



Samenfeste Möhrensorten im Vergleichsanbau mit Hybridsorten



Christine Arncken

Abschlussbericht der Versuchsjahre 2002 und 2003

Inhalt

1.	Kurzbeschreibung des Projektes	3
2.	Einleitung	4
3.	Material und Methoden	5
3.1	Sorten und Saatgut	5
3.2	Feldversuch	5
3.3	Analysen	6
3.4	Verkostung	6
3.5	Statistische Auswertung	8
4.	Resultate	9
4.1	Erträge und Degustationsergebnisse nach Sorten	9
4.2	Vergleich der beiden Sortentypen durch Varianzanalyse	11
4.3	Korrelationen	14
5.	Diskussion	16
5.1	Ganzheitliche Untersuchungen	16
5.1.1	Kupferchloridkristallisation	16
5.1.2	Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie	17
5.1.3	Physiologischer Aminosäuren-Status	21
5.1.4	Elektrochemische Messungen	22
5.1.5	HPLC-Messungen – Test Methode Polyphenole	22
5.1.6	Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem BLE-Projekt:	22
5.2	Andere Vergleiche von Hybridsorten und Populationsorten	23
6.	Zusammenfassung	24
7.	Schlussfolgerungen	25
8.	Literatur	25
9.	Anhang	28
10.	Dank	30

1. Kurzbeschreibung des Projektes

Hybridzüchtung ist seit Mitte des letzten Jahrhunderts weltweit auf dem Vormarsch. Im Bio-Landbau hat sie jedoch Gegner, die neben politischen, ethischen und ökologischen Bedenken fürchten, dass durch sie die innere Qualität von Kulturpflanzen leidet (Arncken 2005). Manche Bio-Züchter wie die SATIVA (CH) und der Verein Kultursaat e.V. (DE) setzen ganz auf offenbestäubende (OP-) Sorten, wofür die Züchtung auch weniger aufwendig ist, und nehmen dafür evtl. Nachteile (Ertrag, Sortierung) in Kauf. Wir fragten uns, wie groß die Unterschiede zwischen den resultierenden Sortentypen bei Möhren des Nantaise-Typus derzeit sind.

Vergleichsanbau: ein Ort, zwei Jahre, 3 + 3 Nantaise-Sorten, 4 Wh. (Gut Rheinau, Schweiz (ZH), humoser Sandboden, 2002 und 2003). OP-Sorten: Samson, Tiptop, Narome. Hybridsorten: Bolero, Nipomo, Kamaran/Nandrin (2002/2003). Erhebungen: 30 (2002) bzw. 26 (2003) Parameter: Ernte: Ertrag, Stückgewicht, Anteil Handelsware, Krautertrag, Alternaria (nur 2002), Anzahl faule Karotten bei Ernte (nur 2002). Analytik: Brix, Titrierbare Säure, TS, TS-Ertrag, Asche, α -Carotin, β -Carotin, Isocumarin (nur 2002), Saccharose, Glucose, Fructose, Total Zucker, Verhältnis Mono/Disaccharide, Nitrat (nur 2002), Protein, P, K, Ca, Mg, Verkostung: Textur, Aroma, Süße, Bitterkeit, Gesamtnote. Statistische Auswertung: dreifaktorielle ANOVA mit anschließendem Mittelwertvergleich (Tukey).

Ergebnisse: Die Gesamtnote bei der Degustation war stark abhängig von der subjektiv empfundenen Süße, aber nur schwach abhängig vom Zuckergehalt der Möhren.

Die Gesamtnote in der Degustation konnte bei unseren Proben zu 98% aus dem Aschegehalt, dem Ca- und K-Gehalt und dem Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide vorhergesagt werden.

Beim Vergleich über beide Jahre fanden wir inkonsistente Trends für 12 der erhobenen 26 Parameter: im einen Jahr waren die Populationssorten besser, im anderen die Hybridsorten. Dies war der Fall für Krautertrag, titrierbare Säure, Glucose, Fructose, Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide, für die Mineralstoffe P, K, Ca sowie die Degustationsnoten für Aroma, Süße, Bitterkeit und Gesamtnote. Damit erwiesen sich die oft als Parameter für innere Reife herangezogenen Werte Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide, Aroma, Süße und Gesamtnote in der Degustation als nicht geeignet, um die Sortentypen in unserem Versuch zu differenzieren.

Die Hybridsorten hatten in beiden Jahren tendenziell höhere Erträge, Stückgewichte, Marktausbeuten, TS-Gehalte, TS-Erträge, Carotingehalte sowie Saccharose- und Gesamtzuckergehalte.

Die Populationssorten hatten in beiden Jahren tendenziell höhere Proteingehalte, Aschegehalte, Mg- Gehalte sowie eine bessere Degustationsnote für die Textur.

Keiner der über beide Jahre konsistenten Unterschiede war in beiden Jahren signifikant.

2002 schnitten bei 5 von 30 Parametern die Populationssorten signifikant schlechter ab als die Hybridsorten (Alternariabefall 68,8% höher, TS-Gehalt 25,8% tiefer, TS-Ertrag 21% tiefer, Saccharose-Gehalt 24,9% tiefer, Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide 49,1% höher). Sie waren bei einem Parameter signifikant besser (21,6% weniger bitter in der Degustation).

2003 schnitten bei 6 von 26 Parametern die Populationssorten signifikant schlechter ab als die Hybridsorten (9,8% tieferer Anteil marktfähige Ware, 26,5% weniger α -Carotin, 18,0% weniger β -Carotin, 16,3% schlechtere Note für Süße, 26,8% bitterer, 14,7% schlechtere Gesamtnote in

der Degustation). Sie waren nur bei einem Parameter signifikant besser (Aschegehalt 7,2% höher).

Ein Verlust an innerer Qualität bei den Hybridsorten konnte mit den verwendeten Methoden nicht nachgewiesen werden.

Insgesamt zeigte sich bei diesem Versuch ein Trend zu einer generellen Überlegenheit der Hybridsorten bei den wirtschaftlich relevanten Parametern.

Es ist daher trotz der politischen, ethischen und ökologischen Bedenken abzusehen, dass der Anteil der Hybridsorten in den nächsten Jahren auch im biologischen Landbau rasch zunehmen wird und dass Populationssorten in wenigen Jahren kaum mehr erhältlich sein werden, wenn sich der biologische Landbau ihrer nicht verstärkt annimmt. Dies könnte geschehen durch

- a) Konsumenteninformation und Vermarktungsinitiativen
- b) Unterstützung der biologischen Pflanzenzüchtung ideell, finanziell und durch Saatgut-Nachfrage
- c) Forschungsprojekte, die mit nicht-analytischen Methoden den qualitativen Unterschied zwischen den Sortentypen aufzeigen und erlebbar machen.

2. Einleitung

Unter den im biologischen Land- und Gartenbau aktiven Forschern und Landwirten wird immer wieder die Frage diskutiert, welche Rolle Hybridsorten in der biologischen Landwirtschaft spielen sollten (Müller 1996, Müller 2000, Hagel 2001, Fleck et al. 2001, 2002, Assoziation biologisch-dynamischer Pflanzenzüchter 2003, Elers 2004, Arncken 2005). Der Anbauverband Demeter empfiehlt bei Gemüse, offenbestäubende Sorten (=open pollinating, =OP-Sorten; solche werden auch als „samenfest“ bezeichnet) zu bevorzugen und verbietet beim Brotgetreide den Anbau von Hybriden. Im letzten Jahr wurden in Deutschland bei Möhren Kampagnen zur gezielten Vermarktung von samenfesten Demeter-Sorten begonnen, um die Konsumenten für das Thema zu sensibilisieren.

Als Vorteile von Hybridsorten werden genannt: Höherer Ertrag, grössere Einheitlichkeit, schnellerer Zuchtfortschritt bei der Etablierung von Resistenzen und anderen Eigenschaften (Arncken 2005). Auch sind Hybridsorten (v.a. Gemüse und Mais) im biologischen Landbau schon so weit etabliert, dass ein Hybridverzicht fast nicht mehr möglich wäre.

Gegner der Hybridsorten haben neben politischen, ethischen und ökologischen Bedenken (Arncken 2005) vor allem die Sorge, dass durch die Hybridzüchtung die innere Qualität der Kulturpflanzen leidet. Sie machen auf die Üppigkeit und Betonung der Masse- und Ertragsbildung bei den Hybriden aufmerksam und befürchten, dass die subtileren Aspekte der Reifung und Aromabildung dahinter zurückbleiben.

Für die biologisch-dynamischen Gemüsezüchter der SATIVA stellte sich die Frage, wie gravierend die Unterschiede zwischen den Sortentypen bezüglich Ertrag, Klassierung, Inhaltsstoffen und Geschmack sind. Der bekannteste Vergleich von Hybrid- und Populationssorten wurde mit Möhren vorgenommen. Dabei fanden Fleck et al. (2002) höhere Mineralstoffgehalte und niedrigere Quotienten von Mono- zu Disacchariden bei Populationssorten. Bei diesem Sortenvergleich wurden jedoch verschiedene Möhrentypen mit unterschiedlich langer optimaler Vegetationsdauer (Nantaise-Typen / Berlikumer) verwendet.

Um die Unterschiede spezifisch bei Nantaise-Typen zu untersuchen, wurden für die vorliegende Arbeit sechs Möhrensorten in einem zweijährigen Feldversuch unter biologisch-dynamischen Bedingungen verglichen.

Im ersten Versuchsjahr wurden zusätzlich von zwei Hybridmöhrensorten je zwei Elternlinien angebaut und mit verglichen. Die Ergebnisse der Elternlinien können im Bericht über das erste Versuchsjahr (Arncken 2003) eingesehen werden. In diesem Abschlussbericht werden nur die Ergebnisse der marktfähigen Sorten aus dem Versuch dargestellt.

3. Material und Methoden

3.1 Sorten und Saatgut

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Sorten im Versuch. Das Saatgut war unbehandelt, auf 1,6-1,8 mm kalibriert und aus konventionellem Anbau, ausser der Sorte Narome, die unter biologisch-dynamischen Bedingungen gezüchtet worden ist. Die Sorte Kamaran, die durch ein Missverständnis als Nantaise-Typ in den Versuch genommen wurde, entpuppte sich als Flakkeer-Typ und wurde daher 2003 durch die Sorte Nandrin ersetzt.

Tab. 1: Verwendete Möhrensorten im Vergleichsversuch Hybridsorten – Populationsorten.

Sorte	Züchter, Vermehrer	Bestäubungstyp	Sortentyp	Im Versuch 2002	Im Versuch 2003
Samson	Bejo (NL)	OP	Nantaise 5	x	x
Tiptop	Syngenta Seeds St. G	OP	Nantaise 3	x	x
Narome	Sativa (Bio, CH)	OP	Nantaise 2	x	x
Bolero	Vilmorin (F)	F1	Nantaise	x	x
Nipomo	Bejo (NL)	F1	Nantaise	x	x
Kamaran	Bejo (NL)	F1	Flakkeer	x	
Nandrin	Bejo (NL)	F1	Nantaise		x

3.2 Feldversuch

Der Versuch stand 2002 und 2003 auf dem Gutsbetrieb Rheinau, Schweiz, der seit 1999 biologisch-dynamisch bewirtschaftet wird. Das Versuchsfeld war auf humosem Sandboden in der Nähe des Rheins. Das Versuchsdesign war in einem lateinischen Rechteck mit vier Wiederholungen angelegt (siehe Anhang).

