

Vergleich von Hybridsorten mit samenfesten Sorten bei Möhren

Zwischenbericht über das Versuchsjahr 2002

Einleitung und Fragestellung

Biologisch gezüchtete Sorten und biologisch vermehrtes Saatgut sind für die Zukunft des biologischen Landbaus von zentraler Bedeutung. Für diese Zukunft leisten die biologisch-dynamischen Getreide- und Gemüsezüchter als bisher einzige in der „Bio-Szene“ wertvolle Pionierarbeit.

Eine immer wiederkehrende Frage für diese Züchter ist, ob eine generelle Charakterisierung von Hybridsorten im Vergleich zu samenfesten Sorten möglich ist und ob ihre Qualität durch die Züchtungsschritte beeinträchtigt ist, was von biologisch-dynamischen Forschern immer wieder vertreten wird. Diese Frage ist für die Züchter essentiell, hat sie doch entscheidende Bedeutung für die Ausrichtung ihrer Zuchtprogramme. Folgende Gründe für eine möglicherweise schlechtere Qualität von Karotten-Hybriden im Vergleich mit offenbestäubenden Sorten werden genannt:

- 1) Degeneration der Elternlinien durch gezielte Inzucht über mehrere Generationen – bei einem Pflanzentypus, der normalerweise fremdbefruchtend ist.
- 2) Einkreuzung der Pollensterilität (= biologischer Defekt) in die Mutterlinien. In der biologisch-dynamischen Landwirtschaft werden gerade die Blüten- und Samenbildung der Pflanzen als Prozesse gesehen, die die Pflanzen mit kosmischen Kräften „befruchten“ und erneuern. Diese Prozesse werden als „Tor“ für die Qualitätsbildung angesehen und immer mit einer gewissen Achtung behandelt. Unter „Ernährungsqualität“ wird vor allem die Anwesenheit feinerer kosmischer Kräfte im Lebensmittel verstanden, die sinnlich am ehesten im Geruch und Geschmack erfahren werden können.
- 3) „Chaotisierung des Pflanzentypus“ in der F1 durch die gerade erfolgte Kreuzung der Inzuchtlinien. Die Beobachtung der typischen Heterosis-Phänomene nach einer solchen Kreuzung legt nahe, dass bei einer F1 die Betonung auf vegetativer Üppigkeit, Masse- und Ertragsbildung liegt und dass gerade die feineren Aspekte der Reifung und Aromabildung, die Ausdruck der erwähnten kosmischen Kräfte sind, darunter leiden.

In einem Versuch mit 3 Populationssorten, 2 Hybridsorten mit ihren beiden Eltern und einer Standard-Hybridsorte sollen folgende Vergleiche diese Hypothesen beleuchten:

- 1) Ein Vergleich der Elternlinien mit Handelssorten (Hybriden oder Populationssorten)
- 2) Ein Vergleich der sterilen mit den fertilen Elternlinien
- 3) Ein Vergleich von Hybridsorten mit Populationssorten.

Material und Methoden

Sorten und Saatgut

Folgende Sorten wurden 2002 angebaut:

Name	Züchter	Bestäubungstyp	Sorte/Elter	Fertilität	Bemerkung (Sortentyp)
Samson	Bejo (NL)	OP	Handelssorte		Nantaise 5
Tiptop		OP	Handelssorte		Ältere Sorte, früher in CH Standardsorte (Nantaise 3)
Narome	Sativa (Bio, CH)	OP	Handelssorte		Auf Aroma gezüchtet unter Biol-dyn. Bedingungen (Nantaise 2)
Bolero	Vilmorin (F)	F1	Handelssorte		Zur Zeit in CH Standardsorte (Nantaise)
Nipomo	Bejo (NL)	F1	Handelssorte		Neue Sorte in Bio-Qualität (Nantaise)
Kamaran	Bejo (NL)	F1	Handelssorte		Flaaker
Nipomo A	Bejo (NL)		Mutterlinie	männlich steril	(Nantaise)
Kamaran A	Bejo (NL)		Mutterlinie	männlich steril	Flaaker
Nipomo C	Bejo (NL)		Vaterlinie	fertil	Nantaise
Kamaran C	Bejo (NL)		Vaterlinie	fertil	Flaaker

Das Saatgut war ungebeizt und stammte mit Ausnahme der Sorte Narome aus konventionellem Anbau. Bei den Handelssorten war es handelsüblich kalibriert auf 1.6 - 1.8 mm. Bei den Elternlinien handelte es sich um nicht kalibriertes Saatgut.

