©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Aktuelle Probleme der Pflanzenzüchtung im Spiegel der Zuckerrübe.

Von Prof. Dr. Kurt Sedlmayr, Wien.

Vortrag, gehalten am 28. Jänner 1959.

Ich habe die Zuckerrübe nicht nur deshalb für diese Untersuchung gewählt, weil sie als eine unserer wichtigsten Kulturpflanzen das Rohmaterial der europäischen Zuckerindustrie geworden ist, sondern vor allem deshalb, da an dieser Pflanze, die sozusagen vor unseren Augen entstanden ist, besonders anschaulich die Bedeutung genetisch-physiologischer Grundlagenforschung für die praktische Pflanzenzüchtung gezeigt werden kann.

Als Sigismund Marckgraf im Jahre 1747 in der Runkelrübe einen Stoff fand, der „nicht nur etwas Zuckerähnliches, sondern mit dem Zucker des Zuckerrohres völlig identisch ist" ahnte er selbst kaum, daß diese Entdeckung die Grundlage einer neuen Industrie, der Rübenzuckerfabrikation sein würde. Erst sein Nachfolger an der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Franz Karl Achard war es, der diese Entdeckung in die Praxis um-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

setzte. Seiner unermüdlichen und genialen Arbeit ist es zu danken, daß die Vorbedingungen für die Erzeugung von Zucker aus Runkelrüben geschaffen wurde.

Bis dahin war das einzige Rohmaterial für die Zuckererzeugung das Zuckerrohr, das schon von Christoph Columbus auf seiner zweiten amerikanischen Reise nach den westindischen Inseln gebracht wurde. Europa war damals ausschließlich auf die Einfuhr überseeischen Kolonialzuckers angewiesen, der von englischen Kaufleuten und auf englischen Schiffen nach dem Kontinent gebracht wurde. Der Negeraufstand von San Domingo zeigte zum erstenmal die Gefahr und die Abhängigkeit, die diese Situation für den Kontinent bedeutete. Aber erst die Kontinentalsperre Napoleons richtete die ganze Aufmerksamkeit der europäischen Wirtschaft und der preußischen und französischen Regierung auf Achards Versuche.

Achard war Zuckerfabrikant, Rübenbauer und Rübenzüchter in einer Person und seine züchterischen Erfolge sind um so erstaunlicher, als damals weder die botanischen noch die chemisch-analytischen und technologischen Voraussetzungen für eine solche Arbeit gegeben waren. Wenn seine Versuche, die zur Erzeugung von weißem Kristallzucker aus Runkelrüben im Großen führten, zu seinen Lebzeiten keinen endgültigen Erfolg gebracht haben und seine Fabrik nach dem Zusammenbruch

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der Kontinentalsperre die Tore schließen mußte, so zeigt dies nur, wie sehr er mit seinen Ideen der Zeit vorausgeeilt war. Achard starb in Armut und vergessen im Jahre 1822, aber die Zuckerrübe, die er geschaffen, lebte und nach einigen Jahren oder Jahrzehnten des Stillstandes begann eine stürmische Entwicklung der Rübenzuckerfabrikation in fast allen Ländern Europas.

Der Genialität Achards ist es zu danken, daß er in der weißen schlesischen Rübe das geeignete Material für die Zuckererzeugung aus Rüben fand, der Ausdauer Koppys, daß dieses Material nicht verloren ging und so die schlesische Runkelrübe die Stammutter unserer Zuckerrübensorten wurde.

Aber erst planmäßige Auslese und Züchtung konnte diese Rübe so weit verbessern, daß sie erfolgreich die Konkurrenz mit dem Zuckerrohr aufnehmen konnte.