Versuch 2002: Die Beete wurden 3-reihig angelegt, Reihenabstand 40 cm, die Parzellen waren 7 m lang. Die Vorfrucht war eine Überwinterungsgründung, im Jahr davor waren Erbsen

angebaut worden. Die letzte organische Düngung erfolgte im Jahr 2000. Die Aussaat erfolgte von Hand am 30.4. und 1.5.2002 mit einem Einzelkornabstand von 2 cm. Der Versuch musste zweimal von Hand gejätet werden und wurde sechsmal maschinell gehackt. Im Juni wurde fünfmal mit je ca. 20 mm bewässert. Die Ernte erfolgte am 16.8.2002 für alle Sorten ausser der Sorte Kamaran, diese wurde aufgrund einer längeren Vegetationsdauer erst am 28.8.2002 geerntet. Es wurden zunächst 6 m der Mittelreihe geerntet und nach Rüben und Kraut gewogen. Dies bildete die Basis für die Ertragsberechnung in dt/ha. Dann wurde die ganze Ernteparzelle geerntet. Ca. 30 kg von jeder Parzelle wurden zur Bestimmung des Anteils an marktfähiger Ware und für die weiteren Untersuchungen verwendet.

Versuch 2003: Die Beete wurden mit einer Spurbreite von 150 cm mit je zwei Doppelreihen auf Dämmen angelegt. Die Parzellen waren 6 m lang. Die Vorfucht war Wickroggen, davor verschiedene Lactuca-Salate. Die letzte organische Düngung erfolgte im Jahr 2001 mit ca. 350 dt/ha Mistkompost. Die Aussaat erfolgte mit einer pneumatischen Einzelkornsämaschine am 5.6.2003. Der Versuch wurde viermal mit der Sternradhacke gehackt, zweimal abgehäufelt, zweimal angehäufelt und einmal von Hand gejätet. Aufgrund der heissen trockenen Witterung musste jede Woche mit ca. 20 mm bewässert werden (total ca. 180 mm bewässert). Die Ernte erfolgte am 22.10.2003. Es wurden zunächst 5 m der jeweils repräsentativeren Doppelreihe geerntet und nach Rüben und Kraut gewogen. Dies bildete die Basis für die Ertragsberechnung in dt/ha. Dann wurde die ganze Ernteparzelle geerntet. Ca. 30 kg von jeder Parzelle wurden zur Bestimmung des Anteils an marktfähiger Ware und für die weiteren Untersuchungen verwendet.

Folgende Parameter wurden in beiden Jahren in allen vier Feldwiederholungen erhoben: Möhnerertrag in dt/ha, Anteil Handelsware und Krautertrag. 2002 wurden zusätzlich der Alternariabefall und die Anzahl fauler Möhren bei der Ernte bestimmt.

Das Stückgewicht wurde 2002 in allen vier, 2003 nur in zwei Feldwiederholungen erhoben.

3.3 Analysen

Die Möhren wurden gewaschen und ohne Kopf und Spitze (je ca. 2.5 cm) in 6 mm dicke Scheiben geschnitten. Ein Teil davon wurde sofort mit Flüssigstickstoff schockgefroren, um anschliessend pulverisiert zu werden für die Bestimmung von Carotin und Isocumarin. Ein anderer Teil der Möhrenscheiben wurde entsaftet. Der Saft wurde sofort für die spätere Bestimmung von Brix, Titrierbare Säure und Zucker eingefroren. Ein dritter Teil wurde für die TS-Bestimmung getrocknet und anschliessend mit einer Labormühle gemahlen für die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl, die Ermittlung des Aschegehaltes und die Mineralstoffanalyse. Die Bestimmung von Carotin, Isocumarin und Zucker wurde an der eidgenössischen Forschungsanstalt für Obst, Wein und Gartenbau, agroscope FAW Wädenswil, durchgeführt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Anzahl der analysierten Proben und die Analysemethoden.

3.4 Verkostung

Für die Verkostung wurden die Möhren geschält und ohne Kopf und Spitze (je 1,5 cm) im Jahr 2002 längs geviertelt und in ca. 2 cm grosse Stifte geschnitten. Im Jahr 2003 wurden die Möhren in 6 mm dicke Scheiben geschnitten. Mischproben aller vier Wiederholungen wurden codiert serviert. Bewertet wurde Textur, Aromagehalt, Süsse, Bitterkeit und Gesamteindruck. Die Pro-

banden 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.

Tab.2: Überblick über die Anzahl der analysierten Proben und die Analysemethoden.

Analyse	Jahr	Probenumfang	Analysemethode
Brix	2002, 2003	Jede Feldwiederholung untersucht (4 Wiederholungen pro Versuchsglied)	Refraktometer, % Brix
Titrierbare Säure	2002, 2003		Titrierbare Säure
Nitrat	2002		Nach Künsch et al. (1990)
TS	2002, 2003		Trocknung 20 Stunden bei 105°C
Asche	2002		Veraschung bei 700°C
Mineralstoffe (K, Mg, Ca)	2002		Salzsäureauszug aus der Asche, Bestimmung der Kationen mit einem Ionenchromatographen
Asche	2003	Je eine Mischprobe der Wiederholungen I und II und der Wiederholungen III und IV untersucht	Veraschung bei 700°C
Mineralstoffe (K, Mg, Ca)	2003		Salzsäureauszug aus der Asche, Bestimmung der Kationen mit einem Ionenchromatographen
N org /Protein	2002, 2003		Kjeldahl
P	2002, 2003		Salzsäureauszug aus der Asche, photometrische P-Bestimmung
a-Carotin	2002, 2003		HPLC Methode nach Meineke (1995)
b-Carotin	2002, 2003		
Isocumarin	2002, 2003		HPLC Methode verändert nach Talcott und Howard (1999) und Marinelli et al. (1990)
Zucker (Glucose, Fructose, Saccharose)	2002, 2003		HPLC nach Künsch et al. (1994)

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.

3.5 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. Anschliessend wurde ein Post-ANOVA-Signifikanztest nach Tukey durchgeführt. Für die Degustationsdaten wurde eine zwei-faktorielle ANOVA (Prüfer, Sortentyp) durchgeführt. Es wurde zusätzlich geprüft, ob das Geschlecht, das Alter und die Präferenz der Prüfperson für rohe Karotten die Resultate signifikant beeinflussten.

Für die Berechnung der Korrelationen und für das Modell für die Degustationsnote wurden nur die fünf in beiden Jahren angebauten Sorten verwendet. Hierfür wurden die Feldwiederholungen vorher gemittelt.

4. Resultate

4.1 Erträge und Degustationsergebnisse nach Sorten

Im Jahr 2002 betrug der durchschnittliche Ertrag 457 dt/ha. Den höchsten Ertrag brachte die Sorte Nipomo (F1) mit 538 dt/ha, gefolgt von Kamaran (F1) mit 517 dt/ha, Samson (OP) mit 483 dt/ha und Tiptop (/OP) mit 447 dt/ha. Bolero (F1) lag mit 428 dt/ha an vorletzter, Narome (OP) mit 339 dt/ha an letzter Stelle.

2003, wo der durchschnittliche Ertrag um ca. 11% höher lag (510 dt/ha), war Bolero (F1) mit 624 dt/ha an der Spitze, gefolgt von Samson (OP) mit 526 dt/ha, Narome (OP) mit 518 dt/ha, Nandrin (F1) mit 518 dt/ha und Tiptop (OP) mit 471 dt/ha. Am schlechtesten schnitt Nipomo (F1) ab (401 dt/ha) (Abb.2).

Die starke Schwankung in der Rangfolge bei der Sorte Nipomo (F1) zwischen beiden Jahren schlug sich auch in der Degustation nieder: während die Sorte in ihrem ertragsschwachen Jahr 2003 die zweitbeste Gesamtnote erhielt, hatte sie 2002 die schlechteste Gesamtnote erhalten. Bolero (F1) erhielt in beiden Jahren die beste Gesamtnote, was wohl mit dem hohen Zuckergehalt der Sorte zu tun hat, der in beiden Jahren am höchsten war (2002: 87,9 g/l; 2003: 68,3 g/l). 2003 war sie zusätzlich die am wenigsten bitter benotete Sorte. 2002 war Samson (OP) die am wenigsten bitter benotete Sorte und erreichte damit, obwohl sie den tiefsten Zuckergehalt aufwies, den zweiten Platz in der Degustation (Abb.3).

Die Sorte Bolero (F1) war gegenüber den extremen Bedingungen des Jahres 2003 (sehr heiss und sonnig, regelmässige Bewässerung) am tolerantesten, während sie sich 2002, wo an angefressenen Möhren relativ viel Fäulnis auftrat, als anfällig gezeigt hatte. Eine grosse Anfälligkeit der Sorte Bolero auf Frassschäden (vermutlich durch Nacktschnecken) stellte auch Rysavy (2005) in einem Sortenvergleich fest.

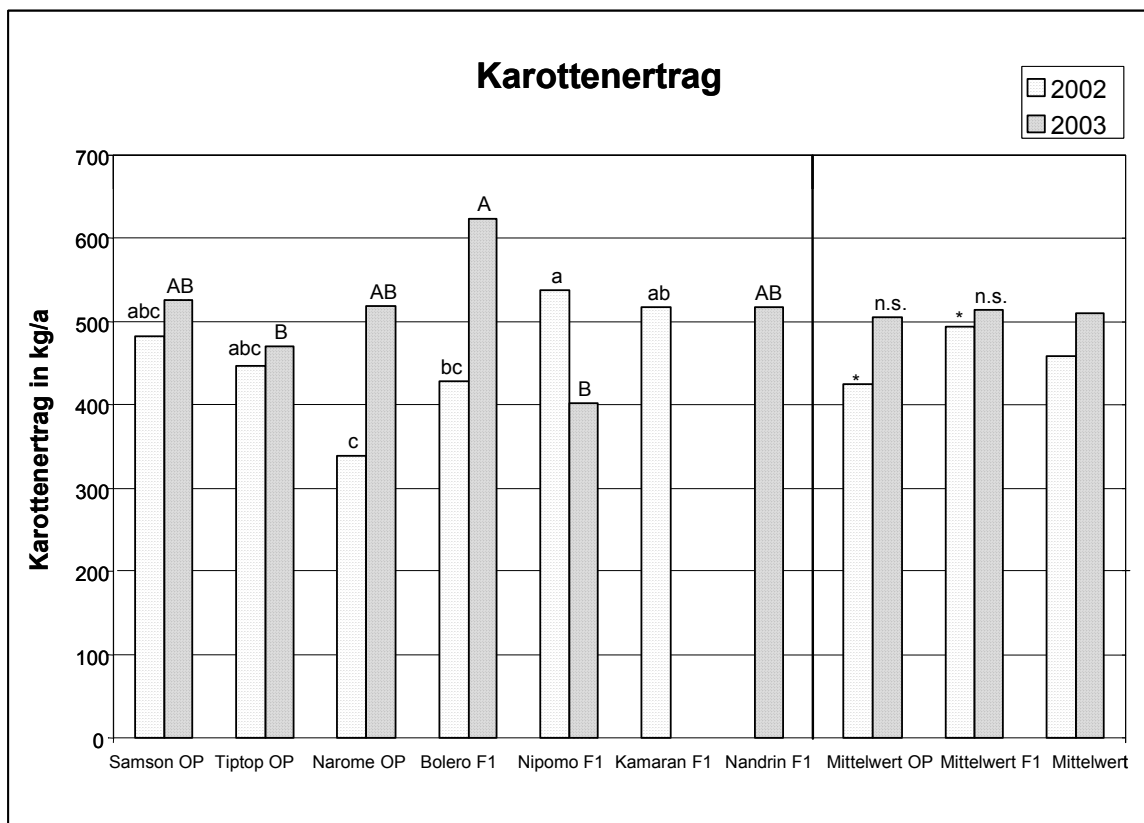


Abb.2: Erträge der Sorten im Vergleichsversuch Populationssorten - Hybridsorten. Verschiedene Buchstaben zeigen signifikant verschiedene Sorten an). Nur 2002 waren die Mittelwerte der beiden Sortengruppen signifikant verschieden (Post-ANOVA Tukey-Test mit $P < \alpha = 0.05$).