Betrieb, Versuchsplan und Kulturführung

Der Versuch wurde auf dem Gutsbetrieb Rheinau durchgeführt. Der Betrieb wird seit 1999 anerkannt biologisch-dynamisch bewirtschaftet und ist der Stammbetrieb der Satvia Rheinau GmbH, die hier ihre Züchtungen und einen Teil der Vermehrungen durchführt.

Versuchsfeld, Bodenart:

Das Versuchsfeld befand sich auf dem Aueboden nahe des Rheins, die Bodenart ist humoser Sand.

Der Versuchsplan wurde als „quasi-lateinischer“ Plan auf 4 Beeten (4 Wiederholungen) mit einer Spurbreite von 1.50 m angelegt (Plan siehe Anhang). Die Beete wurden 3-reihig angelegt, Reihenabstand 40cm. Die Parzellen waren 7m lang.

Die Erntefläche für die Handelssorten betrug 9 m². Bei den Elternlinien erhielten wir nur kleinere und unterschiedliche Mengen Saatgut vom Züchter, so dass hier die Parzellen mit der Sorte Narome aufgefüllt werden mussten.

Vorfrucht, Bodenbearbeitung vor Aussaat.

Die Vorkultur war eine Überwinterungsgründung – im Jahr davor waren Erbsen angebaut worden. Die letzte organische Düngung erfolgte im Jahr 2000. Vor der Aussaat erfolgten folgende Bearbeitungsschritte: Gründüngung mähen – grubbern – 2 x eggen (Unkraut)

Die Aussaat erfolgte von Hand am 30.4.2002 und 1.5.2003 mit einem Einzelkornabstand von ca. 2cm .

Bewässerung, Pflege.

Der hohe Unkrautdruck am Anfang machte zweimaliges Handjäten notwendig. Der Versuch wurde 6 x maschinell gehackt, anfangs mit Schutzscheiben, später mit Anhäufeln. Im sehr trockenen Juni musste bewässert werden, insgesamt 5 x 20 mm.

Blattreihen

Am 12.7.2002 wurde von jedem Versuchsglied des vierten Beetes eine Pflanze für Blattreihen entnommen. Hierfür wurde zunächst eine für die jeweilige Parzelle repräsentative Stelle ausgewählt. Es wurde darauf geachtet, dass die entnommene Pflanze auf beiden Seiten von Nachbarn umgeben war und eine unverletzte vollständige Blattreihe hatte. Die Blätter wurden zum Teil am selben Tag, zum Teil nach drei Tagen kühler Lagerung der Reihe nach auf weisses Papier gelegt oder geklebt und dann auf dem Kopiergerät kopiert.

Ernte und Einlagerung

Am 2.8.2002 erfolgte eine Probeernte. Daraufhin wurde der Erntetermin für alle Sorten ausser Kamarin und deren Elternlinien auf den 16.8.2002 (nach 108 Kulturtagen) festgelegt. Die Ernte von Kamarin und deren Elternlinien erfolgte am 28.8. nach 120 Tagen. Bei der Ernte wurden zunächst von jeder Parzelle 6 m der Mittelreihe geerntet und gewogen, ausserdem wurden auch die faulen Karotten sowie alles Kraut gewogen. Auf der Grundlage dieser Reihe wurde später der Ertrag in kg/a hochgerechnet.

Dann wurde die ganze Ernteparzelle geerntet. Dies ergab je nach Sorte eine halbe bis eineinhalb G1-Harrassen. Es wurde maximal eine volle Harrasse pro Versuchsglied zur weiteren Untersuchung mitgenommen.

In Frick wurde der Anteil der handelsfähigen Ware für jede Harasse bestimmt. Die beiden Klassen wurden getrennt in Plastiksäcke gelegt und in den Harrassen bei 1-3°C im Kühlraum gelagert.

