, daß das Ergebnis der Isolierung von Blütenzweigen in Pergamenttüten sehr wesentlich von der Temperatur und der Feuchtigkeit in den Tüten abhängt. Auch HJ. NILSSON (21) konnte beobachten, daß der Knäuelansatz bei Selbstbestäubung sehr stark von der Witterung abhängig ist, und daß bei den isolierten Pflanzen in einzelnen Jahren totale Mißernten eintreten können. OWEN (24) bezeichnet die Selbstfertilität als ein Merkmal, das stark durch die Umwelteinflüsse modifiziert wird. GRINKO (7) schreibt: „Der Geamtprozentsatz der selbstbestäubenden Pflanzen ist nicht konstant und verändert sich nach den Jahren stark, wobei hier eine starke Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen zutage tritt, die in der Periode der Isolation herrschten.“ Diese Beeinflussbarkeit durch die Umweltverhältnisse gilt jedoch nur für die schwach selbstfertilen Formen. Dagegen reagieren die gut selbstfertilen Rassen nur „schwach auf die Außenbedingungen, und ihr Prozentsatz weist eine geringe Veränderung in den einzelnen Jahren auf“.

STEWART (28) führt die Schwankungen im Samenansatz isolierter Rüben auf klimatische Einflüsse zurück: kühle Temperatur sei förderlich, heiße und feuchte Witterung schädlich für den Samenansatz. KHARETSCHKO-SAVITZKAJA (14) endlich erbrachte den experimentellen Nachweis, daß der Samenansatz selbststeriler oder schwach selbstfertiler Rübenpflanzen bei Selbstbestäubung weitgehend von den Umweltverhältnissen abhängt. Wurden Rübenpflanzen aus völlig selbststerilen Stämmen vor dem Aufblühen und während des Aufblühens bei niederen Temperaturen gehalten, so trat nach Selbstbestäubung Ansatz ein. Der Knäuelansatz nahm mit abnehmender Temperatur zu. Das Optimum lag bei 10° C. Der Ansatz selbstbestäubter Rüben betrug bei dieser Temperatur 75%. Dieser Samenansatz sonst selbststeriler Rüben bei niederen Temperaturen wird damit erklärt, daß bei dieser Temperatur die Bildung eines Stoffes, der das Wachstum des eigenen Pollens hemmt, weitgehend unterdrückt wird.

#### 4. Cytologische Untersuchung der Ursachen von Selbststerilität und Selbstfertilität.

Nach den cytologischen Untersuchungen von ZAIKOVSKAJA (33), KHARETSCHKO und SAWITZKY (11) und KHARETSCHKO-SAWITZKAJA (12, 13) beruht die Selbststerilität bei der Zuckerrübe darauf, daß der eigene Pollen von vornherein erheblich schwächer wächst als fremder Pollen. Infolgedessen kommt es meist überhaupt gar nicht erst zur Befruchtung. Wenn dies jedoch der Fall sein sollte, entwickelt sich der Embryo sehr langsam und stirbt häufig früher oder später ab. Die wenigen gebildeten Samen besitzen nur geringe Keimfähigkeit. Bei den selbstfertilen Pflanzen dagegen ist das Wachstum der eigenen Pollenschläufe wesentlich rascher. Bei 100%ig selbstfertilen Pflanzen kann das Wachstum des eigenen Pollens genau so rasch verlaufen wie das fremden Pollens. Je geringer die Selbstfertilität ist, um so mehr ist der Eintritt der Befruchtung bei Bestäubung mit eigenen Pollen gegenüber dem Eintritt der Befruchtung bei Fremdbestäubung verzögert. Pflanzen, die eine hochgradige Fähigkeit zur Selbstbefruchtung haben, brauchen nicht auch gleichzeitig die Fähigkeit zur Bildung lebensfähiger Samen zu besitzen. Die Fähigkeit zur Selbstbefruchtung und die Fähigkeit zur Bildung normaler Samen scheinen demnach voneinander unabhängig zu sein.

#### 5. Keimfähigkeit der aus Selbstbefruchtung erhaltenen Samen.

Daß von KHARETSCHKO-SAWITZKAJA (13) eine geringe Keimfähigkeit der durch Selbstbefruchtung erzielten Samen festgestellt wurde, wurde bereits erwähnt. GRINKO (7) schreibt, daß die Keimfähigkeit der durch Selbstbefruchtung erhaltenen Samen gering ist und für gewöhnlich 30–60 % beträgt. Die Keimfähigkeit der stärker selbstfertilen Rassen ist erheblich höher, sie liegt zwischen 60 und 100 %. Eine individuell verschiedene Abnahme der Keimfähigkeit der durch Selbstbestäubung erzielten Knäuel stellten zahlreiche Forscher, so VON VOGELANG (32), LANG (18), FRÖHLICH (5), ROEMER (27) und BREWBAKER (4) fest.