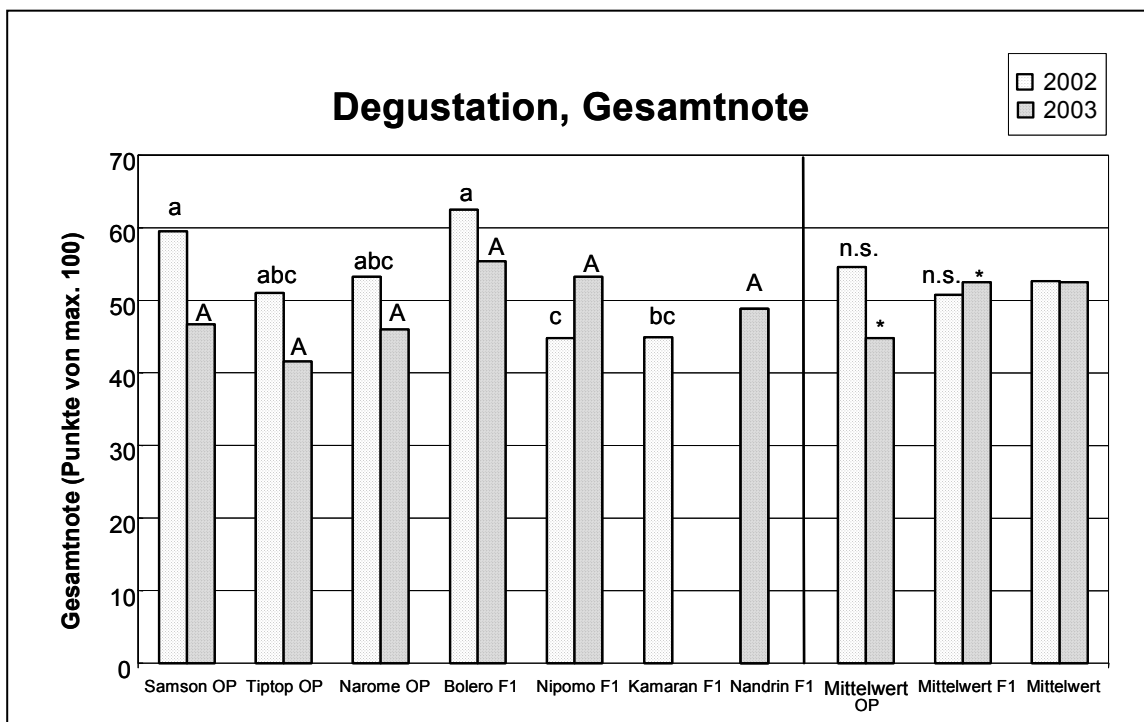


Abb. 3: Gesamtnoten in der Karottendegustation im Vergleichsversuch Hybridsorten – Populationssorten. Die Skala der möglichen Noten reichte von 0 (=schlechteste Note) bis 100 (=beste Note). Signifikante Sortenunterschiede gab es nur 2002, signifikante Mittelwertunterschiede nur 2003 (Post-ANOVA Tukey-Test mit $P < \alpha = 0.05$).

4.2 Vergleich der beiden Sortentypen durch Varianzanalyse

Im Jahr 2002 wurden 30 Parameter erhoben. Bei 5 Parametern, geprüft mit einer dreifaktoriellen ANOVA, schnitten die Populationssorten signifikant schlechter ab als die Hybridsorten. Dies war der Fall für Alternariabefall (68,8% höher), TS-Gehalt (25,8% tiefer), TS-Ertrag (21% tiefer), Saccharose-Gehalt (24,9% tiefer) und das Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide (49,1% höher). Besonders auffällig war der deutlich höhere TS-Ertrag der Hybridsorten.

Die Populationssorten waren bei einem Parameter signifikant besser (21,6% weniger bitter in der Degustation). Die Nitratbestimmungen lieferten sehr geringe Werte, die in fast allen Fällen unter der Nachweisgrenze von 0,3 mg/l lagen. Nur bei der Sorte Kamaran liessen sich geringe Werte (unter 10 mg/l) feststellen. Tendenziell hatten die Hybridsorten 2002 die besseren agronomischen und analytischen Ergebnisse, die Populationssorten die besseren Degustationsergebnisse.

2003 wurden 26 Parameter erhoben. Es gab keinen nennenswerten Alternariabefall und keine faulen Möhren bei der Ernte. Nitrat wurde nicht gemessen. Die Isocumarinwerte stehen noch aus. Bei 6 Parametern schnitten die Populationssorten signifikant schlechter ab als die Hybridsorten. Dies war der Fall für den Anteil marktfähige Ware (9,8% tiefer) sowie für α -Carotin (26,5% weniger), β -Carotin (18,0% weniger), Süsse (16,3% schlechtere Note), Bitterkeit (26,8% bitterer) und Gesamtnote (14,7% schlechter) in der Degustation. Sie waren nur bei einem Parameter signifikant besser (Aschegehalt 7,2% höher). Dies führte auch zu tendenziell höheren Mineralstoffgehalten bei den Populationssorten, Während die Hybridsorten tendenziell bessere Ertrags-, Zucker- und signifikant bessere Carotin- und Degustationswerte hatten. In Tab. 5 und 6 sind die Mittelwerte der F1- und OP-Sorten in beiden Jahren gegenübergestellt.

Fasst man die Ergebnisse beider Jahre zusammen, so finden sich zum Teil inkonsistente Trends (im einen Jahr waren die Hybridsorten besser, im anderen Jahr die Populationssorten). Dies war der Fall bei den Parametern Krautertrag, titrierbare Säure, Glucose, Fructose, Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide, bei den Mineralstoffen P, K, Ca sowie den Degustationsnoten für Aroma, Süsse, Bitterkeit und Gesamtnote.

Beim Vergleich der beiden Jahre gilt es zu beachten, dass die 2002 verwendete Hybridsorte Kamaran 2003 durch Nandrin ersetzt wurde.

Folgende Trends waren in beiden Jahren konsistent: Die Hybridsorten hatten in beiden Jahren höhere Erträge, Stückgewichte, Marktausbeuten, TS-Gehalte, TS-Erträge, Carotingehalte sowie Saccharose- und Gesamtzuckergehalte. Die Populationssorten hatten in beiden Jahren höhere Proteingehalte, Aschegehalte, Mg- Gehalte sowie eine bessere Degustationsnote für die Textur.

Keiner der über beide Jahre konsistenten Unterschiede war in beiden Jahren signifikant.

In Abb. 4 ist die prozentuale Differenz der Populationssorten zu den Hybridsorten für alle Parameter dargestellt, für die mindestens in einem Jahr signifikante Unterschiede gefunden wurden.

Insgesamt zeigte sich bei diesem Versuch ein Trend zu einer generellen Überlegenheit der Hybridsorten bei den wirtschaftlich relevanten Parametern.

Dies steht im Gegensatz zu dem Sortenvergleich von Rysavy (2005), bei dem sieben Populationssorten und drei Hybridsorten von Möhren verglichen worden waren und wo eine pauschale Überlegenheit der Hybridsorten nicht festgestellt werden konnte. Dort waren allerdings nicht nur Nantaise-Typen, sondern verschiedene Sortentypen verglichen worden.

Tab. 5: Überblick über alle Mittelwerte des Vergleichs Hybridsorten (F1) – Populationssorten (OP) 2002 (Je 3 Sorten). Nur bei den hellgrau (=F1 besser) oder dunkelgrau (=OP besser) unterlegten Parametern gab es signifikante Unterschiede zwischen den beiden Sortentypen. Signifikanzniveau: *= α <0,05; **= α <0,01; ***= α <0,001 (dreifaktorielle ANOVA).

Parameter 2002	Mittelwerte		Standardabweichung		Signifikanz Typ
	F1	OP	F1	OP	
Ertrag (dt/ha)	485,7	433,6	82,4	68,4	n.s.
Stückgewicht (g)	94,3	85,4	17,7	16,8	n.s.
Anteil Handelsware (%)	70,5	67,8	0,12	0,05	n.s.
Krautertrag (dt/ha)	95,3	94,3	8,32	8,32	n.s.
Alternaria (Note, Skala 1-9)	3,2	5,1	1,3	1,3	**
Anzahl Faule bei Ernte (Stk/6 m)	10,9	6,3	13,2	4,9	n.s.
Gelöste Feststoffe (°Brix)	9,85	9,48	0,96	0,81	n.s.
Titrierbare Säure (g/kg)	0,91	0,82	0,17	0,19	n.s.
TS (% von FM)	12,4	11,5	0,92	1,03	*
TS-Ertrag (dt/ha)	61,0	48,2	1,86	1,86	***
Asche (% von TS)	6,8	7,0	0,6	0,56	n.s.
α -Carotin (mg/100g FM)	8,6	7,4	1,06	1,37	n.s.
β -Carotin (mg/100g FM)	11,5	10,6	1,29	1,36	n.s.
Isocumarin (mg/kg FM)	0,6	0,6	0,68	1,04	n.s.
Saccharose (g/kg FM)	36,5	27,4	4,96	5,56	*
Glucose (g/kg FM)	21,5	23,9	4,69	1,88	n.s.
Fructose (g/kg FM)	18,4	20,5	4,98	1,36	n.s.
Total Zucker (g/kg FM)	76,4	71,8	9,35	6,58	n.s.
Mono/Disaccharide	1,12	1,67	0,34	0,32	*
Protein (g/100g FM)	0,81	0,86	0,04	0,04	n.s.
P (mg/100g FM)	49,2	43,0	2,33	2,33	n.s.
K (mg/100g FM)	320,9	303,7	13,17	13,17	n.s.
Ca (mg/100g FM)	45,4	43,3	1,47	1,47	n.s.
Mg (mg/100g FM)	13,8	15,3	0,95	0,95	n.s.
Textur (Skala 0-100, Opt.=50)	53,5	52,6	15,43	14,44	n.s.
Aroma (Skala 0-100, Opt.=50)	42,8	45,8	19,78	21,36	n.s.
Süsse (Skala 0-100, Opt.=100)	47	48,3	25,02	23,01	n.s.
Bitter (Skala 0-100, Opt.=0)	38,5	30,2	27,43	24,32	*
Gesamt (Skala 0-100, Opt.=100)	50,8	54,6	24,56	20,6	n.s.

