

## Entwicklung von Basispopulationen bei Wurzel- und Knollenfrüchten zur Erzeugung von Zucker und Stärke als Industriegrundstoffe

LOTHAR FRESE, SIEGFRIED SCHITTENHELM und MANFRED DAMBROTH

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

### Einleitung

Für die Erzeugung von Industriegrundstoffen kommen von den einheimischen Wurzel- und Knollenfrüchten neben Beta-Rüben und Kartoffeln auch Topinambur und Zichorien in Betracht. Man muß jedoch davon ausgehen, daß der Anbau von Feldfrüchten zu diesem Zweck nur dann ökonomisch vertretbar ist, wenn es u. a. gelingt, die hohen Rohstoffkosten durch Steigerung der Flächenproduktivität zu senken (Dambroth, 1986).

Während die Ernteorgane von Beta-Rüben und Kartoffel Saccharose bzw. Stärke speichern, enthalten Topinambur und Zichorien Inulin als Reservkohlenhydrat. Inulin ist aus einer unterschiedlichen Anzahl von Fruktosemolekülen aufgebaut und hat einen Polymerisationsgrad von maximal etwa 40. Topinambur und Zichorien sind daher auch ein vorzügliches Rohmaterial zur Erzeugung von Fruktosesirup oder kristalliner Fruktose.

### Beta-Rüben

Da an eine Beta-Rübe, die nicht primär zur Weißzuckerproduktion verwendet werden soll, keine so strengen Qualitätsanforderungen gestellt werden wie an konventionelle Zuckerrübensorten, wurde auch der Formenkreis der Futterrübe in das Zuchtprogramm mit einbezogen. Die relativ stark ausgeprägte genetische Divergenz zwischen den beiden Formenkreisen läßt das Auftreten von Heterosis erwarten. Für eine solche Einbeziehung der Futterrübe sprechen mehrere bisher in der Literatur zu dieser Frage vorliegende Ergebnisse (Theurer et al., 1981; Bürcky und Winer, 1983; Doney und Theurer, 1984). Im Rahmen eines reziprok rekurrenten Selektionsprogrammes werden je eine Zuckerrüben- und eine Futterrübenpopulation in ihrer Eigenleistung und Kombinationsfähigkeit zueinander verbessert.

Der bisherige Verlauf dieser Populationsverbesserung läßt sich wie folgt skizzieren:

(1983) Selektion von Mutterrüben aus der Zuckerrübensorte „Kaweerta“ sowie der Futterrübensorte „Kolds Barres Stryno“ (K.B.S.).

- (1984) Erzeugung von Testkreuzungen (Selektionseinheiten) und I<sub>1</sub>-Linien (Rekombinationseinheiten).
- (1985) Prüfung der Selektionseinheiten und Anzucht der Rekombinationseinheiten als Stecklinge.
- (1986) Isoliertes Abblühen der jeweiligen Rekombinationseinheiten im Polycross.

Die 1985 durchgeführte Leistungsprüfung von Selektionseinheiten der Zuckerrübe (Versuch 1) und der Futterrübe (Versuch 2) erfolgte in Form eines 9 × 9 Dreisatzgitters. Die Parzellengröße betrug 8,1 m<sup>2</sup>. Das Ergebnis dieser Prüfung ist für die beiden Versuche in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. Als Bezugsgröße dienen jeweils die Elternmittelwerte.

Sowohl die Zuckerrüben × Futterrüben- wie auch die Futterrüben × Zuckerrüben-Testkreuzungen liegen im Rüben-ertrag unter dem Futterrüben Elter und im Zuckergehalt unter dem Zuckerrüben Elter. Im Zuckerertrag hingegen sind sie dem besseren Elter (K.B.S.) überlegen. Bei einer Selektionseinheit der Futterrübe übersteigt der Zuckerertrag das Elternmittel um 30,1 %.