Ohne auf die Anfänge der Zuckerrübenzüchtung näher einzugehen, sollen doch zwei Meilensteine der Entwicklung erwähnt werden: der eine war die Einführung des Polarimeters zur Bestimmung des Zuckergehaltes (Kleinwanzleben 1862), eine Erfindung, die erst die Grundlage für eine planmäßige Auslese auf Zuckergehalt schuf. War es doch bis dahin nicht möglich, den Zuckergehalt der Rübe direkt zu bestimmen, sondern man mußte aus dem spezifischen Gewicht der Rüben sehr unsichere

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Schlüsse auf die Qualität des Zuchtmateriales ziehen. Der zweite Meilenstein war die Einführung der Nachkommenschaftsprüfung, die von Vilmorin schon 1854 empfohlen (und von Gregor Mendel bei seinen Vererbungsversuchen mit Erbsen unabhängig von Vilmorin schon früher angewandt) in die Rübenzüchtung erst 1887 von Dippe (Quedlinburg) eingeführt wurde und zu einem schnellen Anstieg des Zuckergehaltes und der Rübenernten führte. Die Erfolge der Zuckerrübenzüchtung im vorigen Jahrhundert waren wirklich erstaunlich und ein Vorbild und Ansporn für die Züchter anderer landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. In kaum einhundert Jahren waren aus der schlesischen Runkelrübe mit einem Zuckergehalt von 5—6% zahlreiche Hochzuchten entstanden, die neben hohen und sicheren Rübenerträgen eine Ausbeute von 14 und mehr Perzent Zucker lieferten.

Seit der Mitte des vorigen Jahrhundertes entstanden in allen Staaten des Kontinentes Rübenzuckerfabriken, die Welterzeugung an Zucker wurde am Ende des Jahrhundertes bereits zur Hälfte aus Rüben gedeckt, der Zuckerverbrauch stieg auf ein Vielfaches, aus einem Luxusartikel wurde ein Volksnahrungsmittel, das von Jahr zu Jahr an Bedeutung gewann.

Aber nach der Jahrhundertwende trat ein Stillstand ein: wenn es auch gelang, den Zuckergehalt der Rübe noch um einige Zehntel Perzent zu stei-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gern, so doch nur mehr auf Kosten des Ertrages und der Ertragssicherheit der neuen Sorten. Dieser Stillstand war um so überraschender, als ja mit der Wiederentdeckung der Mendel'schen Vererbungsgesetze (1900) die Züchtung von landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen erst ihre wissenschaftliche und genetische Grundlage bekam und die planmäßige Anwendung der Kreuzungszüchtung — vor allem ein Verdienst E. Tschermaks — zur Züchtung zahlloser wertvoller neuer Sorten geführt hatte. In Fachkreisen wurde daher immer häufiger die Meinung laut, daß eben der Genvorrat der Rübe erschöpft sei (was bei der schmalen Basis des Ausgangsmateriales begreiflich sei) und eine weitere Steigerung der an und für sich hohen Erträge durch züchterische Maßnahmen nicht mehr erwartet werden könne.

Und doch bahnte sich seit den zwanziger Jahren gerade bei einer anderen wichtigen landwirtschaftlichen Kulturpflanze, dem Mais, ein züchterischer Erfolg an, der in seiner Art einzig dasteht: ausgehend von rein theoretischen Kreuzungsversuchen mit Inzuchtlinien wurden in den Vereinigten Staaten Hybridsorten gezüchtet, die sich seit dem Beginn der dreißiger Jahre sprunghaft in der Praxis verbreiteten und zu einer Steigerung der Körnermaiserträge um 20 und mehr Perzent geführt haben. Was dies für die Landwirtschaft Amerikas und später der ganzen Welt bedeutete, kann in hun-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

derten von Millionen Dollar kaum ausgedrückt werden.

Wie sollte man aber die Methode der Hybridmais-Züchtung, die Erzeugung von Gebrauchskreuzungen im Großen, auf die Rübenzüchtung anwenden, da die zahllosen kleinen Blüten der Rübe selbst von der geschickten Hand des Züchters nur mit Mühe kastriert werden können, während beim Mais die Entfahnung der mütterlichen Kreuzungspartner auch im Großen schnell und sicher durchgeführt werden konnte?