Tab. 6: Überblick über alle Ergebnisse des Vergleichs Hybridsorten (F1) – Populationssorten (OP) 2003 (Je 3 Sorten). Das jeweils bessere Ergebnis ist **fett** gedruckt. Nur bei den hellgrau (=F1 besser) oder dunkelgrau (=OP besser) unterlegten Parametern gab es signifikante Unterschiede zwischen den beiden Sortentypen. Signifikanzniveaus: *= $\alpha < 0,05$; **= $\alpha < 0,01$; ***= $\alpha < 0,001$ (dreifaktorielle ANOVA).

Parameter 2003	Mittelwerte		Standardabweichung		Signifikanz Typ
	F1	OP	F1	OP	
Ertrag (dt/ha)	514,2	505,1	37,7		n.s.
Stückgewicht (g)	54,8	51,5	5,23	5,82	n.s.
Anteil Handelsware (%)	78,4	70,7	1,8	1,8	*
Krautertrag auf (dt/ha)	130,7	140,4	10,2	10,2	n.s.
Gelöste Feststoffe (°Brix)	8,69	8,32	0,17	0,16	
Titrierbare Säure (g/kg)	0,74	0,76	0,03	0,02	
TS (% von FM)	10,0	9,4	0,22	0,22	
TS-Ertrag (dt/ha)	51,0	47,7	3,28	3,28	n.s.
Asche (% von TS)	7,1	7,6	0,12	0,12	*
α -Carotin (mg/100g FM)	2,8	2,1	0,11	0,11	**
β -Carotin (mg/100g FM)	7,2	5,9	0,22	0,22	**
Saccharose (g/kg FM)	28,1	26,4	2,55	2,55	n.s.
Glucose (g/kg FM)	19,7	18,4	0,92	0,92	n.s.
Fructose (g/kg FM)	17,6	16,9	0,75	0,75	n.s.
Total Zucker (g/kg FM)	65,4	61,7	1,49	1,49	n.s.
Mono/Disaccharide	1,49	1,35	0,21	0,21	n.s.
Protein (g/100 g FM)	1,39	1,47	0,06	0,06	n.s.
P (mg/100g FM)	32,3	32,8	0,94	0,94	n.s.
K (mg/100g FM)	303,3	310,3	7,01	7,01	n.s.
Ca (mg/100g FM)	30,1	30,5	0,7	0,7	n.s.
Mg (mg/100g FM)	10,8	11,1	0,64	0,64	n.s.
Textur (Skala 0-100, Opt.=50)	49,4	50,3	1,46	1,46	n.s.
Aroma (Skala 0-100, Opt.=50)	41,0	37,4	1,89	1,89	n.s.
Süsse (Skala 0-100, Opt.=100)	49,1	41,1	2,0	2,0	**
Bitter (Skala 0-100, Opt.=0)	26,0	33,0	2,13	2,13	*
Gesamt (Skala 0-100, Opt.=50)	52,5	44,8	2,5	2,5	*

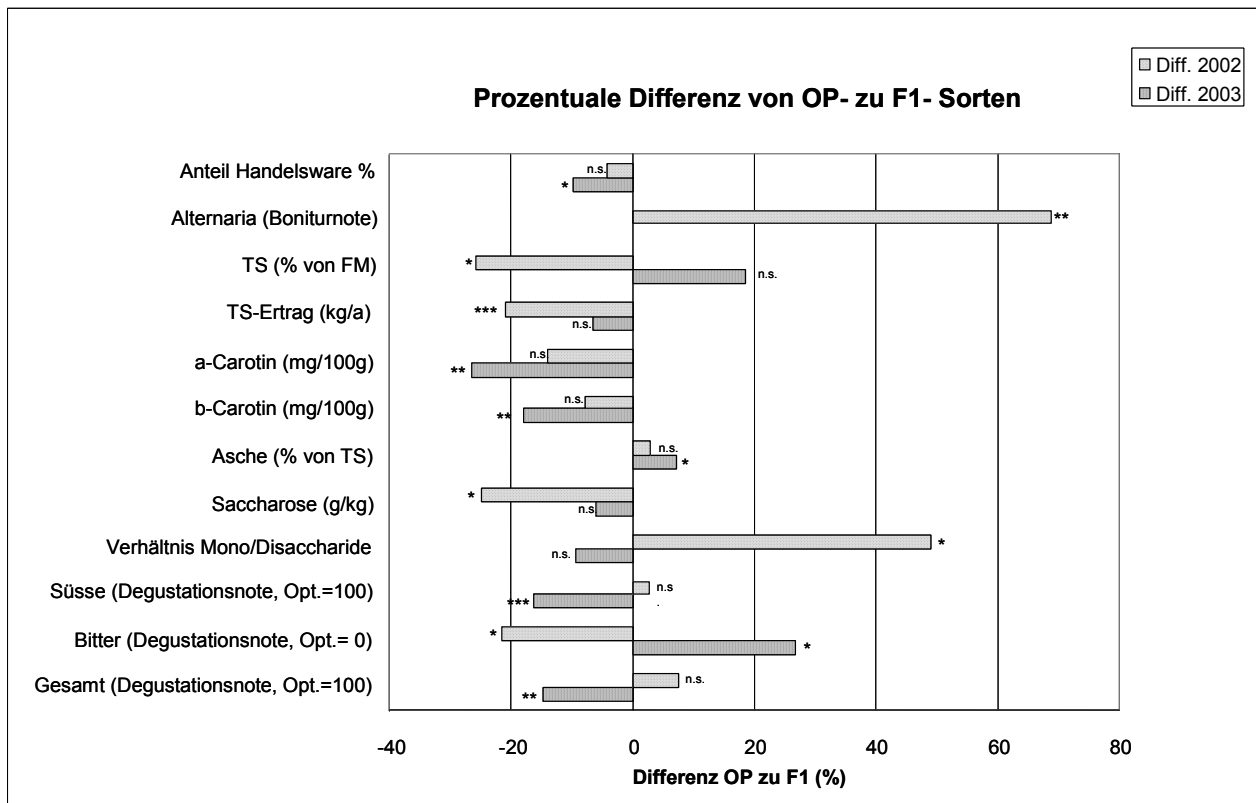


Abb. 4: Prozentuale Differenz von Populationssorten zu Hybridsorten. Dargestellt sind alle Parameter, für die mindestens ein in einem Jahr signifikante Unterschiede gefunden wurden (Positive Werte: OP-Sorten besser als F1-Sorten).

4.3 Korrelationen

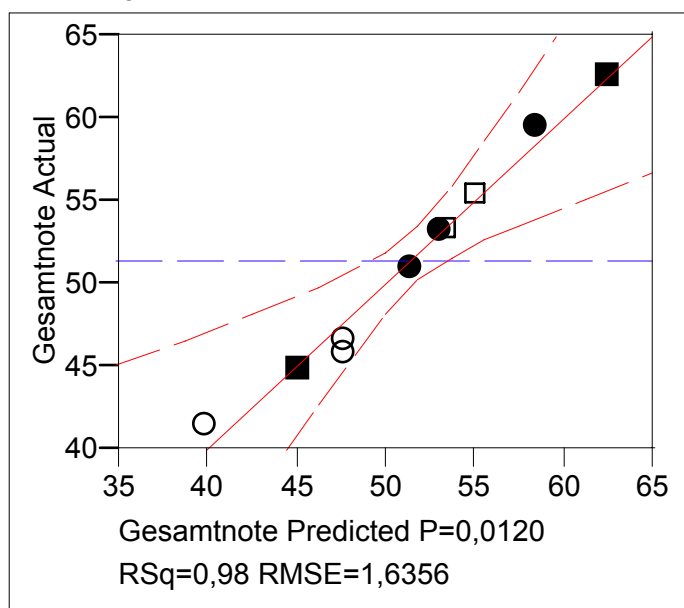
Erwartungsgemäss waren Brix, TS-Gehalt und totaler Gehalt an Zuckern sehr hoch miteinander korreliert (Brix/TS: $R^2=0,94$; Brix/Tot. Zucker $R^2=0,98$; TS/Tot. Zucker $R^2=0,92$). Auch die Phosphorgehalte waren hoch mit diesen „Süsseparametern“ korreliert (P/TS $R^2=0,92$), im weiteren auch Ca und Mg (Ca/TS $R^2=0,76$; Mg/TS $R^2=0,71$). Diese Gruppe an Parametern war negativ mit dem Aschegehalt korreliert sowie schwach negativ mit dem Proteingehalt (TS/Asche $R^2=-0,80$; TS/Protein $R^2=-0,60$).

Die Gesamtnote in der Degustation wurde am meisten durch die Parameter Süsse ($R^2=0,88$) und Aroma ($R^2=0,67$) bestimmt. Mit den analytischen Werten war die Gesamtnote nur schwach korreliert, am ehesten noch mit dem Gesamtzucker ($R^2=0,41$). Das Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide und der Kaliumgehalt sind nicht mit der Gesamtnote korreliert ($R^2=0,01$ bzw. $R^2=0,00$).

Erstellt man ein multifaktorielles Modell aus Gesamtnote und allen analytischen Parametern, so erweisen sich als signifikante, innerlich nicht abhängige Parameter die Wechselwirkung zwischen Aschegehalt und dem Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide, das Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide und der Aschegehalt (Tab.3). Dieses Modell zeigt einen R^2 von 0,98 (Abb.5).

Damit kann die Gesamtnote in der Degustation bei unseren Proben zu 98% aus dem Aschegehalt, dem Ca- und K-Gehalt und dem Zuckerverhältnis erklärt werden (Abb.5).

Gesamtnote Actual by Predicted Plot



Legende:

- = OP-Sorten 2002
- = OP-Sorten 2003
- = F1-Sorten 2002
- = F1-Sorten 2003

Abb. 5: Multifaktorielles Modell aus Gesamtnote bei der Degustation und den Parametern Aschegehalt, Verhältnis von Monosacchariden zu Disacchariden, Wechselwirkung zwischen Aschegehalt und Verhältnis von Monosacchariden zu Disacchariden, Kaliumgehalt, Calciumgehalt und Wechselwirkung zwischen Kalium- und Calciumgehalt. Die Gesamtnote in der Degustation kann bei unseren Proben zu 98% aus dem Aschegehalt, dem Ca- und K-Gehalt und dem Zuckerverhältnis erklärt werden.

Tab. 3: F-Werte für die Effekte des Modells von Abb. 5.