Ob die Mehrleistung der Selektionseinheiten von 3,8 bzw. 12,9 % gegenüber dem Mittelwert der beiden Eltern auf einem Heterosiszuwachs beruht, läßt sich aufgrund dieser Versuche nicht eindeutig beantworten. Nur unter der Annahme, daß der Einfluß der Massenselektion bei der Auswahl der Mutterrüben zu vernachlässigen ist, kann man diese höheren Zuckererträge als Heterosiszuwachs interpretieren.

Was das Merkmal „Sitz im Boden“ anbelangt, sind die Selektionseinheiten durch eine intermediäre Merkmalsausprägung gekennzeichnet. Sie konnten daher deutlich leichter gerodet werden als die Zuckerrübensorte.

### Kartoffel

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Kartoffel als Industriepflanze zu verbessern sind deutliche Steigerungen im Knollen- bzw. Stärkeertrag erforderlich. Hierzu werden zwei Strategien verfolgt:

Tabelle 1: Relative Leistung von Selektionseinheiten (SE) der Zucker- und Futterrübe (Braunschweig-Völkenrode, 1985)

	Versuch 1			Versuch 2		
	Rüben-ertrag	Zucker-gehalt	Zucker-ertrag	Rüben-ertrag	Zucker-gehalt	Zucker-ertrag
Kaweerta	72,0	125,3	97,0	62,3	128,1	90,2
Kolds Barres Stryno	128,0	74,7	102,9	137,7	71,9	109,7
Durchschnitt SE	91,3	105,6	103,8	97,8	103,5	122,9
Minimum SE	80,3	100,5	91,2	79,6	95,6	94,1
Maximum SE	101,6	111,9	115,3	114,1	110,6	130,1
Elternmittel = 100						

- a) Erzeugen von Genotypen mit einem günstigeren Knollen/Kraut-Verhältnis. Der angestrebte Pflanzentyp soll einen verringerten Krautapparat aufweisen, durch breit ausladende Blätter aber dennoch eine gute Bodenbedeckung erreichen. Die Gene für Großblättrigkeit wurden durch Anwendung der Rückkreuzungsmethode aus der Wildkartoffelart *Solanum microdontum* subsp. *gigantophyllum* eingelagert.
- b) Vergrößerung der genetischen Variabilität innerhalb und zwischen Kreuzungspopulationen sowie Nutzung von Heterosis. Zu diesem Zweck wurde 1984 mit der Entwicklung von 2 neuen Kartoffelgenpools auf Basis der beiden in Südamerika kultivierten Kartoffelarten *S. tuberosum* subsp. *andigena* und *S. phureja* begonnen. Hierbei konnte auf bereits vorselektiertes Material aus den USA, Schottland und den Niederlanden zurückgegriffen werden. Das Ziel ist dabei einerseits die weitere Verbesserung dieser Populationen hinsichtlich Ertrag, Stärkegehalt und verschiedener Resistenzeigenschaften und andererseits die Erstellung von hocheertragreichen Hybriden durch Kreuzung mit konventionellem Zuchtmaterial.

Mit dem unter Punkt a) genannten Material erfolgte 1986 eine Leistungsprüfung in Form eines 4 × 4 Dreisatzgitters. Die Parzellengröße betrug 19,8 m<sup>2</sup>. Die Ergebnisse sind für 3 Vergleichssorten und 3 Zuchtstämme in Tabelle 2 dargestellt.

Es wird deutlich, daß sich das Zuchtmaterial hinsichtlich Wuchshöhe und Fiedergröße in der erwünschten Weise von den Vergleichssorten unterscheidet. 2 der 3 Stämme sind der besten Standardsorte im Stärkeertrag überlegen. Das vergleichsweise niedrige Niveau des Stärkeertrages ist auf eine extreme Trockenheitsperiode von Mitte Juni bis Mitte Juli zurückzuführen.