So feierte die Massenauslese in der Zuckerrübenzüchtung weitere Orgien und in diesem vergeblichen Bemühen versuchte man durch immer strengere Auslese, durch Untersuchung von hunderttausenden von Rüben einen Erfolg zu erreichen, obwohl Muneratis Versuche schon das Vergebliche eines solchen Beginnens gezeigt hatten. Die fortschrittlichen Züchter glaubten in der Methode der Familienauslese die Methode der Rübenzüchtung gefunden zu haben. So schrieb Erwin Baur, der große deutsche Genetiker:

„Der Grundgedanke“ (der Familienzüchtung bei Rüben) „ist ähnlich wie beim Roggen der, daß sozusagen alle Rübenpflanzen eines Feldbestandes mit dem gleichen Blütenstaub befruchtet werden, eben mit der Wolke von buntgemischtem Blütenstaub, der zur Blütezeit über dem Samenrübenfeld schwebt. Wenn von 100 einzeln aus-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gewählten, durchwegs mit dem gleichen Blütenstaubgemenge befruchteten Rübenpflanzen einige eine wesentlich bessere Nachkommenschaft liefern als die anderen, so kann dies nur darin liegen, daß diese paar Mutterpflanzen in ihrer erblichen Veranlagung entsprechend besser waren, als die übrigen. Wenn man dann innerhalb dieser besten Familien die Selektion nach Mutterrüben fortsetzt und dafür sorgt, daß ebenfalls nur Rüben aus diesen besten Familien für die Bestäubung das Pollengemisch liefern, so muß eine solche Selektion langsam aber sicher zu einer gewissen Stabilisierung, Konstanz der gewünschten Eigenschaften führen."

Diese These Baurs wurde nicht nur von allen Lehrbüchern, sondern auch von den praktischen Züchtern übernommen. In Wirklichkeit sind jedoch die von Baur ausgesprochenen Voraussetzungen gar nicht gegeben, da

1. die Bestäubung nicht gleichmäßig, sondern spezifisch erfolgt (Drüsedau), weil die Nachbarrüben an der Bestäubung einer Mutterpflanze in größerem Maße teilnehmen als die entfernt stehenden Samenrüben einer Familie,

2. die Befruchtung nicht zufällig, sondern selektiv erfolgt (Sedlmayr), weil der genetisch fremde Pollen auf der Narbe schneller keimt und im Gewebe des Stempels schneller wächst,

3. die so entstandenen Hybridpopulationen eine mehr oder weniger ausgeprägte Heterosiswirkung

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zeigen (also nicht die erbliche Leistung der Mutter für die Leistung der Nachkommenschaft entscheidend ist) und

4. bei der Auslese der besten Rüben aus diesen besten Nachkommenschaften wieder in erster Reihe Hybriden erfaßt werden, deren ephemere Heterosisleistung nicht stabilisiert werden kann.

Die Zuckerrübenzüchtung war in eine Sackgasse geraten!

Heute, da der Stillstand endlich überwunden ist und mit neuen Methoden bessere Rübensorten gezüchtet wurden, können wir die tieferen Gründe für den Mißerfolg erkennen und näher untersuchen. Er lag in der mangelnden Grundlagenforschung bei diesem Objekt.

Genetik

Nach einigen wenig geglückten genetischen Untersuchungen, die selbst bei so einfachen Merkmalen wie der Vererbung der Rübenfarbe keine klaren und eindeutigen Ergebnisse brachten, wandte sich die junge Genetik bald anderen Objekten zu, bei denen (wie bei Gerste und Löwenmaul, bei Taufliege und später Neurospora) die Versuche viel exakter, die Kreuzungen leichter und sicherer und die Vermehrung der Nachkommenschaften schneller und billiger durchgeführt werden konnten als bei den Beta-Rüben, die sich als besonders sprödes und undankbares Material für genetische

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Versuche erwiesen: Die künstliche Kreuzung und Kastration der kleinen Blüten verursacht Schwierigkeiten, die Selbstbefruchtung ist bei den selbststerilen Typen unmöglich, die Blüh- und Befruchtungsverhältnisse waren ungeklärt, die vegetative Vermehrung umständlich, die Isolierung der Nachkommenschaften schwierig und unsicher, die Vermehrung der zweijährigen Rüben langsam, die vergleichenden Versuche stellten große Anforderungen an die Versuchstechnik und die qualitativen Untersuchungen, die ja gerade bei der Zuckerrübe von ausschlaggebender Bedeutung sind, verlangten ein gut eingerichtetes Laboratorium und geschultes Personal. Nur wenige, eindeutige morphologische Merkmale stehen für eine Erbanalyse zur Verfügung und auch diese erwiesen sich (wie z. B. die Form der Rübe) meist als wenig konstant und im hohen Maße modifizierbar. Kein Wunder, daß die genetischen Untersuchungen an Rüben immer mehr vernachlässigt wurden und die praktische Züchtung sich in einem flachen und unfruchtbaren Empirismus verlief.