Effect Tests	F Ratio	Prob > F
Asche	17,8439	0,0243
K	7,4106	0,0724
Ca	7,4575	0,0719
Verhältnis Mono/Disacch	27,0455	0,0138
K *Ca	5,8264	0,0947
Asche*Verhältnis Mono/Disacch	36,6011	0,0091

5. Diskussion

5.1 Ganzheitliche Untersuchungen

Bei diesem Versuch interessierte uns auch die Frage, inwieweit ganzheitliche Methoden einen Unterschied zwischen den beiden Sortentypen aufzeigen können. Daher stellte die Untersuchung unseres Probenmaterials im Projekt der deutschen Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: „ganzheitliche Untersuchungen zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung“ (BÖL 020E170) für uns eine ideale Ergänzung des Versuchs dar. Das Projekt wird hier als „BLE-Projekt“ bezeichnet (BLE 2003).

Für dieses Projekt wurden im Herbst 2002 verblindete Proben von je 10-20 kg Handelsklasse der Sorten Samson, Nipomo, Bolero und Tiptop untersucht. Bei dieser ersten Untersuchung interessierte zunächst nur die Frage der Validierung der Untersuchungsmethoden Kupferchloridkristallisation, Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie, Physiologischer Aminosäurestatus und elektrochemische Messungen.

Im Februar 2003, nach der Lagerung, wurden im Rahmen dieses Projektes nochmals verblindete Mischproben derselben Sorten untersucht, diesmal mit der Fragestellung, ob die Methoden Kupferchloridkristallisation, Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie, Physiologischer Aminosäurestatus und elektrochemische Messungen die Hybridsorten von den Populationssorten signifikant zu trennen vermögen. Auch im zweiten Versuchsjahr, im Herbst 2003, wurden dieselben vier Sorten wieder verblindet untersucht.

Da die Ergebnisse dieses Projektes für den Leser dieses Berichtes von Interesse sein können, sei hier kurz auf die verschiedenen Untersuchungsmethoden eingegangen. Die Methoden und die jeweiligen Validierungsschritte sind in BLE (2003) ausführlich beschrieben.

5.1.1 Kupferchloridkristallisation

Eine wässrige Lösung von Kupferchlorid kristallisiert auf einer Glasplatte in einer ungeordneten Aggregation von CuCl_2 -typischen Nadeln. Nach Zusatz von Pflanzensäften oder -extrakten kristallisiert Kupferchlorid in mehr oder weniger koordinierten Formen von dendritisch angeordneten Nadelzügen. Die für diese Methode in kontrollierten Kristallisationskammern auf runden Glasplatten erzeugten Kristallbilder werden bisher meist durch charakterisierend-vergleichende Beschreibungen beurteilt. In diesem Projekt wurden sie jedoch computergestützt ausgewertet, indem jede Platte eingescannt und anschliessend in eine Graustufen-Häufigkeitsverteilung benachbarter Bildpunkte transformiert wurde. Die Verteilung wurde mittels statistischer Verfahren erster und zweiter Ordnung ausgewertet und lieferte pro Bild 23 Werte. Diese wurden in einer Linearen Diskriminanzanalyse weiter bearbeitet.

Die Proben vom Februar 2003 (nach Lagerung, Ernte Herbst 2002) wurden an einem Tag mit zweimaliger Probenvorbereitung in zwei verschiedenen Kammern mit je 9 Bildern pro Probe untersucht (4 resp. 5 von jeder Probenvorbereitung), so dass pro Probe 18 Bilder in die Auswertung eingingen.

Die Proben vom Oktober 2003 wurden an zwei Tagen mit je dreimaliger Probenvorbereitung in zwei verschiedenen Kammern mit je 9 Bildern pro Probe gemessen (drei von jeder Probenvorbereitung), so dass pro Probe 36 Bilder in die Auswertung eingingen (Kahl 2003).

Bei der computergestützten Texturanalyse der Bilder wurden verschiedene Variablen und Bildausschnitte untersucht. Zusätzlich wurde geprüft, ob die verschiedenen Sortentypen durch Lineare Diskriminanzanalyse (LDA) mit diesen Variablen in entsprechende Gruppen aufgeteilt werden.

In beiden Jahren wurde die Sorte Samson von den Hybridmöhren getrennt.

Bei den Proben vom Anbaujahr 2002 zeigt die LDA, dass die Sorten Nipomo (F1) und Tiptop (OP) gemeinsam eine Gruppe bildeten, während Samson (OP) und Bolero (F1) je eine eigene Gruppe für sich bildeten. In diesem Jahr gelang also keine entsprechende Gruppierung der Sortentypen, wobei die Sorte Samson von den Hybridmöhren abgetrennt wurde .

Bei den Proben vom Anbaujahr 2003 zeigte die LDA, dass die beiden Populationssorten Samson und Tiptop eine gemeinsame Gruppe bildeten, während Nipomo und Bolero je eine eigene Gruppe für sich bildeten. In diesem Jahr konnten die Sorten also teilweise entsprechend ihrer Sortentypen gruppiert werden .

Die Untersuchungen an der Ernte 2003 nach dem Lager im Frühjahr 2004 bestätigten die Aussage von 2002, dass die Sorte Samson eine eigene Gruppe bildet, die sich durchgehend von den Hybridmöhren abtrennen lässt.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen unserer Degustationen, so fällt auf, dass in beiden Jahren die beiden besten Sorten bei der Degustation bei der Texturanalyse der Kupferchlorid-Kristallbilder je eine eigene Gruppe für sich darstellten. Ob hier ein ursächlicher Zusammenhang besteht (als „gut“ bewertete Sorten bilden ein „eigenes“ Bildprofil), kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht gesagt werden, da an der visuellen Bildauswertung an der Universität Kassel noch methodisch gearbeitet wird.

Da bei Fleck et al. (2002) die Populationssorten in einem Vergleich deutlich besser abgeschnitten hatten als die Hybridsorten (vgl. Abschnitt 5.2), erwarten wir gespannt die Ergebnisse der visuellen Bildauswertung bei diesem Versuch.

5.1.2 Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie

Pflanzliche Proben emittieren nach Anregung durch Licht über eine gewisse Zeit hin Licht. Dieses hat niedrigere Energie (grössere Wellenlänge) als die Anregung. Diese Tatsache wird für die Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie (FAS) genutzt. Die weitgehend unzerstörte Probe wird nacheinander mit verschiedenfarbigem Licht angeregt. Jeweils anschliessend an die Anregung wird die Lichtemission breitbandig gemessen. Bestimmte aus den gemessenen Daten extrahierte Einzelwerte und Grössen haben sich für den Vergleich von Kulturbedingungen (z.B. biologisch-dynamisch / erdelos) als geeignet erwiesen.

Für die Messungen wurden pro Probe mindestens 20 oder mehr Einzelmöhren gewaschen, der grüne Blattansatz wurde grosszügig entfernt und die Wurzel so weit abgeschnitten, dass ein 12 cm langes Möhrenstück für die Untersuchung übrig blieb (Strube 2003).

Bei unseren Proben konnten mit Hilfe von zwei Messparametern (R40w und Mw1bl/R40bl)¹ Unterschiede zwischen den Sortentypen aufgezeigt werden. Beim Probenmaterial von 2002 waren diese Unterschiede bei der Untersuchung im Herbst nur als Trend vorhanden, bei der Wiederholungsuntersuchung am gleichen Material nach dem Lager im Frühjahr 2003 erwiesen sie sich aber als signifikant, so dass die beiden samenfesten Sorten (Samson und Tiptop) als Gruppe signifikant von der Gruppe der beiden Hybridsorten (Bolero und Nipomo) getrennt werden konnten. Beim Probenmaterial von 2003 liess sich die Sorte Bolero zwar nicht signifikant von den samenfesten Sorten trennen, aber es zeigten sich wieder die gleichen Trends und die Sortentypen wurden korrekt zugeordnet (Abb.6 und 7) (Strube 2003).

Diese Ergebnisse sind besonders interessant vor dem Hintergrund, dass bei unseren eigenen Untersuchungen viele analytische Parameter die beiden Sortengruppen nicht über beide Jahre konsistent zu trennen vermochten, kein einziger Parameter signifikant.

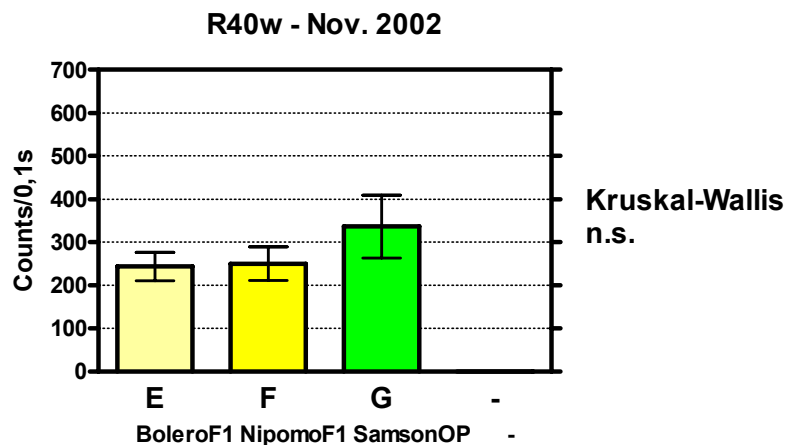
Interessant ist auch, dass die Projektteilnehmer mit Hilfe des Messparameters R40w bisher vor allem Weizen als „samentypischer“ charakterisiert hatten, wenn dieser Parameter niedriger war. Mit Hilfe dieses Parameters konnten im gleichen Projekt die biologisch-organischen und biologisch-dynamischen Weizenproben vom Herbst 2002 aus dem DOK-Versuch (Mäder et al. 2002) als Gruppe signifikant von den konventionellen und rein mineralisch gedüngten Proben abgetrennt werden (biologische Verfahren hatten niedrigere Werte). Ausserdem konnten mit Hilfe dieses Parameters die Möhren aus einem Düngungsversuch signifikant gruppiert werden: ungedüngte Möhren wiesen niedrigere Werte auf als mit 150 kg N/ha in Form von Hornspänen gedüngte Möhren (Strube 2003). Umso erstaunlicher ist, dass die samenfesten Sorten für diesen Parameter nicht niedrigere, sondern höhere Werte aufwiesen.

Dies steht im Gegensatz zu der Hypothese, dass beim Vergleich von Hybridsorten gegenüber Populationssorten ähnliche Eigenschaften zu finden sind wie beim Vergleich von gedüngten zu ungedüngten Pflanzen (Müller 2000, Hagel 2001).

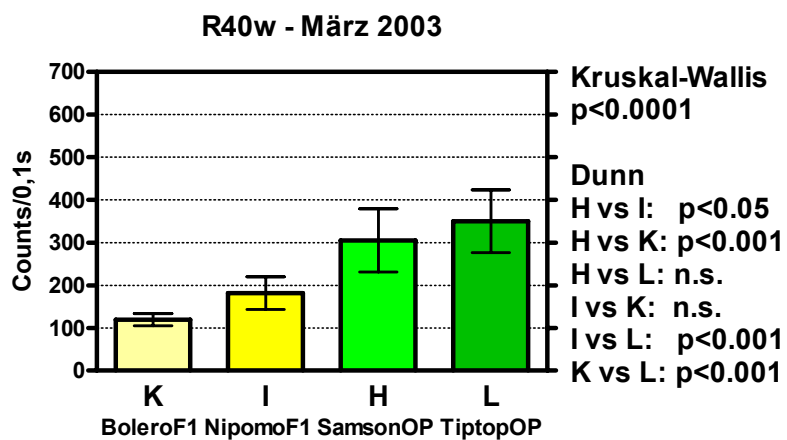
1) R40w= Mittelwert der 40 Messwerte, die im Zeitraum von 6-10 sec. nach Anregung mit weissem Licht gemessen werden (mittelfristige Emission).