Das Ergebnis der Evaluierung von 3 Andigena-Populationen ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnis einer Leistungsprüfung für 3 Vergleichssorten und 3 Zuchtstämme (Trenthorst, 1986)

Klon	Wuchs- <sup>1)</sup> höhe	Fieder- <sup>2)</sup> größe	Reife <sup>3)</sup>	Sortierung (mm)			Stärkeertrag	
				< 35	35–55	> 55	dt/ha	relativ
Pirola	5,02	3,34	3,96	11	67	22	56,06	102
Indira	4,35	3,64	2,56	15	74	11	55,35	101
Bodenkraft	3,66	2,64	2,65	14	70	16	52,98	97
82–12	3,99	4,97	2,96	6	62	32	60,90	111
79–30	3,00	3,39	2,33	8	68	24	58,28	106
82–113	3,35	4,69	2,65	3	51	46	53,48	98

1) Bonitiert von 1 (niedrig) bis 5 (hoch); 2) 1 (klein) bis 5 (groß);  
3) 1 (früh) bis 5 (spät)

Tabelle 3: Vergleich von 3 Andigena-Populationen und daraus selektierten Klonen mit Stärkekartoffelsorten (Völkenrode, 1985)

	Stärkegehalt (%)	Knollenertrag (kg/Parzelle)	Stärkeertrag (kg/Parzelle)	Sortierung (mm)		
				< 35	35–55	> 55
AM	14,34	7,67	1,10	16	73	11
AG	14,70	6,06	0,90	13	64	23
AP	15,36	7,72	1,19	5	47	48
A <sub>sel</sub> <sup>1)</sup>	18,38	9,54	1,75	5	50	45
VS <sup>2)</sup>	18,50	9,40	1,74	1	40	59

1) A<sub>sel</sub> = Durchschnitt von 21 für die Rekombination verwendeten Andigena Klone  
2) VS = Durchschnitt der Vergleichssorten Indira, Thomana und Pirola

Für die hier aufgeführten 4 Merkmale ist eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Unterlegenheit des Andigena Materials gegenüber den 3 mitgeprüften Stärkekartoffelsorten (VS) festzustellen. In allen 3 Andigena-Populationen sind jedoch einzelne Klone vorhanden, welche den jeweiligen Mittelwert der Standards übertreffen. Als Ausgangsmaterial für den 2. Selektionszyklus im Rahmen der Populationsverbesserung wurden 21 Genotypen (A<sub>sel</sub>) ausgewählt. Diese weisen, bezogen auf VS, nur bei der Knollengröße eine leichte Unterlegenheit auf.

1986 wurden mit 8 Stärkekartoffelsorten und 6 Andigena Klonen nach einem faktoriellen Kreuzungsplan 15 Tuberosum × Tuberosum- und 45 Tuberosum × Andigena-Kreuzungspopulationen erzeugt. Die Prüfung dieses Materials wird zeigen, ob Tuberosum × Andigena-Hybriden über das erwartete höhere Ertragspotential verfügen. Aufgrund entsprechender Untersuchungen in den USA (Cubillos und Plaisted, 1976; Munoz und Plaisted, 1981), Kanada (Tarn und Tai, 1977; Tarn und Tai, 1983) und Schottland (Glendinning, 1969) ist eine Mehrleistung gegenüber intra-Tuberosum-Kreuzungen von etwa 15–20 % zu erwarten.

Im Vergleich zu Andigena erwiesen sich die beiden geprüften Phureja-Populationen als ausgesprochen „primitiv“. Zum Zeitpunkt der Krautabtötung (14. August) befand sich ein Großteil der Genotypen noch in voller Blüte. Dementsprechend lag der Knollenertrag bei nur etwa 50 % desjenigen von Andigena. Da Phureja diploid ist, sollen die tetraploiden Tuberosum × Phureja-Hybriden über 4 × – 2 × Valenzkreuzungen erzeugt werden. Die hierfür notwendigen, die Bildung numerisch unreduzierter Gameten (2n-Pollen) steuernden Gene sind, wie Abbildung 1 zeigt, vorhanden.

In einer der beiden Populationen hatten 10,8 % der untersuchten Genotypen einen Anteil an 2n-Pollen von über 5 %, bei einem Extrem von 37,5 %.