Blüh- und Befruchtungsverhältnisse

Erst mühsame Untersuchungen sowjetischer Forscher in den dreißiger Jahren (Archimovitsch, Krasochkin u. a.) brachten etwas Licht in die komplizierten und uneinheitlichen Befruchtungsverhältnisse der Rübe. Es zeigte sich, daß

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

verschiedene Biotypen der Art sich in dieser Beziehung verschieden verhalten können und alle Übergänge von selbstfertilen bis zu völlig selbststerilen Rüben vorhanden sind. Beim gemeinsamen Abblühen einer roten Futter- und einer weißen Zuckerrübe unter einem Isolator finden wir in der Nachkommenschaft beider Elternpflanzen bis zu 100% Hybriden (rote, in den Boden wachsende, zuckerrübenförmige Rüben), die Befruchtung erfolgt also nicht zufällig, sondern selektiv und zwar meist so, daß der fremde Pollen auf der fremden Narbe schneller keimt und im fremden Griffel Gewebe schneller wächst als der eigene. Nach Owen ist diese Parasterilität durch eine Allelreihe bedingt: nach der Hypothese von East keimt der Pollen mit den Allelen S_1 und S_2 nur langsam oder überhaupt nicht auf dem genetisch gleichen Griffel, während genetisch verschiedene Mütter mit den Allelen $S_3 — S_x$ leicht und schnell befruchtet werden:

$$S_1S_2 \times S_3S_4 = \text{fertil}$$

$$S_1S_2 \times S_1S_2 = \text{steril}$$

Dagegen geben selbstfertile Rüben mit dem Allel S_f stets selbstfertile Nachkommen und diese Selbstfertilität wird in der Nachkommenschaft auch nach Selbstbefruchtung rein vererbt, da nur S^f, also selbstfertile Nachkommen entstehen können:

$$S_fS_1 \times S_1S_2 = S_fS_1 + S_fS_2$$

Diese Parasterilität ist aber stark umweltbedingt, so daß bei kühleren Temperaturen und vielleicht

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

auch am Beginn der Blüte eine Selbstbefruchtung eher zu erwarten ist, als bei heißem Wetter und während der Hauptblütezeit.

Auch andere Umstände können den Grad der Selbstbefruchtung (oder genauer gesagt Nachbarbefruchtung — Geitonogamie) und damit die Zahl der Hybriden in der Nachkommenschaften zweier Kreuzungspartner (Pärchen) wesentlich modifizieren. So finden wir in der freien Bestandeskreuzung zwischen di- und tetraploiden Rüben stets mehr Triploide in der Nachkommenschaft der Tetraploiden als umgekehrt. Wie weit dies als eine Folge der größeren Zahl der haploiden Pollen oder ihrer größeren Keimungsenergie oder ihrem schnelleren Wachstum im tetraploiden Griffelgewebe anzusprechen ist oder auf andere Gründe zurückzuführen ist, muß erst geklärt werden. Hier zeichnet sich eine Möglichkeit zur Züchtung triploider Hybridsorten ab; es muß sich aber erst zeigen, wie weit eine rekurrente Selektion auf reziproke Kombinationsfähigkeit (Sedlmayr) die Zahl der Hybriden in der Nachkommenschaft wesentlich gesteigert werden kann.

Von noch größerer Bedeutung für die praktische Züchtung kann die von Owen in Salt Lake City gefundene plasmatisch vererbte Pollensterilität werden:

Werden solche plasmatisch pollensterile Rüben der Formel Sxxzz mit Pollenspendern der Formel

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Nxxzz gekreuzt, bekommen wir in der Nachkommenschaft 100% pollensterile Sxxzz Hybriden. Es genügt aber nicht, plasmatisch pollensterile Linien zu finden, wir brauchen hiezu auch die komplementären O Linien mit den rezessiven Restorergenen xxzz. Sind diese Gene im Pollenspender teilweise oder zur Gänze in dominanter Form vorhanden, so wird die Pollensterilität in der Nachkommenschaft teilweise oder ganz aufgelöst!