Abgabe von Material an das deutsche Projekt BÖL 020E170

Von den folgenden Sorten bzw. Linien wurden je 10-20 kg Handelsklasse für ganzheitliche Untersuchungen im deutschen BLE-Projekt „ganzheitliche Untersuchungen zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung“ (BÖL 020E170) abgegeben: Samson, Nipomo, Bolero, Narome, Tiptop, Nipomo C. Hier interessierte zunächst nur die Frage der Methodvalidierung.

Im März 2003, nach der Lagerung, wurden an dasselbe Projekt Mischproben der Sorten Samson, Nipomo, Bolero, Tiptop und der Linie Nipomo C abgegeben, diesmal mit der Fragestellung, ob die Methoden Kupferchloriidkristallisation, Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie, Physiologischer Aminosäurestatus und elektrochemische Messungen die Hybridsorten von den Populationssorten signifikant zu trennen vermögen.

Analysen und Degustation

Im Oktober wurde ein Teil der Karotten der Handelsklasse gewaschen, geschält und folgenden Analysen unterzogen:

Analyse	Probenumfang
Brix	4 Beete (Wiederholungen) pro Versuchsglied
Malat	
TS	
Asche	
a-Carotin	Je 2 Beete (Wiederholungen) pro Versuchsglied gepoolt
b-Carotin	
Isocumarin	
Saccharose	
Glucose	
Fructose	

Am 24.10. erfolgte die Degustation. Die Karotten wurden geschält und ohne Kopf und Spitze (je 1.5 cm) längs geviertelt und in ca. 2cm grosse Stifte geschnitten. Mischproben aller vier Beete wurden codiert serviert.

Bewertet wurde Textur, Aromagehalt, Süsse, Bitterkeit und Gesamteindruck. Die Probanden konnten auf einer 10 cm langen Linie, die in verschiedene Bereiche aufgeteilt war, eine Marke setzen. Diese Marken wurden mittels Längenmessung quantifiziert (Abb.1). Die Länge (in mm) der Achse vom Nullpunkt bis zur gesetzten Marke entspricht der Bewertung und wurde für die Auswertung verwendet.

Probencode: _____			Distanz (mm)
sehr weich, gummig	optimal	extrem hart, zäh	<input type="text"/>
aromaleer	optimal	extrem aromaintensiv	<input type="text"/>
keine Süsse	mittel	sehr süss	<input type="text"/>
nicht bitter	mittel	extrem bitter	<input type="text"/>
Gesamtbeurteilung der Karottenprobe:			<input type="text"/>
sehr schlecht	mittelmässig	sehr gut	
Bemerkungen: _____			

Abb. 1: Formular für die Degustation der Möhren

Statistische Auswertung

Wenn die Messdaten die Voraussetzungen der Normalverteilung erfüllten, wurde beim Vergleich der Hybrid- und Populationssorten eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Bestäubungstyp, Beet und Block durchgeführt. Beim Vergleich der Sorten und Elternlinien wurden auch Interaktionen statistisch geprüft.

Für die Degustationsdaten wurde zusätzlich der Einfluss der Prüfpersonen ermittelt und es wurde geprüft, ob das Geschlecht, das Alter und die Präferenz der Prüfperson für rohe Karotten die Resultate signifikant beeinflussten.

Ergebnisse

Vergleich Elternlinien – Handelssorten

Bei 13 von den 23 erhobenen Parametern waren die Elternlinien signifikant schlechter als die Handelssorten. Bei den restlichen Parametern waren sie meist auch schlechter, nur nicht signifikant. Eine Ausnahme hiervon bildeten nur der Aschegehalt (bei den Elternlinien signifikant höher), die Anzahl der faulen Möhren bei der Ernte (Elternlinien weniger Faule, aber nicht signifikant) und der a-Carotiningehalt (Elternlinien höher, jedoch nicht signifikant). Bemerkenswert ist, dass sowohl die quantitativen (Ertrag) wie die qualitativen Aspekte (Degustation) hochsignifikante Unterschiede zwischen den Gruppen aufwiesen.