Mw1bl/R40bl= Quotient aus dem Messwert im ersten Messintervall (von 0,2 bis 0,3 sec.) nach blauer Anregung (kurzfristige Emission) und dem Mittelwert der 40 Messwerte, die im Zeitraum von 6-10 sec. nach Anregung mit blauem Licht gemessen werden (mittelfristige Emission).

Nov. 2002
(Ernte 2002)



März 2003
(Ernte 2002)



Okt. 2003
(Ernte 2003)

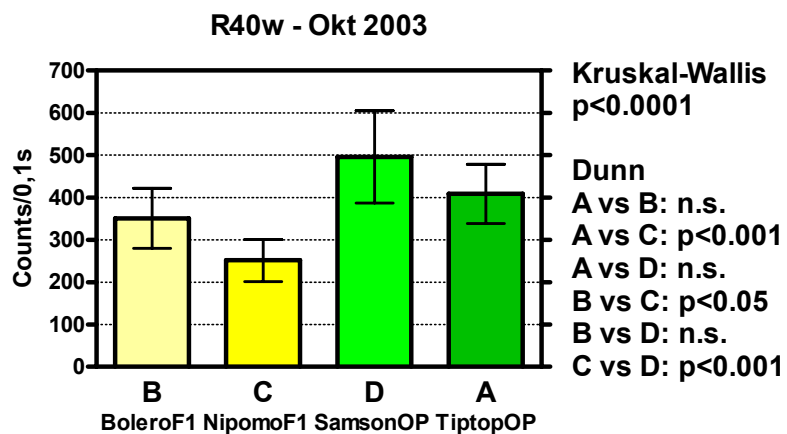
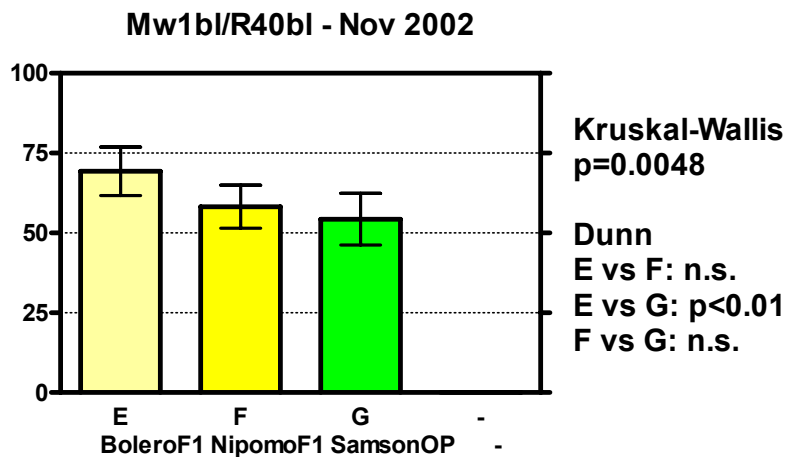
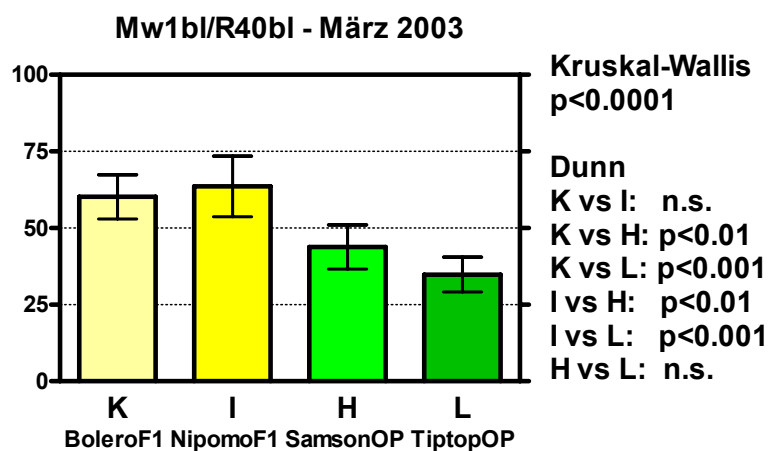


Abb.6: Vergleich von vier Möhrensorten bezüglich des Messparameters R40w bei der Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie. Die Signifikanz der Gesamtvarianz für nicht normalverteilte Daten wurde nach Kruskal-Wallis geprüft. Die Signifikanz der multiplen Paarvergleiche wurde mittels Folgetest nach Dunn berechnet. Im März 2003 konnten die beiden Sortengruppen signifikant getrennt werden. Im Oktober 2003 zeigten sich die gleichen Trends und die codierten Proben wurden den Sortentypen korrekt zugeordnet (Quelle: Strube 2003).

Nov. 2002
(Ernte 2002)



März 2003
(Ernte 2002)



Okt. 2003
(Ernte 2002)

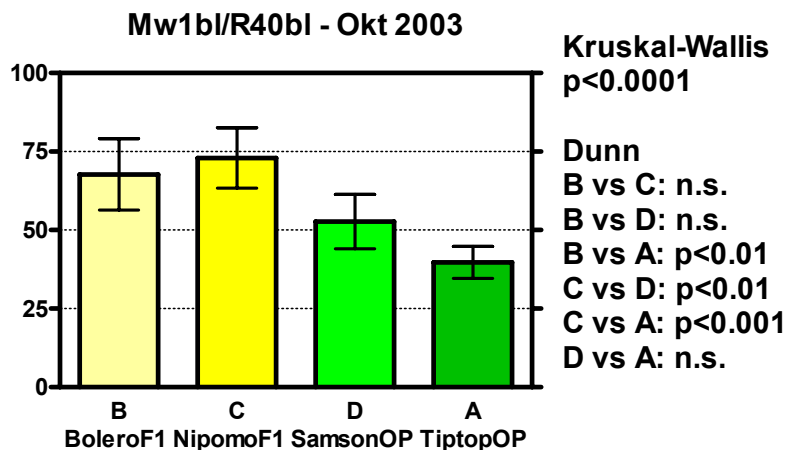


Abb.7: Vergleich von vier Möhrensorten bezüglich des Messparameters Mw1bl/R40bl bei der Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie. Die Signifikanz der Gesamtvarianz für nicht normalverteilte Daten wurde nach Kruskal-Wallis geprüft. Die Signifikanz der multiplen Paarvergleiche wurde mittels Folgetest nach Dunn berechnet. Im März 2003 konnten die beiden Sortengruppen signifikant getrennt werden. Im Oktober 2003 zeigten sich die gleichen Trends und die codierten Proben wurden den Sortentypen korrekt zugeordnet (Quelle: Strube 2003).

5.1.3 Physiologischer Aminosäuren-Status

Das so bezeichnete Verfahren beurteilt die Stoffe zunächst nicht im Hinblick auf ihre Auswirkung auf die menschliche Ernährung, sondern im Hinblick auf ihre pflanzenphysiologische Bedeutung. Die Aminosäuren stehen in zentraler Position im Stickstoff-Stoffwechsel der Pflanze. Nach der gängigen Darstellung in der Pflanzenphysiologie bilden sie die Zwischenstufe zwischen dem aufgenommenen Stickstoff (in Form von Nitrat (NO_3^-) oder Ammonium (NH_4^+)) und den von der Pflanze gebildeten arttypischen Proteinen, bei denen der Stickstoff in differenzierter Form vorliegt. Der Grundgedanke des Verfahrens ist folgender: Je mehr Stickstoff einer Pflanze in differenzierter Form vorliegt, desto weiter fortgeschritten ist diese in ihrer Entwicklung („innerlich ausgereift“), desto vollständiger hat der von der Pflanze aufgenommene Stickstoff den Stoffwechselprozess des Pflanzenorganismus durchlaufen. Ein hoher Anteil freier Aminosäuren in einer Pflanze wird als Hinweis gewertet, dass der Stickstoff-Stoffwechsel „noch nicht zu Ende geführt“ ist und man es mit einer „geringeren Ausreifung“ zu tun hat. Die Erfahrung der Projektteilnehmer zeigt, dass sich bei ökologischer Pflanzenproduktion sowie allgemein bei weniger intensiver Düngung eine solche höhere „innere Ausreifung“ findet. Das gesamte Verfahren ist als Kombination verschiedener einzelner stickstoff- und aminosäureanalytischer Verfahren aufgebaut (Stolz 2003).

Bei unseren Proben hatten die samenfesten Sorten einen deutlich höheren Gesamtproteingehalt als die Hybridsorten. Beim Probenmaterial von 2002 war dieser Unterschied bei der Messung im Frühjahr 2003 (nach Lager) signifikant. Aufgrund dieser Tendenz konnten die Proben vom Herbst 2003 korrekt den jeweiligen Sortentypen zugeordnet werden.

Bei den Hybridsorten wurden ausserdem geringere Werte gefunden für:

- die Summe der freien Aminosäuren
- die Summe des in freien Aminosäuren gebundenen Stickstoffs
- den Gesamtprotein-Stickstoff
- das Verhältnis des in freien Aminosäuren identifizierten Stickstoffs zum Gesamtprotein-Stickstoff
- den Amidierungsgrad der Asparaginsäure.

Dies entsprach einem physiologischen Aminosäurestatus, wie er im Projekt auch bei weniger N-gedüngten gegenüber stärker N-gedüngten Möhren gefunden wurde. Daraus wurde der Schluss gezogen, dass die durch die Besonderheit der Hybridsorten erzeugte Wüchsigkeit möglicherweise zu einer stärkeren Verstoffwechslung des vorhandenen Stickstoffs führt (Stolz 2003).

Diese Ergebnisse weisen in eine ähnliche Richtung wie die Ergebnisse der Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie und geben möglicherweise eine Antwort auf die Frage, weshalb die Hybridsorten beim Messparameter R40w eher mit den biologischen Weizenproben des DOK-Versuchs und mit den ungedüngten Möhren des Düngungsversuchs verglichen werden können.

Sie stehen aber im Gegensatz zu der von Müller (2000) und Hagel (2001) vertretenen Hypothese, dass beim Vergleich von Hybridsorten gegenüber Populationssorten ähnliche Unterschiede zu finden sind wie beim Vergleich von gedüngten zu ungedüngten Pflanzen.