Wir haben also die Möglichkeit, durch biologische Kastration einer beliebigen Rübensorte uniforme Gebrauchskreuzungen zu erzeugen. Erst so wird es möglich sein, die Vorteile der Inzucht durch planmäßige Kreuzung von Inzuchtlinien mit höchster spezifischer Combining ability zu nützen. Die Erforschung der Blüh- und Befruchtungsverhältnisse der Rübe zeigt uns neue, vielversprechende Wege der Heterosiszüchtung bei Rüben.

Entwicklungsbiologie

Wenn man bedenkt, daß homozygote Inzuchtlinien nur nach mehrmaliger Selbstbefruchtung erwartet werden können, daß wir die plasmatische Pollensterilität erst nach vielfacher Rückkreuzung in unsere Sorten einbauen können und dazu die komplementären O Linien durch Probekreuzungen finden müssen, ist es klar, daß bei einem zweijährigen Generationswechsel es Jahrzehnte dauern

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

würde, bis wir praktisch im Großen Heterosissaatgut aus der Kreuzung von pollensterilen Inzuchtlinien und ihren entsprechenden Kreuzungspartnern erzeugen können.

Die Erforschung des Thermo- und Photoperiodismus der Rübe gibt aber die Möglichkeit, die generative Entwicklung willkürlich abzukürzen und statt jedes zweite Jahr eine, jedes Jahr zwei Generationen heranzuziehen, zwei Samenernten zu erzielen. Es würde zu weit führen, wollte ich hier auf die entwicklungsphysiologischen Grundlagen näher eingehen und die Schwierigkeiten schildern, die auf diesem Gebiete zu überwinden waren.

In Kürze nur so viel, daß eine mindestens 50 Tage dauernde Kältebehandlung der jungen Pflänzchen bei + 5 — 7 C genügt, um die generative Entwicklung zweijähriger Rüben auszulösen, daß ferner eine kurze Zusatzbeleuchtung bewirkt, daß die so behandelten Rüben bei entsprechenden Temperaturen schossen, blühen und fruchten.

Zur praktischen Durchführung dieses Verfahrens sind natürlich entsprechende Kühlräume und Glashäuser erforderlich, in denen die Rüben auch im Winter bei künstlicher Zusatzbeleuchtung herangezogen werden können. Es ist interessant, daß auch eine verhältnismäßig kurze Unterbrechung der Dunkelperiode genügt, um die generative Entwicklung der jarovisierten Rüben auszulösen und daß neben der Intensität auch die Qualität des Lichtes

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

eine große Rolle spielt. Es sind vor allem die roten und infraroten Strahlen wirksam, doch spielen Wasser und Nährstoffe eine modifizierende Rolle, so daß jahrelange Erfahrungen und eine sorgfältige Kontrolle der Licht-, Temperatur-, Wasser- und Nährstoffverbindungen notwendig sind, um in sechs bis sieben Monaten sicher eine Samenernte zu bekommen. Was aber diese Beschleunigung der Generationsfolge für den Züchter und Vererbungsforscher bedeutet, braucht kaum betont zu werden.

Die Hoffnung, auch bei Beta vulgaris durch Giberellin-Behandlung das Schossen auslösen zu können, ist leider bisher enttäuscht worden.

Am Rande sei hier erwähnt, daß die Auslösung der Blüte von zweijährigen Pflanzen unter Kurztagsverhältnissen von großer praktischer Bedeutung für die tropische Pflanzenzüchtung sein kann. Mußte doch bisher der Samen der Langtagspflanzen für diese Gebiete aus dem Norden bezogen werden; eine kurze Unterbrechung der Dunkelperiode durch Leuchtraketen könnte aber auch unter Kurztagsbedingungen die generative Entwicklung der in Kühlhäusern javorisierten Pflanzen auslösen und damit eine Selektion und Vermehrung unter tropischen Bedingungen ermöglichen.

Aber zurück zur Rübe: durch Thermo- und Photoinduktion der generativen Entwicklung können wir, wie gezeigt, die Vermehrung unseres

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Zuchtmateriales auf ein Viertel der bisher benötigten Zeit verkürzen und so in selbstfertilen Typen Inzuchtlinien in verhältnismäßig kurzer Zeit stabilisieren. So lange wir aber nicht über ein solches Material homozygoter Inzuchtlinien verfügen, müssen wir andere Wege suchen, um die heterozygoten Partner (Eltern einer erfolgreichen Probekreuzung) unverändert genetisch konstant aufrechtzuerhalten und so die Kreuzung jederzeit reproduzieren zu können.