Parameter	Handelssorten (6 Sorten)	Elternlinien (4 Linien)	Signifikanz: n.s. = nicht sign. *P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001
Ertrag	●	○	***
Stückgewicht	●	○	***
Kraut	●	○	**
Anteil Handelsware	●	○	n.s.
Alternaria	●	○	n.s.
Anzahl Faule	○	●	n.s.
Brix	●	○	***
Malat	●	○	n.s.
TS	●	○	n.s.
Asche	○	●	*
a-Carotin	○	●	n.s.
b-Carotin	●	○	n.s.
Isocumarin	●	○	*
Saccharose	●	○	n.s.
Glucose	●	○	*
Fructose	●	○	*
Total Zucker	●	○	*
Verhältnis Mono/Disaccharide	●	○	n.s.
Degustation: Textur	●	○	***
Degustation: Aroma	●	○	**
Degustation: Süsse	●	○	***
Degustation: Bitter	●	○	***
Degustation: Gesamtnote	●	○	***

Tab. 1: Vergleich der Handelssorten mit den Elternlinien. Die Sortengruppe mit dem ausgefüllten Kreis hat das jeweils bessere Ergebnis. Gelb unterlegte Parameter wiesen signifikante Unterschiede auf (Für alle Werte siehe Tabellen im Anhang).

Vergleich sterile Eltern – fertile Eltern

Beim Vergleich der sterilen mit den fertilen Eltern schneiden die sterilen Eltern in fast allen Punkten schlechter ab. Ausnahmen hiervon sind nur die Anzahl fauler Möhren bei der Ernte, das Verhältnis Mono/Disaccharide, die Textur bei der Degustation und der Aschegehalt (dieser als einziger Parameter signifikant). Die Unterschiede sind jedoch bei allen Ertrags- und analytischen Parametern (mit Ausnahme des Aschegehaltes) nicht signifikant. Nur bei 4 der 5 Degustationsparameter sind sie signifikant, bei dreien davon sogar hochsignifikant.

Parameter	Fertile Eltern (2 Linien)	Sterile Eltern (2 Linien)	Signifikanz: n.s.= nicht sign. *P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001
Ertrag	●	○	n.s.
Stückgewicht	●	○	n.s.
Kraut	●	○	n.s.
Anteil Handelsware	●	○	n.s.
Alternaria	●	○	n.s.
Anzahl Faule	○	●	n.s.
Brix	●	○	n.s.
Malat	●	○	n.s.
TS	●	○	n.s.
Asche	○	●	**
a-Carotin	●	○	n.s.
b-Carotin	●	○	n.s.
Isocumarin	●	○	n.s.
Saccharose	●	○	n.s.
Glucose	●	○	n.s.
Fructose	●	○	n.s.
Total Zucker	●	○	n.s.
Verhältnis Mono/Disaccharide	○	●	n.s.
Degustation: Textur	○	●	n.s.
Degustation: Aroma	●	○	**
Degustation: Süsse	●	○	***
Degustation: Bitter	●	○	***
Degustation: Degustation: Gesamtnote	●	○	***

Tab.2: Vergleich der sterilen mit den fertilen Elternlinien. Die Linien mit dem ausgefüllten Kreis haben das jeweils bessere Ergebnis. Gelb unterlegte Parameter wiesen signifikante Unterschiede auf (Für alle Werte siehe Tabellen im Anhang).

Vergleich Hybriden – Populationsorten

Bei insgesamt 23 erhobenen Parametern waren die Hybridsorten bei 4 Parametern signifikant besser (Alternaria, TS-Gehalt, Saccharose-Gehalt, Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide), die Populationsorten bei einem Parameter signifikant besser (weniger bitter in der Degustation).

Bei 18 Parametern waren die Sorten nicht signifikant verschieden. Unter diesen 18 war die Rangfolge 10 mal Hybridsorten besser als Populationsorten, 7 mal Populationsorten besser als Hybriden, 1 mal beide gleich.

Die Parameter, bei denen die Hybridsorten besser abschnitten, waren vor allem die Ertrags- und analytischen Parameter. Die Populationsorten schnitten dagegen in der Degustation bei 4 von 5 Parametern besser ab und hatten weniger faule Möhren bei der Ernte.