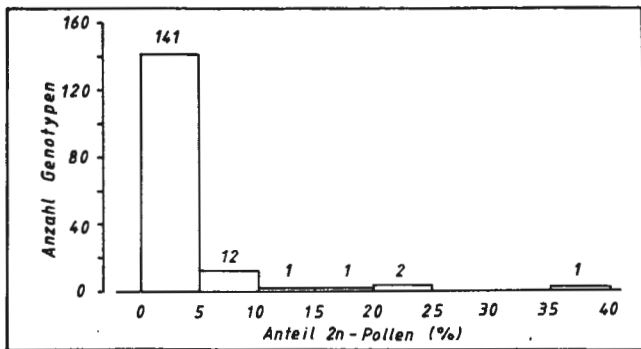


Abb. 1: Häufigkeit von 2n-Pollen in der Population PM von S. phureja

### Topinambur

Die züchterische Bearbeitung der Topinambur erfolgt nach dem für vegetativ vermehrbare Arten üblichen Schema der Klonzüchtung. Als Ausgangsmaterial dient eine am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der FAL vorhandene Sammlung, welche gegenwärtig 35 genetisch verschiedene Klone umfaßt. Der mit 14 bzw. 11 Herkünften größte Teil dieser Kollektion stammt aus der Bundesrepublik Deutschland und Frankreich. Die restlichen 10 Herkünfte entfallen auf Kanada (3), die Sowjetunion (2), Ungarn (2), Jugoslawien (2) sowie die Schweiz (1).

Eines der vordringlichsten Zuchtziele im Hinblick auf die Verwendung von Topinambur als Industriepflanze ist die Steigerung des Ertrages an fermentierbaren Zuckern. Will man sich auch die Option der Fruktoseproduktion offen halten, so kommt dem Fruktosegehalt und Fruktose/Glucose-Verhältnis ebenfalls eine wichtige Bedeutung zu. Um eine moderne Produktionstechnik anwenden zu können hat auch die Verbesserung verschiedener morphologischer Merkmale eine hohe Priorität. So erschwert beispielsweise die häufig extreme Längenentwicklung von über 3 m gegebenenfalls notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen. Zu lange und auch zu kurze Stolonen, die zudem bei spätreifen Klone häufig noch nicht verrottet sind, bereiten Schwierigkeiten bei der maschinellen Ernte. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Ernte bereits im Anbaujahr erfolgen soll.

Zu Beginn der Züchtungsarbeiten 1983 wurde zunächst auf Samenmaterial von im Feld offen abgeblühten Klone zurückgegriffen. Da unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas nur wenige frühreife Genotypen zur Blüte und Samenbildung gelangen, wird bei dieser Vorgehensweise auch nur ein entsprechend kleiner Teil der vorhandenen

genetischen Variabilität genutzt. In den folgenden Jahren wurden daher zunehmend kontrollierte Kreuzungen mit spätreifen Genotypen durchgeführt (vergl. Tabelle 4).

Die Kreuzungen erfolgen im allgemeinen in der Form „früh x spät“. Zu diesem Zweck werden die Saatguteltern im Gewächshaus und die Polleneltern in Klimakammern mit einer Beleuchtungsdauer von 14 Stunden angezogen. Die auf diese Weise zu erzielende Samenmenge liegt bei durchschnittlich etwa 2 Samen je bestäubter Blüte. Aus Tabelle 5 ist ersichtlich, daß diese Zahl in Abhängigkeit von der Kreuzungskombination und dem Kreuzungsjahr jedoch beträchtlichen Schwankungen unterliegt.

Das am weitesten fortgeschrittene Zuchtmaterial wurde 1986 in einem 6 x 6 Zweisatzgitter geprüft. Die Parzellen hatten eine Größe von 2,7 m<sup>2</sup>. In Tabelle 6 sind die 3 besten Zuchtstämme den 3 Vergleichssorten für einige Ertragsmerkmale gegenübergestellt.