Vegetative Vermehrung der Mutterrüben.

Chroboczek hat schon in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ein Verfahren zur vegetativen Vermehrung von Zuckerrüben, das sogenannte Asexualverfahren beschrieben, das aber bald in Vergessenheit geraten ist und in die praktische Zuckerrübenzüchtung keinen Eingang gefunden hat. Eine Teilung der Mutterrüben wird zwar von vielen Züchtern vorgenommen, um von einer einzelnen Rübe mehr Samen zu bekommen, wenn wir aber eine größere Vermehrung und eine durch längere Zeit anhaltende Erhaltung wertvoller Mutterrüben erreichen wollen, so so müssen wir zu wirksameren Methoden greifen. In Betracht kommt:

1. ein Verklonen der schlafenden Augen
2. ein Verklonen der semivegetativen Samenstengel

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

3. ein Remontieren der Rüben
4. ein Verklonen remontierender Rüben.

Alle diese Wege sind gangbar, es würde aber zu weit führen, wenn ich hier im Einzelnen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren untersuchen wollte. Wesentlich ist, daß wir heute durch Kurztagsbehandlung, Hitzeschock und andere Methoden die Klone beliebig lang vegetativ erhalten und vermehren und zu gleicher Zeit nach Belieben einen Teil des Klones zur generativen Entwicklung bringen können.

Artbastarde.

Wenn man früher annahm, daß der Genvorrat der Rübe bereits erschöpft sei, so war daran sicher auch ein Körnchen Wahrheit: tatsächlich sind manche wertvolle Gene im Laufe der Kultur verloren gegangen oder überhaupt nicht in der Art Beta vulgaris anzutreffen. Es gilt dies vor allem für einige Resistenz-Gene. Durch Rückkreuzung mit verschiedenen Biotypen der Wildrübe Beta maritima ist es schon Munerati und später mir gelungen, cercosporaresistente Zuckerrüben zu züchten, die heute in Ungarn fast ausschließlich gebaut werden. In anderen Wildrübenarten finden wir andere wichtige Merkmale und es ist eine der interessantesten züchterischen Aufgaben, durch Bastardierung mit anderen Arten der Gattung Beta diese wertvollen Gene in unsere Kulturrüben einzubauen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Nematodenresistenz der B. patellaris ist gewiß wichtig genug, um alles zu versuchen, diese Art mit unseren Kulturrüben zu kreuzen. Wenn auch die bisherigen Versuche vergeblich waren, so hofft man neuerlich über einen Umweg, nämlich die Kreuzung mit der Mangoldrübe, fruchtbare Hybriden bekommen zu können. — Die hexaploide B. trgyna wurde bereits von Tschermak mit unserer Zuckerrübe gekreuzt, ohne daß es bisher gelungen wäre, die Hybriden über die zweite Generation hinaus zu erhalten — und doch könnte die Dürreresistenz und Vitalität und vor allem die Mehrjährigkeit dieser Art — die vom zweiten Jahr an jährlich große Samenernten gibt — für den Rübensamenbau von Interesse sein. In Kleinwanzleben wurden von Schneider durch Kreuzung mit der Wildrübe B. lomatogona auch einkeimige Hybriden erhalten, die zu besichtigen ich bei Prof. Heinisch in Kleinwanzleben Gelegenheit hatte. Diese Einkeimigkeit kann nicht nur eine bedeutende Arbeitsersparnis beim Vereinzeln bedeuten, sondern auch für den Züchter von Vorteil sein.

Monogerme Rüben.