Parameter	F1 (3 Sorten)	OP (3 Sorten)	Signifikanz: n.s. = nicht sign. *P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001
Ertrag	●	○	n.s.
Stückgewicht	●	○	n.s.
Kraut	●	○	n.s.
Anteil Handelsware	●	○	n.s.
Alternaria	●	○	**
Anzahl Faule	○	●	n.s.
Brix	●	○	n.s.
Malat	●	○	n.s.
TS	●	○	*
Asche	○	●	n.s.
a-Carotin	●	○	n.s.
b-Carotin	●	○	n.s.
Isocumarin	○	○	n.s.
Saccharose	●	○	*
Glucose	○	●	n.s.
Fructose	○	●	n.s.
Total Zucker	●	○	n.s.
Verhältnis Mono/Disaccharide	●	○	*
Degustation: Textur	●	○	n.s.
Degustation: Aroma	○	●	n.s.
Degustation: Süsse	○	●	n.s.
Degustation: Bitter	○	●	*
Degustation: Gesamtnote	○	●	n.s.

Tab.3: Vergleich der Hybrid- und Populationsorten. Die Sortengruppe mit dem ausgefüllten Kreis hat das jeweils bessere Ergebnis. Nur gelb unterlegte Parameter wiesen signifikante Unterschiede auf (Für alle Werte siehe Tabellen im Anhang).

Diskussion

Vergleich Elternlinien – Handelssorten

Wie zu erwarten war, schnitten die Handelssorten fast durchwegs besser ab als die Elternlinien. Dieses Ergebnis spiegelt auch die Zuchtziele wider, da die Elternlinien ja auf ihre spezifische Eignung hin, nach der Kreuzung hervorragende F1 – Sorten hervorzubringen, selektiert werden. Erstaunlich bei diesem Vergleich ist, dass bei einigen wichtigen analytischen Parametern die Unterschiede nicht signifikant waren (dies gilt für a- und b-Carotin und Saccharose), während die Degustation eine ebenso deutliche Sprache wie die Ertragsunterschiede spricht: hier sind die Qualitätsunterschiede fast durchgehend hochsignifikant.

Vergleich sterile – fertile Elternlinien

Das fast durchweg schlechtere Abschneiden der sterilen Elternlinien unterstützt die These vom „biologischen Defekt“, der mit der Sterilität in die Linien eingekreuzt wurde. Es handelt sich jedoch um einen Trend – die Unterschiede sind durchweg nicht signifikant (einzige Ausnahme ist der deutlich erhöhte Aschegehalt bei den sterilen Linien). Nur die Degustation, also das menschlich-sinnliche Instrumentarium, vermochte die unterschiedlichen Qualitäten signifikant aufzutrennen. Dies spricht für die Aussagekraft der Degustation. Es unterstützt auch die von biologisch-dynamischer Seite vertretene These, dass ein züchterischer Eingriff in die Blüten- und Samenbildeprozesse Qualitätseinbußen nach sich ziehen müsste, die vor allem in den feineren sensorischen Eigenschaften wahrnehmbar wären.

Vergleich Populationsorten - Hybridsorten

Auf den ersten Blick spricht alles für die Hybridsorten: Höhere Erträge, höherer Anteil Handelsware, signifikant geringerer Alternariabefall, höhere Gehalte an Carotin, Saccharose und Malat, alles scheint in die gleiche Richtung zu weisen, wenn auch selten signifikant.

Nur die Degustation, die wir bei den beiden vorangegangenen Vergleichen als besonders trennscharf kennengelernt haben, weist in die andere Richtung, wenn auch nur bei dem Parameter „Bitterkeit“ signifikant. Aus biologisch-dynamischer Sicht weist dieses Ergebnis in die gleiche Richtung wie viele Vorgängerprojekte: vordergründig sind die Hybridsorten zu bevorzugen, aber in den Feinheiten gerade der sinnlichen Qualitäten, worin der „ernährende“ Bezug zum Kosmos gesehen wird, ist ein Qualitätsverlust zu befürchten. Dieser wird, da es sich nur um feine Unterschiede unterhalb der üblichen Signifikanzschwellen handelt, vielleicht gar nicht wahrgenommen.