Der Stamm 83-6 ist der besten Vergleichssorte (Medius) im Ertrag an total fermentierbaren Zuckern (TFZ) signifikant überlegen. Als besonders aussichtsreich erscheint auch der Klon 83-22. Er verfügt trotz ausgesprochener Frühreife, und damit guter Rodefähigkeit, über einen ver-

Tabelle 4: Herkunft des für die Züchtung verwendeten Samenmaterials bei Topinambur

Jahr	Anzahl Samen		
	aus offener Abblüte	aus kontrollierten Kreuzungen	Summe
1983	1789	—	1789
1984	2964	813	3777
1985	2346	708	3054
1986	—	5302	5302

Tabelle 5: Ausschnitt aus dem Kreuzungsprogramm mit Topinambur

Pedigree	Samen pro bestäubter Blüte		
	1985	1986	$\bar{x}$ Jahre
1 x 6	1,17	1,35	1,26
2 x 6	0,32	1,14	0,73
1 x 7	2,50	3,42	2,96
2 x 7	1,75	2,81	2,28
1 x 8	0,50	3,73	2,12
2 x 8	1,61	5,03	3,32
1 x 14	2,07	3,34	2,71
2 x 14	0,45	3,72	2,09
1 x 15	1,69	1,62	1,66
2 x 15	0,82	1,49	1,16
$\bar{x}$ Pedigree	1,29	2,77	2,03

Tabelle 6: Vergleich von 3 Zuchtstämmen mit 3 Standardsorten für 6 Ertragsmerkmale (Völkenrode, 1986)

Genotyp	TS	F	TFZ	Knollen- ertrag (dt/ha)	Zuckerertrag		Reife
	(%)	(%)	(%)		dt/ha	rel.*	
Medius	25,2	16,0	18,0	508,5	91,4	104	spät
Bianka	21,9	12,3	14,7	578,5	84,8	96	früh
Waldspindel	27,0	18,8	20,3	431,5	87,4	99	mittel-spät
83-6	25,4	16,6	18,2	656,7	119,5	136	spät
83-22	24,8	15,6	17,3	624,8	108,0	123	früh
83-15	27,2	17,8	19,6	488,9	95,6	109	spät

\* Mittelwert der Standards = 100

gleichsweise hohen Trockensubstanz- (TS), Fruktose- (F) und TFZ-Gehalt sowie einen hohen Knollenertrag.

### Zichorien

1983 wurde mit dem Aufbau einer Sammlung verschiedener Varietäten der Gattung *Cichorium* begonnen. Dabei zeigte sich, daß vom landwirtschaftlich interessantesten Vertreter diese Gattung, der Wurzelzichorie, weltweit nur wenige Herkünfte zur Verfügung stehen. Unter den 49 Herkünften die 1984 und 1985 zur Evaluierung gelangten, befanden sich neben 42 Chicoréesorten nur 7 Sorten der Wurzelzichorie.

Die wichtigsten Zuchtziele in der Reihenfolge ihrer Bedeutung sind:

- konische Wurzelform
- Schoßfestigkeit
- schnellere Jugendentwicklung
- hoher Gesamtzucker- bzw. Fruktoseertrag.

Für die Ernte mit einem Zuckerrübenvollernter unerläßlich ist die konische Wurzelform. Die in Abbildung 2 dargestellte Wurzelform kommt dem angestrebten Zuchtziel bereits recht nahe.

Die verwendete Zuchtmethod entspricht derjenigen, die bei der Züchtung synthetischer Sorten angewandt wird. Danach werden die Rekombinationseinheiten durch Klonung solange erhalten bis ihr Zuchtwert ermittelt worden ist.

Die Leistungsprüfung der verschiedenen Zichorienherkünfte (vergl. Tabelle 7) ergab, daß die Mehrzahl der Chicoréesorten aufgrund ihres höheren Blattertrages den Sorten der Wurzelzichorie im Gesamtertrag (Wurzel und Blatt) überlegen sind. Der hohe Blattertrag geht allerdings eindeutig zu Lasten des Wurzeltrages. Für alle anderen in dieser Tabelle aufgeführten Merkmale liegen die Wurzelzichorien im Mittel durchweg über den entsprechenden Werten für den Chicorée.