Die aus einem Rübenknäuel erwachsenen Rübenpflänzchen stehen so dicht beieinander und wachsen so eng zusammen, daß ein Vereinzeln mit der Hand unvermeidlich ist und selbst bei sorgfältiger Arbeit die belassenen Rüben oft verletzt und in ihrer Ent-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wicklung gestört und zurückgehalten werden. Daneben dürfen aber die Schwierigkeiten nicht unterschätzt werden, die dem Genetiker und Züchter durch die knäuligen Blütenstände der Rübe verursacht werden. Die von einem gemeinsamen Perikarp eingeschlossenen Samen können nicht nur genetisch verschieden sein (da ja die verschiedenen Blüten eines Knäuels von verschiedenen Pollen befruchtet werden), sondern sind auch physiologisch verschieden, da die Samenanlagen nicht zur gleichen Zeit befruchtet werden, zur Reife nicht gleichaltrig sind und daher ein sehr verschieden entwickeltes und großes Endo- und Perisperm besitzen. Die Anfangsentwicklung der verschiedenen Pflanzen eines Knäuels ist daher sehr verschieden und dieser Unterschied in der Anfangsentwicklung wirkt sich noch bei der Ernte im Gewicht und Zuckergehalt der Rüben aus. Dies bedeutet natürlich eine große Schwierigkeit bei genetischen Untersuchungen quantitativer Merkmale (ein weiterer Grund für den Genetiker, Hand von der Rübe zu lassen), aber auch Schwierigkeiten für den Züchter — ist doch eine unbeabsichtigte Selektion beim Vereinzeln bei aller Vorsicht unvermeidlich —.

Während bei den meisten Kulturpflanzen eine oft unbewußte Auslese auf Großsamigkeit am Beginn der Züchtung steht und nur zu oft erst die Wildpflanze zur Kulturpflanze macht (denken wir an unsere Getreidearten und Hülsenfruchter),

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

konnte bei der Rübe eine Selektion in dieser Richtung bisher nicht einmal beginnen, da Großknäuligkeit nicht mit Großsamigkeit, sondern mit Vielsamigkeit korreliert ist. Eine Auslese auf große Knäuel — durch Sortieren schnell und leicht durchführbar — ist daher nicht nur wirkungslos, sondern kann sogar schädlich sein, da die Vielsamigkeit der Knäuel (die auch vererbt wird) zu einer noch ungleichmäßigeren Entwicklung der Keimlinge führt. Es ist daher ein alter Traum der Rübenzüchter, einkeimige Sorten zu züchten: da unter den Wildrüben der Gattung Beta (z. B. B. patellaris, lomatogona, webbiana) einkeimige zu finden sind, waren solche Formen auf Grund der Theorie der Parallelvariationen von Vavilov auch bei der Art B. vulgaris zu erwarten. Es ist jedoch erst in den dreißiger Jahren gelungen, einkeimige Rüben zuerst in Rußland und später in den Vereinigten Staaten zu finden. Diese Monogermität wird rezessiv und monofaktoriell vererbt und kann daher verhältnismäßig leicht in jede Zuchtsorte überführt werden. Leider scheint sie aber mit Kleinsamigkeit, Spätreife und anderen schlechten Eigenschaften gekoppelt zu sein, so daß sich — in Europa wenigstens — die monogermen Rüben in der Praxis noch nicht verbreiten konnten. Dennoch bedeutet diese Entdeckung Savitskis ein wichtiges Kapitel in der Züchtung der Beta-Rüben: erleichtert doch die Einkeimigkeit nicht nur das Vereinzeln der Rübe,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sondern gibt darüber hinaus dem Züchter und Genetiker neue Möglichkeiten. Vor allem hoffen wir durch Rückkreuzung mit großsamigen multigermen Sorten Rüben mit großen Samen zu bekommen und so ein schnelleres und sicheres Auflaufen der Rübe und eine schnellere Jugendentwicklung zu erzielen. Besonders wenn es gelingt, einkeimige polyploide Sorten zu züchten.

Polyploide Rüben.

Damit sind wir bei einem Problem angelangt, das Theorie und Praxis in dem letzten Jahr viel beschäftigt hat: der Züchtung polyploider Rüben.