#### 6. Genetik der Selbstfertilität.

Der Erbgang der Selbstfertilität wurde von OWEN (23, 24) analysiert. Er stellte fest, daß ein einziges Faktorenpaar SF die Fähigkeit zur Selbstbefruchtung reguliert. Dieses Gen für Selbstfertilität liegt nach OWEN und ABEGG (25) im R-Chromosom, in dem u. a. auch die Gene für rote Färbung der Rübenschale, für Ein-

jährigkeit und für Resistenz gegenüber Curly-top liegen.

#### VI. Auswertung.

Fassen wir die von uns experimentell erhaltenen Ergebnisse und die eben angeführten Resultate der anderen Forscher zusammen, so ergibt sich für die Frage der Selbstfertilität bei *Beta vulgaris* folgendes Bild: Bei *Beta vulgaris* finden sich selbststerile Pflanzen, schwach selbstfertile Pflanzen, Pflanzen mit mittelgroßer Selbstfertilität, hochgradig selbstfertile Pflanzen und Pflanzen, die absolut selbstfertil sind. Die überwiegende Mehrzahl der Pflanzen ist selbststeril oder schwach selbstfertil. Pflanzen mit mittlerer Selbstfertilität sind bereits recht wenig vertreten, und Pflanzen mit starker Selbstfertilität finden sich bereits sehr selten. Vollständig selbstfertile Pflanzen finden sich nur äußerst selten. Der Samenansatz nach Selbstbestäubung hängt bei den selbststerilen und bei den nicht völlig selbstfertilen Pflanzen von den Umweltsverhältnissen, in erster Linie von der Temperatur ab. Durch niedrige Temperaturen wird der Samenansatz nach Selbstbestäubung gefördert, durch hohe Temperaturen dagegen gehemmt. Die Abhängigkeit des Samenansatzes selbstbestäubter Rüben von den Außenbedingungen ist um so größer, je geringer die Selbstfertilität, und um so schwächer, je höher diese ist. Völlig selbstfertile Pflanzen sind in ihrem Samenansatz von den Außenbedingungen unabhängig. Die Selbstfertilität ist erblich. Nach OWEN, dem allerdings nur hochgradig selbstfertile Pflanzen zur Verfügung standen, wird sie monohybrid vererbt. Die oben wiedergegebenen Ergebnisse der eigenen Kreuzungen zwischen selbststerilen Kulturrüben und völlig selbstfertiler *Beta maritima* lassen darauf schließen, daß in diesem Falle die Selbstfertilität dihybrid dominant vererbt wird.

Die starke Abhängigkeit des Knäuelansatzes aller nicht völlig selbstfertilen Rüben von den Außenbedingungen während der Blütezeit lassen den Wert der nur hochgradig selbstfertilen Rüben für die Züchtung nur sehr beschränkt erscheinen. Abgesehen vielleicht von einigen in russischen Züchtungsstationen ausgelesenen Formen, dürfte es sich aber bei allen anderen „selbstfertilen“ Rüben nur um solche hochgradig selbstfertile Formen handeln.

Die von uns für die Kreuzungen verwendete *Beta maritima* und die selbstfertilen Formen aus der Nachkommenschaft dieser Kreuzungen sind im Gegensatz dazu uneingeschränkt selbstfertil, und diese Selbstfertilität ist durch äußere Fak-

toren in keiner Weise zu modifizieren. Damit besitzen wir ein für die Züchtung äußerst wichtiges Ausgangsmaterial. Die Tatsache, daß die selbstfertile *Beta maritima* aus Anatolien stammt, widerlegt die Annahme von KRASOTSCHKIN (17), daß selbstfertile Rüben nur oder doch bevorzugt aus nördlicheren Breiten stammten.

Das züchterische Ziel, das wir uns zunächst gesetzt haben, ist die Schaffung von selbstfertilen Stämmen verschiedener Zucker-, Futter- und Salatrübensorten. Erreicht werden soll dieses Ziel durch Rückkreuzung der selbstfertilen Typen der  $F_1$ , der ersten, zweiten, dritten usw. Rückkreuzungsgeneration mit der entsprechenden Kulturrübensorte. Vorteilhaft für die rasche Erreichung dieses Zieles dürfte die von *Beta maritima* stammende Dominanz des Blühens im ersten Jahre sein, da auf diese Weise in einem Jahr mindestens eine Generation erzielt werden kann. Die Rückkreuzung erfolgt bei den einjährigen selbstfertilen Pflanzen ganz wahllos, von den zweijährigen wurden nur diejenigen für die Kreuzung ausgewählt, die dem Typ der betreffenden Kulturrübe am nächsten kommen. Sobald die selbstfertilen Rüben von den entsprechenden selbststerilen Kultursorten nicht mehr zu unterscheiden sind, tritt das zweite Ziel unserer Arbeit in den Vordergrund, die Schaffung von Stämmen und Linien, die durch Inzucht weitgehend homozygot gemacht worden sind, und die als Grundlage für die Heterosis- und Immunitätszüchtung dienen können.

## VII. Zusammenfassung.

1. Mehrjährige Untersuchungen an zahlreichen Kulturrübensorten ergaben einen lückenlosen Übergang von völlig selbststerilen bis zu völlig selbstfertilen Pflanzen.