1984 wurden 4 Sorten als Ausgangsmaterial für das Zuchtprogramm ausgewählt. Im darauffolgenden Jahr erfolgte der Polycross. Mit den 72 Polycrossnachkommenschaften und den Elternpopulationen wurde 1986 eine 3-ortige Leistungsprüfung durchgeführt. Der Versuch wurde als Blockanlage mit je 2 Wiederholungen gedrielt. Die in Abbildung 3 präsentierten vorläufigen Ergebnisse basieren auf der Auswertung von 2 der 3 Versuchsstandorte.



Abb. 2: Zichorien mit konischer Wurzelform

Die Großbuchstaben D, F, M und W symbolisieren die 4 Ausgangspopulationen Dageraad, Fredonia, Magdeburger Spitzkopf und Wixor. Die Nachkommenschaften dieser Sorten mit > 115 % Zuckerertrag relativ zur Sorte Fredonia sind durch entsprechende Kleinbuchstaben gekennzeichnet. Die Sorte Fredonia nimmt aufgrund ihres ungewöhnlich hohen TFZ-Gehaltes eine Sonderstellung ein. Die höchsten Zuckererträge produzierten die Nachkommen von Wixor. Die Mehrleistung gegenüber Fredonia liegt in einem Fall bei 25 %. Aber auch von den anderen drei Ausgangspopulationen konnten einzelne Nachkommenschaften mit zumindest

Tabelle 7: Leistung von Sorten des Chicorée und der Wurzelzichorie (Völkenrode, 1984)

	Blatt- ertrag (dt/ha)	Wurzel- ertrag (dt/ha)	TFZ (%)	F (%)	F/G	TFZ-Ertrag (dt/ha)	F-Ertrag (dt/ha)	Ethanol (l/ha)
<b>1984</b>								
Wurzelzichorien (3)	304	372	18,2	16,7	9,0	67,5	61,5	3914
Chicorée (22)	463	289	17,1	15,1	7,4	49,2	43,7	2856
Minimum	288	265	15,2	13,4	6,6	41,0	35,8	2391
Maximum	615	400	21,8	19,9	9,8	73,0	66,1	4236
<b>1985</b>								
Wurzelzichorien (5)	–	498	19,7	16,7	5,9	97,8	83,2	5675
Chicorée (20)	–	363	16,6	14,0	5,5	60,4	50,9	3503
Minimum	–	310	14,5	12,2	4,2	46,1	38,7	2674
Maximum	–	533	22,9	20,4	8,2	105,8	94,1	6137