5.1.4 Elektrochemische Messungen

Während konventionelle Lebensmitteluntersuchungen nur eine Aussage über Inhaltsstoffe oder den kalorischen Gehalt liefern, sollen elektrochemische Messungen auch den Anteil der dem Körper zugeführten Energie erfassen, der für die Aufrechterhaltung der „Ordnung im Körper“ verantwortlich ist (negative Entropie). Hierfür werden die Parameter pH, elektrische Leitfähigkeit (=elektrischer Widerstand) und Redoxpotential ermittelt. Aus gesundheitlicher Sicht hat dabei das Redoxpotential herausragende Bedeutung, da es die Reduktionsfähigkeit eines Lebensmittels charakterisiert. Aufgrund ihrer Erfahrungen postulieren die Projektteilnehmer, dass ein arttypisches niedriges Redoxpotential mit einer hohen Produktqualität korreliert und Gesundheitsrelevanz in dem Sinne besitzt, dass eine höhere antioxidative Wirkung im Konsumentenorganismus erzielt werden kann. Je „stressärmer“ sich die Produktentwicklung gestalten kann, desto reduzierter (elektronenreicher) ist das Produkt. Es repräsentiert einen höheren inneren Ordnungszustand und besitzt für die Neutralisation von freien Radikalen im Körper gesundheitliche Relevanz. Anders gesprochen: je geringer der Redoxwert, desto qualitativ hochwertiger ist aus elektrochemischer und ernährungsphysiologischer Sicht der stoffliche Inhalt der untersuchten Substanz. Dieser Methode liegt die Hypothese zugrunde, dass Organismen reduzierte Verbindungen vorwiegend zur eigenen Fortpflanzung, Gesundheits- und Überlebenssicherung anlegen (Staller 2003).

Mit elektrochemischen Messungen an unseren Proben konnten die beiden Sortengruppen nicht getrennt werden.

Staller (2003) kommt zu folgenden Aussagen über die Möhrenproben:

- die Sorte Nipomo erweise sich bei Messung im Herbst 2002 als wesentlich schlechter an den Standort angepasst als Bolero und Samson, und
- die Wiederholungsmessung nach dem Lager im Frühling zeige, dass sich das Lager ungünstig auf die Sorte Samson ausgewirkt habe (Staller 2003).

5.1.5 Polyphenol-Gehalte, Testmethode

Eine Methode, die für Messungen des Polyphenolgehaltes in Äpfeln entwickelt worden war, wurde innerhalb des Projektes für Möhren- und Weizenproben weiterentwickelt. Dem Verfahren lag der Gedanke zugrunde, den physiologischen Status von Kulturpflanzen anhand der Polyphenole (eine ausgewählte Substanzklasse der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe) mit Bezug zu Anbausystem bzw. Sortengruppe zu charakterisieren.

Durch die HPLC-Messung der Polyphenolspektren konnten bei unseren Proben hochsignifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Möhrensornten ermittelt werden. Gruppierungen zur Unterscheidung von samenfesten und Hybridsornten konnten jedoch keine vorgenommen werden (Werries 2003).

5.1.6 Zusammenfassung der Ergebnisse aus dem BLE-Projekt:

- Mit der Methode der Kupferchloridkristallisation konnten die beiden Sortengruppen teilweise aufgetrennt werden. In beiden Jahren konnte die Populationssorte Samson von den Hybridsornten getrennt werden.
- Mit der Methode der Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie konnten konsistente Unterschiede zwischen den Sortengruppen gefunden werden, die zum Teil signifikant waren.

Wider Erwarten verhielten sich hierbei die Populationssorten gegenüber den Hybridsorten wie gedüngte gegenüber ungedüngten Möhren und wie konventioneller gegenüber biologisch angebautem Weizen.

- Bei der Untersuchung des physiologischen Aminosäuren-Status ergab sich für die Populationssorten tendenziell ein Status, wie er auch bei stärker N-gedüngten gegenüber weniger N-gedüngten Möhren gefunden wurde. Dies entsprach nicht unseren Erwartungen, wurde aber von unseren Projektpartnern so interpretiert, dass die durch die Besonderheit der Hybridsorten erzeugte Wüchsigkeit möglicherweise zu einer stärkeren Verstoffwechselung des vorhandenen Stickstoffs führt.
- Wie bei unseren eigenen Untersuchungen war auch im BLE-Projekt keiner der über beide Jahre konsistenten Unterschiede zwischen den Sortengruppen in beiden Jahren signifikant.

5.2 Andere Vergleiche von Hybridsorten und Populationssorten

Fleck et al. (2002) verglichen in einem einjährigen Versuch an zwei ökologisch bewirtschafteten Standorten in Hessen (DE) 6 Populations- und 6 Hybridsorten von Möhren. Dabei fanden sie bei den Hybridmöhren höhere vermarktbarere Erträge (plus 29% und 25%) und eine grössere Homogenität. Bei den Populationssorten fanden sie höhere Mineralstoffgehalte und niedrigere Quotienten von Mono- zu Disacchariden. Insbesondere die höheren Mineralstoffgehalte wurden als Indiz für eine höhere innere Qualität der Populationssorten angesehen. Ob der tiefere Quotient von Mono- zu Disacchariden als Hinweis auf eine bessere Ausreifung der Populationssorten gesehen werden kann, ist in der Literatur umstritten und wurde offen gelassen. Bei der Untersuchung mit bildschaffenden Methoden (Fleck et al. 2002, 2001) wurden die Hybridsorten mehrheitlich als „wenig differenziert“ und „vegetativ“ mit „Alterungstendenzen“ charakterisiert, während den samenfesten Sorten überwiegend eine stärkere „Strukturbildungskraft“ attestiert wurde. Um eine vergleichbare „Durchstrahlung der Bilder“ wie die samenfesten zu erzeugen, mussten die Pflanzensäfte der Hybriden stärker konzentriert werden als diejenigen der samenfesten Sorten. Insbesondere unter definierten Stressbedingungen wiesen die samenfesten Sorten weniger „Abbauerscheinungen“ auf. – Es bleibt jedoch anzumerken, dass bei diesem Sortenvergleich verschiedene Möhrentypen (Nantaise-Typen/Berlikumer) mit unterschiedlich langer optimaler Vegetationsdauer verwendet wurden, weshalb wir einen Vergleich von ausschliesslich Nantaise-Typen durchgeführt haben.

Bei einem Herbstmöhren-Vergleichsanbau von vier OP-Sorten (eine davon in zwei Jahrgängen, zwischen denen eine Populationsverbesserung stattgefunden hat) und zwei Hybridsorten fand Henatsch (2002) bei Hybriden einen geringeren TS-Gehalt, höheren Nitratgehalt und einen höheren Quotienten von Mono- und Disacchariden, was bei ihr als unvollständiger Reifeprozess interpretiert wird. Bei der Untersuchung mit bildschaffenden Methoden wurden den Hybridsorten deutlich geringere Ausprägungsindizes für die Vitalqualitätsmerkmale „Möhrentypisch“, „Differenzierung“, „Vitalität“, „Stabilität“, „fruchtartig“, „wurzelartig“ und deutlich erhöhte Ausprägungsindizes für die Vitalqualitätsmerkmale „vegetativ“ und „alternd“ zugeordnet.

Vor dem Hintergrund dieser Arbeiten interpretieren wir unsere eigenen Ergebnisse dahingehend, dass die behauptete Minderqualität von Hybridsorten mit analytischen Methoden nicht bestätigt werden kann. Im Gegenteil, bei den als gesundheitsfördernd angesehenen Parametern β -Carotin und α -Carotin stellten wir eine Überlegenheit der Hybridsorten fest. Bei den

ganzheitlichen Methoden dagegen, bei denen es um ein Erfassen der Organisationskräfte der betreffenden Sortengruppen geht, besteht noch deutlicher Forschungsbedarf, um die zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse zur Charakterisierung der Hybridsorten besser zu verstehen.

Generell muss festgehalten werden, dass die Streuung der Qualitätsparameter innerhalb der Sortengruppen hoch war, der Sorteneinfluss also grösser war als die Züchtungsart. Damit ist deutlich, dass das Ergebnis einer solchen Untersuchung stark von den gewählten Sorten abhängt. Beim vorliegenden Projekt wurden Sorten mit grosser Verbreitung und bekanntermassen gutem Geschmack gewählt.

6. Zusammenfassung

- Die Gesamtnote bei der Degustation ist stark abhängig von der subjektiv empfundenen Süsse, aber nur schwach abhängig vom Zuckergehalt der Möhren.
- Die Gesamtnote in der Degustation kann bei unseren Proben zu 98% aus dem Aschegehalt, dem Ca- und K-Gehalt und dem Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide vorhergesagt werden.
- Beim Vergleich über beide Jahre fanden wir inkonsistente Trends für 12 der erhobenen 26 Parameter. In einem Jahr waren die Populationssorten besser, im anderen die Hybridsorten. Dies war der Fall für Krautertrag, titrierbare Säure, Glucose, Fructose, Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide, für die Mineralstoffe Phosphor, Kalium, Calcium sowie die Degustationsnoten für Aroma, Süsse, Bitterkeit und Gesamtnote. Damit erwiesen sich die oft als Parameter für innere Reife herangezogenen Werte Verhältnis Monosaccharide/Disaccharide, Aroma, Süsse und Gesamtnote in der Degustation als nicht geeignet, um die Sortentypen in unserem Versuch zu differenzieren.
- Die Hybridsorten hatten in beiden Jahren höhere Erträge, Stückgewichte, Marktausbeuten, TS-Gehalte, TS-Erträge, Carotingehalte sowie Saccharose- und Gesamtzuckergehalte.
- Die Populationssorten hatten in beiden Jahren höhere Proteingehalte, Aschegehalte, Mg-Gehalte sowie eine bessere Degustationsnote für die Textur.
- Keiner der über beide Jahre konsistenten Unterschiede war in beiden Jahren signifikant.
- Insgesamt zeigte sich bei diesem Versuch ein Trend zu einer generellen Überlegenheit der Hybridsorten bei den wirtschaftlich relevanten Parametern.
- Bei den zitierten Untersuchungen unserer Möhrenproben im deutschen BLE-Projekt wurden bei drei von fünf ganzheitlichen Methoden (Kupferchloridkristallisation, Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie und physiologischer Aminosäuren-Status) Unterschiede zwischen den Sortengruppen gefunden, die zum Teil signifikant waren. Wider Erwarten verhielten sich bei der Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie die Populationssorten gegenüber den Hybridsorten jedoch wie gedüngte gegenüber ungedüngten Möhren und wie konventioneller gegenüber biologisch angebautem Weizen. Auch bei der Untersuchung des physiologischen Aminosäuren-Status ergab sich entgegen unseren Erwartungen für die Populationssorten tendenziell ein Status, wie er auch bei stärker N-gedüngten gegenüber weniger N-gedüngten Möhren gefunden worden war.

7. Schlussfolgerungen

Wenn aus der Konsumentenschaft nicht der deutliche Wunsch nach Populationssorten zu spüren ist, wird die Mehrzahl der Gemüsebauern und Erwerbsgärtner sich auch im biologischen Landbau für den Anbau von Hybridsorten entscheiden, da sie bei allen wirtschaftlich relevanten Parametern zu besseren Ergebnissen tendieren. Dieser Trend wird, in Abhängigkeit vom Saatgutpreis, schneller oder langsamer zunehmen. Es ist abzusehen, dass das Angebot an Populationssorten in nächster Zukunft weiter sinken wird und sie in einigen Jahren nur noch eine marginale Bedeutung auch im biologischen Landbau haben werden.

Dies ist aus mehreren Gründen bedauerlich (Arncken und Dierauer 2005): Abhängigkeit von Bauern und Bevölkerung von kapitalintensiver Züchtungsindustrie, massive Eingriffe in die Blühbiologie der Pflanzen, Bedeutungswandel des Saatgutes vom Kulturgut zum Betriebsmittel, genetische Verarmung durch den Verlust rezessiver Gene und durch die Verwendung von uniformem Zellplasma.