Blattreihen

Die Blattreihen können einen charakteristischen Eindruck von den einzelnen Sorten geben. Dabei handelt es sich leider nur um einen Ausschnitt aus der vegetativen Entwicklungsphase der Pflanzen; interessant wäre es auch gewesen, die Dynamik der Blattmetamorphose bis zur Blüte hin im folgenden Jahr zu untersuchen. Aber wir

hatten uns verpflichtet, das uns anvertraute Zuchtmaterial nur bis zur Ernte anzubauen und nicht zur Blüte zu bringen.

Die augenfälligsten Unterschiede zwischen den Sorten liegen in der Feinheit bzw. Flächigkeit der Fiederblättchen.

Ein extremes Gegensatzpaar in dieser Hinsicht sind die Sorte Bolero und die Linie Nipomo A (Abb. 1 und 2). Bolero hat das am feinsten gefiederte Blatt überhaupt. Auffallend ist vor allem die Dynamik, mit der die Verfeinerung des Blattes zunimmt: während beim 2. bis 4. Blatt die Blatffiedern 3. Ordnung noch flächig ineinanderfließen, sitzen sie ab dem 5. Blatt markant abgesetzt an einer dünnen, linearen Blattrippe. Beim 6. Blatt verschmälern sie sich zusehends.

Nipomo A hat zusammen mit Kamaran die flächigsten Blatffiedern und wenig Entwicklung in Richtung Verfeinerung. Der Blattumriss ist klein und kompakt und der Stiel im Verhältnis zur Blattfläche lang.

Interessant ist, dass Bolero und Nipomo A in dieser extremen Gegensätzlichkeit den Spitzenreiter und das Schlusslicht bei der Gesamtnote der Degustation darstellen. Ordnet man daraufhin die Blattreihen in der Rangfolge an, in der die Sorten bzw. Linien bei der Gesamtbeurteilung in der Degustation abgeschnitten haben, (Abb. 3, 4, 5) so sind die feiner gefiederten Sorten in der ersten, die mit den flächigeren Fiedern in der zweiten Hälfte der „Hitliste“ gehäuft. Dies kann auf den Zusammenhang von Gestalt und sensorischen Qualitäten aufmerksam machen, der jedoch auch nicht überstrapaziert werden darf, da Ausnahmen durchaus vorhanden sind. So hat etwa die fertile Vaterlinie Nipomo C, die bei Gesamtbeurteilung und Süsse in der Degustation am zweitbesten abgeschnitten hat, relativ flächige Fiedern, die zunächst nicht feiner sind als die der F1-Sorte Nipomo. Sprechend ist jedoch die Entwicklung innerhalb der Blattreihe, die bei Nipomo C sehr nuancenreich ist, während die F1-Sorte Nipomo ein relativ unbewegliches Formenrepertoire hat.

In seiner Arbeit über Nachkommenschaften von Samenträgertypen mit unterschiedlicher Gestalt hat Andreas Weidringer auch einen Bezug zwischen Feinheit der Fiederung und gutem Geschmack herausgefunden¹⁾. Linien mit gröberer Fiederung waren besonders dann im Geschmack gut, wenn sie eine deutlich sichtbare Metamorphose aufwiesen. Bei den Linien mit feiner Fiederung machte die Sichtbarkeit der Metamorphose keinen Unterschied aus.

Anhang

Versuchsplan Rheinau 2002

#	6	4	1
9	7	3	2
8	5	1	10
7	4	5	8
6	3	2	9
5	8	10	6
4	2	9	7
3	1	7	3
2	10	6	5
1	9	8	4

Beet Beet Beet Beet
I II III IV

Sorten:	Name	Typ	Nummer
	Samson	OP	1
	Tiptop	OP	2
	Sativa	OP	3
	Bolero	F 1	4
	Nipomo	F 1	5
	Kamaran	F 1	6
	Nipomo	A (=pollensteril)	7
	Kamaran	A (=pollensteril)	8
	Nipomo	C	9
	Kamaran	C	10

Erklärung: 6 Beete à 1,50 m Spurbreite, davon die beiden äusseren (Grüne Farbe) Rand.