2. Die selbststerilen und die schwach selbstfertilen Pflanzen sind am häufigsten vertreten, je höher die Selbstfertilität ist, um so geringer ist die Individuenzahl der betreffenden Gruppe.

3. Es gelang, bei einer aus Anatolien stammenden *Beta maritima* völlige Selbstfertilität festzustellen.

4. Bei nicht völlig selbststerilen Rüben hängt das Ausmaß des Ansatzes nach Selbstbestäubung weitgehend von den Außenbedingungen ab, und zwar ist diese Abhängigkeit um so größer, je geringer die Selbstfertilität ist.

5. Der Samenansatz völlig selbstfertiler Rüben ist nicht umweltbedingt.

6. Die Selbstfertilität wird in dem vorliegenden Falle wahrscheinlich dihybrid dominant vererbt.

7. Dihybride Vererbung konnte für die Färbung der Rübenschale, monohybrid dominante für das Blühen im ersten Jahre sowie für die „Rotnervigkeit“ des Sprosses wahrscheinlich gemacht werden.

8. Die unbedingte Selbstfertilität unserer Herkunft von *Beta maritima* und die genetisch einfache Art der Vererbung der Selbstfertilität lassen diese Pflanze als geeignete Grundlage für die Züchtung selbstfertiler Kulturrüben erscheinen.

## Literatur.

1. ARCHIMOWITSCH, A.: Trans. Belaya Tserkov Plant Breed. Sta. 6 (1931). — 2. ABEGG, F. A.: J. Agric. Res. 1936, 493—511. — 3. BONNE, C.: Z. Zuckerind. 83, 357—375 (1933). — 4. BREWBAKER, H. E.: J. Agric. Res. 48 (1934). — 5. FRÖHLICH, G.: Die Isolierung der Mutterrüben 15, 1—5 (1908). — 6. FRUWIRTH, C.: Zur Frage der Selbstempfänglichkeit und der Inzuchtwirkung bei der Rübe. Festschrift zum 70. Geburtstage von Wilh. Edler. Berlin 1925, S. 29—46. — 7. GRINKO, G. G.: Proc. USSR. Congress, Leningrad 4, 111—120 (1929). — 8. HALLQUIST, C.: Hereditas (Lund) 9, 411 (1927). — HEEL, D. VAN: Onderzoekingen over de ontwikkeling van de Anthere, van den Zaadknop en van Het Zaad by *Beta vulgaris*. Diss. Delft 1925. — 10. KAJANUS, B.: Z. Pflanzenzüchtg 5, 357—372 (1917). — 11. KHARETSCHKO, E. J., u. SAVITZKY: C. r. definitif de la IV. Ass. de l'Inst. Internat. Rech. Betteravières 1935, 127—129. — 12. KHARETSCHKO-SAVITZKAJA, E.: Proc. USSR. Congr. Genet. Plant- and Animal Breed. 2, 539 bis 549 (1930). — 13. KHARETSCHKO-SAVITZKAJA, E.: Nauën. Zapiski Sakharnoi Promyšlennosti 12, 25—44 (1935). — 14. KHARETSCHKO-SAVITZKAJA, E.: C. r. Acad. Sci. URSS. 18, 471—476 (1938). — 15. KOHLS, H. L.: Sugar Beet J. 2, 165—167 (1937). — 16. KOHLS, H. L., and E. E. DOWN: J. Amer. Soc. Agron. 26, 327—332 (1934). — 17. KRASOTSCHKIN, W. I.: Bull. Appl. Bot. Sibiric A 1936 Nr. 19, 15—27. — 18. LANG, H.: Bl. Zucker-rübenbau 1908, 37—43. — 19. MAGRUDER, R.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 28, 328—331 (1931). — 20. MUNERATI, O.: Z. Pflanzenzüchtg 17, 84 (1932). — 21. NILSSON, H.: Sveriges Utsädesförening Tidskrift 32, 222—251 (1922); 33, 75—92 (1923). — 22. OLSSON, P. A.: Züchter 8, 208—211 (1936). — 23. OWEN, F. V.: Amer. Naturalist 70, 58—59 (1936). — 24. OWEN, F. V.: Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Tech. 1938, 72—73. — 25. OWEN, F. V., and F. A. ABEGG: Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Tech. 1938, 72. — 26. PEDERSEN, A.: Nordisk Jordbrugsforskning 1928, 271—297. — 27. ROEMER: Z. Pflanzenzüchtg 5, 381 (1917). — 28. STEWART, G.: J. Amer. Soc. Agron. 25, 237—258 (1933). — 29. SUNDELIN, G.: Sveriges Utsädesförs. Tidskrift 36, 153 (1926). — 30. SUNDELIN, G.: Sveriges Utsädesförs. Tidskrift 44, 329—352 und 363—385 (1934). — 31. TJEBBES, K.: Nordisk Jordbrugsforskning 1929, 660. — 32. VON VOGELSANG: Jb. dtsh. Landw. ges. 22, 309—325 (1907). — 33. ZAIKOVSKAJA, N. E.: Nauën. Zapiski Sakharnoi Promyšlennosti 1934 Nr. 12, 18—32.