Dieser Trend wird nur aufzuhalten sein durch

- Eine ausgedehnte Informations- und Vermarktungskampagne, wie sie derzeit von Demeter Deutschland zugunsten dreier Populationssorten bei Möhren betrieben wird
- Deutliche Zuchtfortschritte bei der Züchtung von Populationssorten, Unterstützung dieser Züchtung ideell, finanziell und durch Saatgut-Nachfrage
- Forschungsergebnisse, die ein vertieftes Verständnis des qualitativen Unterschiedes zwischen Hybridsorten und Populationssorten ermöglichen und die vor allem diesen Unterschied erlebbar machen.

8. Literatur

Arncken, C. und H. Dierauer (2005): Hybridsorten im Bio-Getreide? Perspektiven und Akzeptanz der Hybridzüchtung für den Bio-Anbau. Schlussbericht Coop Biosaatgutprojekt Modul 1.4, Juni 2005. Forschungsinstitut für biologischen Landbau Frick. Auf: <http://orgprints.org/5097>.

Arncken, Christine (2003): Vergleich von Hybridsorten mit samenfesten Sorten bei Möhren. Zwischenbericht für das Versuchsjahr 2002, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Frick. Auf: <http://orgprints.org/2740>.

Arncken (sic!), C. und Thommen, A. (2002a): Biologische Pflanzenzüchtung – Beitrag zur Diskussion der Züchtungsstrategien im Ökolandbau. In: Bericht über die 53.Tagung 2002 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, BAL Gumpenstein, 26.-28. Nov. 2002.

Arncken (geb. Karutz), C., Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (CH) (2002b): Züchtungsmethodik bei Getreide. In: Bundessortenamt (Hg): Workshop Züchtung für den Ökolandbau am 10. und 11. Juni 2002 in Hannover, Kurzfassung der Vorträge und Stellungnahmen sowie Zusammenfassung der Ergebnisse. Bearbeitet von Dr. Joseph Steinberger. S. 26-28.

Bauer, D. (2004): Gemüse mit Charakter: Biologisch-dynamische Gemüsezüchtung. Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V. (Hg.), Brandschneise 1, DE – 64295 Darmstadt.

BLE (2003): siehe „Geschäftsstelle...“

Elers, B. (2004): Vergleich von Hybriden und Populationssorten bei Lagerweisskohl unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. In: ÖKOmenischer Gärtner-Rundbrief, Ausgabe April, Mai und Juni 2004.

Fleck, M., von Fragstein, P., Hess, J. (2003): Keimgeschwindigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Ertrag von Speisemöhren in Reaktion auf Zuchtmethodik und Samengröße. In: Freyer, B. (Hg): Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft, Wien, 23.-26.2., S. 169-172.

Fleck, M., Sikora, F., Rohmund, C., Gränzdröffer, M., von Fragstein, P. und Hess, J. (2002): Samenfeste Sorten oder Hybriden – Untersuchungen an Speisemöhren aus einem Anbauvergleich an zwei Standorten des Ökologischen Landbaus. In: deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V., XXXVII. Vortragsstagung, Hannover, S. 167-172., S. 167-172.

Fleck, M., Sikora, F., Gränzdröffer, M., Rohmund, C., Fölsch, E., von Fragstein, P. und Hess, J. (2001): Samenfeste Sorten oder Hybriden – Anbauvergleich von Möhren unter den Verhältnissen des Ökologischen Landbaus. In: Reents, H.-J. (Hg): Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien, Freising-Weihenstephan, 6.-8.3., S. 253-256.

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) (2001): Techniken der Pflanzenzüchtung. Eine Einschätzung für die ökologische Pflanzenzüchtung. FiBL Dossier Nr. 2.

Geschäftsstelle Bundesprogramm ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg) (2003): Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung. Bericht, BLE, Bonn. Auf: <http://www.orgprints.org/4815>.

Hagel, I. (2001c): Zwischen Kosmos und Erde. II. Verlust an Nahrungsqualität durch Hybrid-saatgut. In: Das Goetheanum, Wochenschrift für Anthroposophie, Jg.80, Nr. 47, S. 867-869.

Henatsch C. (2002): Fragen des biologisch-dynamischen Landbaus an die Züchtung unter besonderer Berücksichtigung der Nahrungsmittelqualität. In: Kühne, S. und B. Friedrich (Hg): „Hinreichende Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau, Saat- und Pflanzgut für den ökologischen Landbau“; Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 95, 44-51.

Kahl, J. (2003): Kupferchlorid-Kristallisation. Kap. 4.1 (S. 15-59) in: Geschäftsstelle Bundesprogramm ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg) (2003): Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung. Bericht, BLE, Bonn. Auf: <http://www.orgprints.org/4815>.

Künsch, U.K., H. Schaerer, et al. (1994): Quality assessment of tomatoes from soilless and conventional glasshouse production. Gartenbauwissenschaft 59 (1): 21-26.

Künsch, U.K., H. Schärer und A. Temperli (1990): Bestimmung von Nitrat in Frischgemüse und Wasser. Flugschrift Nr 106. Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil. 31.S.

- Mäder, P. et al. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 269, 1694-1697.
- Marinelli, F., V.N. Ronchi, et al. (1990): Induction of 6-Methoxymellein and 6-Hydroxymellein production in carrot cells. *Phytochemistry* 29 (3): 849-851.
- Meineke S. (1995): Einfluss mineralischer, organischer sowie organisch-mineralischer Düngung auf Erträge und Gehalte an einigen qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen in Kartoffeln, Möhren, Spinat und Tomaten aus mehrjährigen Feld- und Gefässversuchen. Georg-August-Universität Göttingen.
- Müller K.-J. (2000): Beurteilung von Zuchtmethoden bei Getreide unter Gesichtspunkten des ökologischen Landbaus. Beitrag zum ExpertInnenworkshop Methodik und Techniken der Pflanzenzüchtung am 4.4. 2000 in Frankfurt. Die Datei ist abrufbar in der Datenbank www.orgprints.org unter der „Orgprints ID“ Nummer 660.
- Rysavy, A. (2005): Qualität von Möhren im ökologischen Landbau: Sortenvergleich. Bachelor-Thesis, Universität Hohenheim, Institut für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie, Fachgebiet Gemüsebau, Prof. Dr. H.-P. Liebig, 15. Dezember 2005.
- Staller, B. (2003): Elektrochemische Messungen. Kap. 4.4 (S. 203-238) in: : Geschäftsstelle Bundesprogramm ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg) (2003): Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung. Bericht, BLE, Bonn. Auf: <http://www.orgprints.org/4815>.
- Stolz, P. (2003): Physiologischer Aminosäurestatus. Kap. 4.3 (S. 158-202) in: Geschäftsstelle Bundesprogramm ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg) (2003): Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung. Bericht, BLE, Bonn. Auf: <http://www.orgprints.org/4815>.
- Strube, J. (2003): Fluoreszenz-Anregungsspektroskopie. Kap. 4.2 (S. 61-157) in: Geschäftsstelle Bundesprogramm ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg) (2003): Ganzheitliche Untersuchungsmethoden zur Erfassung und Prüfung der Qualität ökologischer Lebensmittel: Stand der Entwicklung und Validierung. Bericht, BLE, Bonn. Auf: <http://www.orgprints.org/4815>.
- Talcott, S.T. and L.R. Howard (1999): Chemical and sensory quality of processed carrot puree as influenced by stress-induced phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47 (4): 1362-1366.

9. Anhang

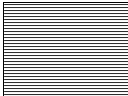
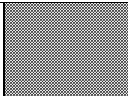
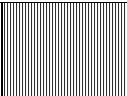
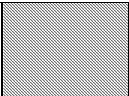
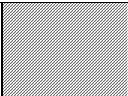
Versuchsplan 2002

10	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
Wh I	Wh II	Wh III	Wh IV

Die Zahlen geben die Sortennummern an. 1=Samson, 2=Tiptop, 3=Narome, 4=Bolero, 5=Nipomo, 6=Kamaran, 7=Nipomo A, 8=Kamaran A, 9=Nipomo C, 10=Kamaran C.

Die vier Beete in Längsrichtung stellen die vier Wiederholungen dar. In der Querrichtung wurde der Versuch ausserdem „quasi-lateinisch“ in vier Blocks unterteilt.

Legende:

	=Block 1		=Block 2		=Block 3		=Block 4		=Rand
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------	--------------------------------------------------------------------------------------	-------------	---------------------------------------------------------------------------------------	-------

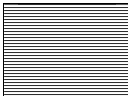

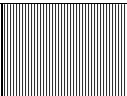
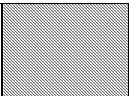
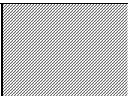
Versuchsplan 2003

6	3	4	1
5	2	1	3
4	6	5	2
3	1	6	5
2	4	2	6
1	5	3	4
Wh	Wh	Wh	Wh
I	II	III	IV

Die Zahlen geben die Sortennummern an. 1=Samson, 2=Tiptop, 3=Narome, 4=Bolero, 5=Nipomo, 6=Nandrin.

Die vier Beete in Längsrichtung stellen die vier Wiederholungen dar. In der Querrichtung wurde der Versuch ausserdem „quasi-lateinisch“ in vier Blocks unterteilt.

Legende:

	=Block 1		=Block 2		=Block 3		=Block 4		=Rand
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------	--------------------------------------------------------------------------------------	-------------	---------------------------------------------------------------------------------------	-------

10. Dank

Dieser Versuch wurde in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe zwischen FiBL-MitarbeiterInnen und biologisch-dynamischen Züchtern konzipiert. Beteiligte FiBL-Mitarbeiter: Martin Koller, Andi Thommen und Franco Weibel für Versuchsplanung, -pflege und -Durchführung, Vit Fejfar, Csaba Bajusz und Bruno Nietlisbach für die Laborarbeiten.

Amadeus Zschunke von der Sativa Rheinau GmbH übernahm die Verantwortung für den Feldversuch und pflegte ihn gemeinsam mit Mitarbeitern der Rheinau.

Markus Buchmann übernahm meine Vertretung während des Mutterschaftsurlaubs.

Fred van de Crommert von Bejo Saaten, NL stellte freundlicherweise Saatgut zur Verfügung.

Hans Schärer und Ulrich Künsch von der Eidg. Forschungsanstalt für Obst,- Wein- und Gartenbau in Wädenswil ermöglichten dankenswerterweise die Untersuchungen des Zucker,- Carotin- und Isocumarinhalts.

Johannes Kahl und Nicolas Busscher (BLE-Projekt) besuchten das FiBL mehrmals und diskutierten ihre Ergebnisse mit uns. Jürgen Strube stellte die Abbildungen 6 und 7 zur Verfügung.

Paul Mäder, Franco Weibel und Martin Koller korrigierten das Manuskript.

Die Zukunftsstiftung Landwirtschaft unterstützte das Projekt finanziell.

Allen diesen genannten sowie vielen weiteren ungenannten Personen (z.B. allen Teilnehmern an den Degustationen) sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Nur durch ihre Unterstützung war das Projekt möglich.