Hier möglichst alles die gleiche Sorte säen.

Beetlänge 80m. Bei 10 Sorten und **7m Länge pro Versuchsglied** brauchen wir nur 70m Länge, deshalb müssten die vordersten und hintersten 5m auch als Rand gesät werden (grüne Farbe).

In Längsrichtung nebeneinander liegen die **4 Beete (Wiederholungen)**.

D.h., wenn bei der Bearbeitung ein Unterbruch nötig wird,

immer das angefangene Beet fertig machen, dann hält sich der Schaden in Grenzen.

Der Versuchsaufbau ist nach diesem Plan "**quasi-lateinisch**",

d.h. man könnte auch allfällige Quer-Effekte im Versuch berechnen (innerhalb jeder Farbe kommt jedes Versuchsglied nur einmal vor).

Parameter	Mittelwerte		Standard-abw.		r ² Modell	Effekte signifikant?	Typ	Beet	Block	Typ * Beet	Prüfer	Prüfer * Typ
	F1	OP	F1	OP								
Ertrag kg/a	485.7	433.6	82.4	68.4	0.25	n.s.	n.s.	n.s.				
Stückgewicht g	94.3	85.4	17.7	16.8	0.55	n.s.	n.s.	n.s.				
Anteil Handelsware %	71	68	0.12	0.05	0.22	n.s.	n.s.	n.s.				
Krautertrag auf 6m (kg)	2.86	2.83	0.82	0.71	0.18	n.s.	n.s.	n.s.				
Alternaria (Boniturnote)	3.2	5.1	1.3	1.3	0.49	**	n.s.	n.s.				
Anzahl Faule bei Ernte	10.9	6.3	13.2	4.9	0.22	n.s.	n.s.	n.s.				
Brix	9.85	9.48	0.96	0.81	0.18	n.s.	n.s.	n.s.				
Malat (g/kg)	0.91	0.82	0.17	0.19	0.2	n.s.	n.s.	n.s.				
% TS	12.4	11.5	0.92	1.03	0.32	*	n.s.	n.s.				
Asche	6.8	7	0.6	0.56	0.37	n.s.	n.s.	n.s.				
a-Carotin (mg/100g)	8.6	7.4	1.06	1.37	0.33	n.s.	n.s.	n.s.				
b-Carotin (mg/100g)	11.5	10.6	1.29	1.36	0.17	n.s.	n.s.	n.s.				
Isocumarin (mg/kg)	0.6	0.6	0.68	1.04	0.17	n.s.	n.s.	n.s.				
Saccharose (g/kg)	36.5	27.4	4.96	5.56	0.51	*	n.s.	n.s.				
Glucose (g/kg)	21.5	23.9	4.69	1.88	0.13	n.s.	n.s.	n.s.				
Fructose (g/kg)	18.4	20.5	4.98	1.36	0.14	n.s.	n.s.	n.s.				
Total Zucker (g/kg)	76.4	71.8	9.35	6.58	0.13	n.s.	n.s.	n.s.				
Mono/Disaccharide	1.12	1.67	0.34	0.32	0.5	*	n.s.	n.s.				
Textur (Marke, Opt.=50)	53.5	52.6	15.43	14.44	0.4	n.s.					**	n.s.
Aroma (Marke, Opt.=50)	42.8	45.8	19.78	21.36	0.37	n.s.					*	n.s.
Süsse (Marke, Opt.=100)	47	48.3	25.02	23.01	0.4	n.s.					***	n.s.
Bitter (Marke, Opt.= 0)	38.5	30.2	27.43	24.32	0.52	*					***	n.s.
Gesamt (Marke, Opt.=100)	50.8	54.6	24.56	20.6	0.36	n.s.					*	n.s.

Tab.4: Überblick über alle Ergebnisse des Vergleichs Hybridsorten (F1) – Populationssorten (OP) (Je 3 Sorten). Nur bei den gelb unterlegten Parametern gab es signifikante Unterschiede zwischen den beiden Sortentypen. Erklärung des Signifikanzniveaus s. Tab. 1.