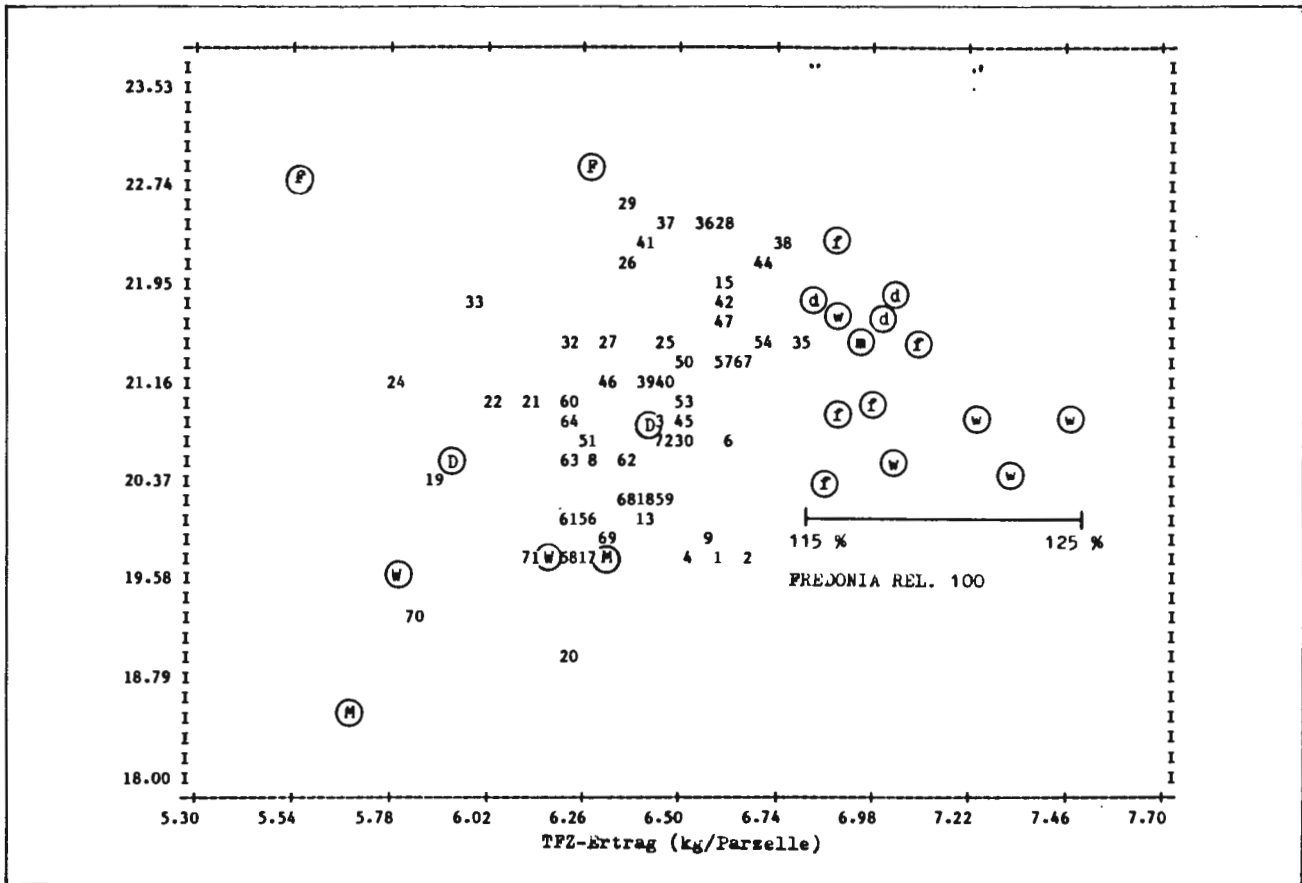


Abb. 3: Beziehung zwischen Wurzelertrag und TFZ-Gehalt für 72 Polycrossnachkommenschaften und 4 Ausgangspopulationen

15 % Mehrleistung im Zuckerertrag identifiziert werden. Mit Sicherheit sind noch höhere Ertragssteigerungen möglich, wenn nicht wie hier der Fall zwischen Halbgeschwisterfamilien, sondern Vollgeschwisterfamilien selektiert wird. Die Voraussetzung für die Erzeugung von Hybridsorten, ms-Form oder sporophytische Inkompatibilität sind bei Zichorie vorhanden.

#### Zusammenfassung

Basierend auf den Ergebnissen aus Evaluierungs- und Züchtungsprogrammen mit Beta-Rüben, Kartoffel, Topinambur und Zichorien lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Für die Züchtung von Beta-Rüben mit hohem Zuckerertrag erscheint es vorteilhaft, Hybriden aus Zucker- und Futterrübe zu erstellen. Die geprüften Zucker- × Futterrüben und Futter- × Zuckerrüben-Hybriden waren dem Mittel der beiden Elternpopulationen im Zuckerertrag um durchschnittlich 3,8 bzw. 12,9 % überlegen. Die Frage, ob diese Mehrleistung allein auf einem Heterosiszuwachs beruht, läßt sich aufgrund dieses Experimentes allerdings nicht eindeutig beantworten. Mehrere vorselektierte Populationen von *S. tuberosum* subsp. *andigena* und *S. phureja* aus den Vereinigten Staaten, Schottland und den Niederlanden wurden einer Leistungsprüfung unterzogen.