Wenn heute jeder österreichische Rübenbauer polyploiden Rübensamen verlangt — nicht ertragsfähigeren E Samen, sondern expressis verbis Polysamen! — so ist dies wohl der schlagendste Beweis für die Bedeutung der Grundlagenforschung für unsere Landwirtschaft. Ein weiter Weg führt von den durch Chloralhydrat erzeugten polyploiden Grünalgen bis zu unseren polyploiden Zuckerrüben und zahllose Forscher haben seit dem Beginn des Jahrhundertes vergeblich versucht, künstliche Polyploide zu erzeugen und zu stabilisieren, bis es Blakeslee und Avery gelang, in dem Alkaloid der Herbstzeitlose, Colchizin, ein Mittel zu finden, mit dessen Hilfe es verhältnismäßig sicher möglich ist, bei sozusagen allen Pflanzen polyploide Formen zu erzeugen. Bei manchen Pflanzen gelang es aller-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

dings schon früher — so bei der Rübe Viggo Lund, dem Züchter der Maribo Zuckerrüben in Dänemark — durch Hitzeschock während der Blüte polyploide Formen zu erzeugen. Von diesen ersten Versuchen führt aber noch ein langer und mit vielen Enttäuschungen gepflasterter Weg zu den heute in der großen Praxis bewährten und begehrten Zuckerrübensorten. Es mußten praktische, schnelle und sichere Methoden der Colchizinbehandlung ausgearbeitet werden, zugleich aber Untersuchungsmethoden gefunden werden, die eine schnelle Bestimmung der Polyploidieverhältnisse der behandelten Rüben und ihrer Nachkommenschaften gestatten. Neben der direkten Chromosomenzählung in der Meiose und Mitose, wurden in den letzten Jahren verhältnismäßig schnelle und einfache indirekte Methoden beschrieben (wie z. B. die Methode der Japaner Mochizuki und Sueka — verbessert von Butterfass — zur Bestimmung der Zahl der Chloroplasten in den Schließzellen der Epidermis oder die Chromozentrenmethode von Reitberger, verbessert von Ing. Graf in Fuchsenbiegl), die einen mehr oder weniger sicheren Schluß auf die Chromosomenzahl, die Polyploidieverhältnisse der untersuchten Rüben zulassen.

Es würde zu weit führen, wollte ich auf die zahlreichen interessanten Probleme eingehen, die sich auf physiologisch-genetischem Gebiete bei den neuen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

polyploiden Rüben ergeben. Es muß aber offen gesagt werden, daß die ersten colchizininduzierten Tetraploiden eine schwere Enttäuschung für den Züchter waren: so interessant sie auch für den Genetiker und Physiologen sein mochten, ihre Ertragsfähigkeit blieb durchwegs unter dem diploiden Ausgangsmaterial!

Erst die aus der Kreuzung di- und tetraploider Sippen entstandenen triploiden Hybriden brachten den so lange erwarteten Erfolg, dem schließlich die neuen polyploiden Zuckerrübensorten ihre schnelle Verbreitung verdanken.

Neue Zuchtverfahren wurden erarbeitet, die es gestatten, durch rekurrente Selektion auf reziproke Kombinationsfähigkeit immer bessere und ertragsfähigere Kombinationen auszulesen und im Großen zu erzeugen. Die Verwendung plasmatisch pollensteriler Formen führte schließlich zur Erzeugung rein triploider Gebrauchskreuzungen. Sie geben uns die Möglichkeit, selbstfertile Inzuchtlinien zur besseren Ausnützung der spezifischen Kombinationsfähigkeit als Kreuzungspartner zu verwenden. Damit schließt sich der Kreis, denn die neuen Züchtungsverfahren beruhen auf den grundlegenden Erkenntnissen über die Blüh- und Befruchtungsverhältnisse, über die Genetik der Pollen und Parasterilität, über den Photo- und Thermoperiodismus, über die vegetative Vermehrung der Rübe, über Artbastarde, die Genetik der Monogermität, der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Auslösung von Genommutationen und zahlreicher physiologisch-genetischer Probleme, auf die einzugehen mir die Kürze der Zeit verbietet.

Zusammenfassung.

Am Modell *Beta vulgaris* wurde gezeigt, wie die Vernachlässigung physiologisch-genetischer Grundlagenforschung zu einem Stillstand der Züchtung führen muß, wie aber andererseits Forschungen an einem spröden Objekt, das sich aufs erste dem Forscher nicht erschließen will und daher vorübergehend begreiflicherweise vernachlässigt wurde, zu neuen wertvollen Erkenntnissen führen, die auch bei anderen Kulturpflanzen genützt werden können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: 99

Autor(en)/Author(s): Sedlmayr Kurt

Artikel/Article: Aktuelle Probleme der Pflanzenzüchtung im Spiegel der Zuckerrübe. 67-89