Parameter	Mittelwerte				Standardabweichung				r ² Modell	Effekte signifikant?						
	F1	OP	el	el st	F1	OP	el	el st		Typ	Beet	Block	Be * Bl	Ty * Be	Prüfer	Pr * Typ
Ertrag (kg/a)	485.7	433.7	351	279.4	82.38	68.43	55.14	81.51	0.81	***	n.s.	n.s.	*			
Stückgewicht (g)	94.3	85.4	75	62.6	17.71	16.79	14.12	18.28	0.8	**	*	*	n.s.			
Kraut (kg)	2.86	2.83	2	1.85	0.82	0.71	0.90	1.23	0.7	n.s.	n.s.	n.s.	*			
Anteil Handelsware %	71	68	0.72	0.62	0.12	0.05	0.06	0.22	0.33	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Alternaria (Boniturnote)	3.2	5.1	4.6	5.8	1.34	1.31	2.45	2.05	0.63	*	n.s.	n.s.	n.s.			
Anzahl Faule bei Ernte	10.9	6.3	8.6	2	10.92	4.85	7.17	3.51	0.54	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Brix	9.85	9.48	8.79	7.41	0.96	0.80	1.69	0.44	0.65	*	n.s.	n.s.	n.s.			
Malat (g/kg)	0.91	0.82	0.58	0.9	0.17	0.19	0.21	0.30	0.59	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
% TS	12.4	11.47	11.46	11.16	0.92	1.03	1.34	0.65	0.61	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Asche	6.75	7.04	6.67	8.71	0.60	0.57	0.70	1.10	0.79	***	n.s.	n.s.	n.s.			
a-Carotin (mg/100g)	8.6	7.4	10.6	7.8	1.06	1.37	0.39	2.26	0.53	*	n.s.			n.s.		
b-Carotin (mg/100g)	11.5	10.6	12.2	9.6	1.29	1.36	1.26	1.93	0.39	n.s.	n.s.			n.s.		
Isocumarin (mg/kg)	0.6	0.6	1.55	1.93	0.68	1.04	1.10	2.07	0.26	n.s.	n.s.			n.s.		
Saccharose (g/kg)	36.5	27.4	31.5	30.1	4.96	5.56	8.34	10.96	0.27	n.s.	n.s.			n.s.		
Glucose (g/kg)	21.5	23.9	20.1	13.9	4.69	1.88	1.08	6.99	0.48	*	n.s.			n.s.		
Fructose (g/kg)	18.4	20.5	17.4	12.4	4.98	1.36	1.52	6.84	0.38	n.s.	n.s.			n.s.		
Total Zucker (g/kg)	76.4	71.8	69.8	56.5	9.35	6.58	9.92	5.26	0.52	*	n.s.			n.s.		
Mono/Disacch.	1.12	1.67	1.28	1.09	0.34	0.32	0.35	0.84	0.29	n.s.	n.s.			n.s.		
Textur (Marke, Opt.=50)	53.5	52.6	46.3	49.4	15.43	14.44	13.35	17.47	0.48	***					***	n.s.
Aroma (Marke, Opt.= 50)	42.8	45.8	43.1	33.5	19.77	21.36	18.98	25.85	0.49	***					***	n.s.
Süsse (Marke, Opt.=100)	47	48.3	49.7	24.3	25.02	23.01	22.47	17.37	0.54	***					***	n.s.
Bitter (Marke, Opt. = 0)	38.6	30.2	31.1	60	27.43	24.32	28.75	26.29	0.6	***					***	n.s.
Gesamt (Marke, Opt.= 100)	50.8	54.6	53.4	29.5	24.55	20.60	22.36	21.07	0.52	***					***	n.s.

14

Tab.5 Überblick über alle Ergebnisse des Vergleichs aller 4 Sortentypen (F1: Hybridsorten, 3 Sorten; OP:Populationsorten, 3 Sorten; El: fertile Elternlinien, 2 Linien; El st: sterile Elternlinien, 2 Linien).

Nur bei den gelb unterlegten Parametern gab es signifikante Unterschiede mindestens zwischen dem besten und dem schlechtesten Sortentyp.