Im Gegensatz zu Phureja befinden sich die Andigena-Herkünfte bereits auf einem ausgesprochen hohen Niveau. Eine

Verwendung in kommerziellen Zuchtprogrammen für die Produktion von Hybriden mit der Kulturkartoffel ist möglich. Bei Topinambur wird die Erzeugung neuer genetischer Variabilität durch Kreuzung aufgrund einer ausgesprochen schlechten Fertilität behindert. Da diese Pflanzenart in der Vergangenheit züchterisch stark vernachlässigt wurde, ist ein großer Züchtungsfortschritt möglich. Obgleich die Art *C. intybus* sehr vielgestaltig ist, zeigten lediglich die Herkünfte der Wurzelzichorie eine Eignung als Industriepflanze. Der Chicorée hingegen ist gekennzeichnet durch niedrige bis mittlere Zuckererträge und eine deutlich schlechtere maschinelle Rodefähigkeit.

#### Development of base populations from root and tuber crops for the production of sugar and starch as raw material for the industry

Based on results of evaluation and breeding programmes with beets, potato, Jerusalem artichoke and chicory the following conclusions can be drawn:

For breeding beets with a high sugar yield it seems favourable to produce hybrids between sugar and fodder beet. Compared to the average of their parents the sugar beet × fodder beet and fodder beet × sugar beet hybrids produced 3,8 and 12,9 % resp., higher sugar yields. It is, however, from this experiment not fully clear if heterosis alone is the explanation for this increase. Several pre-selected populations of the primitive potato species *S. tuberosum* subsp. *andigena* and *S. phureja*

from the United States, Scotland and the Netherlands have been tested in a field trial. Compared to Phureja the Andigena material has reached a high level of adaptation. An immediate use in commercial breeding programmes for the production of high yielding Tuberosum-Andigena hybrids is possible. In Jerusalem artichoke the production of new genetic variability by crossing is complicated by the bad fertility of this species. Because of the very limited breeding activities in the past a large advance is possible. Even though the species *C. intybus* is of many shapes, only the root chicory is suitable for use as an industrial crop. Leaf chicory produces only low to medium sugar yields and is badly adapted to mechanical harvest.

#### Literatur

Bürcky, K. und Winner, C.: Trockensubstanz- und Zuckerertrag von Beta-Rüben unterschiedlicher Zuchtichtung. — Zuckerind. 108 (1953), S. 39–42.

Cubillos, A.G. und Plaisted, R.L.: Heterosis for yield in hybrids between *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* and *tuberosum* ssp. *andigena*. — Am. Potato J. 53 (1978), S. 143–150.

Dambroth, M.: Für die Landwirtschaft eröffnen sich viele pflanzenbauliche Produktionsalternativen. — Agrar-Übersicht, 37. Jahrg., Heft 6 (1986), S. 16 ff.

Doney, D. L. und Theurer, J. C.: Potential of breeding for ethanol fuel in sugarbeet. *Crop Sci.* 24(2) (1984), S. 255–257.

Glendinning, D.R.: The performance of progenies obtained by crossing groups Andigena and Tuberosum of *Solanum tuberosum*. — *Eur. Potato J.* 12 (1969), S. 13–19.

Munoz, F.J. and Plaisted, R.L.: Yield and combining abilities in Andigena potatoes after six cycles of recurrent phenotypic selection for adaptation to long day conditions. — *Am. Potato J.* 58 (1981), S. 469–479.

Tarn, T.R. und Tai, G.C.C.: Heterosis and variation of yield components in  $F_1$  hybrids between Group Tuberosum and Group Andigena potatoes. — *Crop Sci.* 17 (1977), S. 517–521.

Tarn, T.R. und Tai, G.C.C.: Tuberosum  $\times$  Tuberosum and Tuberosum  $\times$  Andigena potato hybrids: comparison of families and parents, and breeding strategies for Andigena potatoes in long-day temperate environments. — *Theor. App. Genet.* 66 (1983), S. 87–91.

Theurer, R.C., Doney, D.L. und Gallian, J.: Fodder beet: Potential alcoholfuel crop. — *Utah Science, Utah Agr. Expt. Sta.*, Vol 42 (2) (1981), S. 63–67.

Verfasser: Frese, Lothar, Dr. rer. hort.; Schittenhelm, Siegfried, Dipl.-Agrarbiol.; Dambroth, Manfred, Prof. Dr. agr., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Institutsleiter: Prof. Dr. agr. Manfred Dambroth.