Universität für Bodenkultur Wien

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna



Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie

Masterarbeit

Vergleichsanbau von samenfesten Karottensorten unter ökologischen Anbaubedingungen im Marchfeld

eingereicht von

Jürgen RENNER

Betreuer: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Heinrich Grausgruber

Mitbetreuer: O.Univ.Prof. Mag. Dr. Karoline Maria Jezik

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Klaus Dürrschmid

Wien, im November 2009

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	
1 EINLEITUNG, FRAGESTELLUNG UND	ZIEL 1
2 LITERATURÜBERSICHT	3
2.1 Bedeutung der Karotte2.1.1 Allgemein2.1.2 Abstammung2.1.3 Sortentypen	3 3 3 5
2.2 Botanik2.2.1 Systematik2.2.2 Blühbiologie und Bestäubung2.2.3 Physiologische Einflussfaktoren	6 6 8 9
 Züchtungsgeschichte und –methoden in En 2.3.1 Züchtungsgeschichte in Europa 2.3.2 Zuchtziele 2.3.3 Züchtungsmethoden 	uropa 11 11 12 14
 2.4 Ertragsfaktoren 2.4.1 Allgemein 2.4.2 Bodeneigenschaften, Anbau und Düngung 2.4.3 Früh- und Spätreife 	17 17 18 19
2.5 Qualität 2.5.1 Äußere Qualität 2.5.2 Innere Form 2.5.3 Inhaltstoffe	20 20 20 21
3 MATERIAL UND METHODEN	25
3.1 Sorten	25
3.2 Feldversuch	26
3.3 Bonituren	27
3.4 Ertragskomponenten und weitere Erhebung	gen 29
3.5 Qualitätsmerkmale und Sensorik3.5.1 Laboranalyse3.5.2 Beliebtheitstest	30 30 31
3.6 Lagerfähigkeit	32
3.7 Statistik	33

3.8	Starplots	34
4	ERGEBNISSE	36
4.1	Ertragspotential	36
4.2	Beliebtheitstest durch Konsumenten	38
4.3	Homogenität	40
4.4	Äußere Form und Qualität	40
4.5	Pflanzengesundheit	44
4.6	Kompatibilität mit dem Produktionssystem	46
4.7	Nitrat, Brix, Ascorbinsäure und P-Wert	47
4.8	Lagerfähigkeit	48
5	DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNG	49
6	ZUSAMMENFASSUNG	58
7	LITERATURVERZEICHNIS	60
8	ΔΡΡΕΝΠΙΧ	64

Vorwort

An dieser Stelle bedanke ich mich bei all jenen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ein herzliches Dankeschön an

Herrn Gerhard Zoubek, Betriebsleiter Biohof Adamah,

für die Finanzierung und Ermöglichung dieser Arbeit,

Herrn Dr. Heinrich Grausgruber

für die wissenschaftliche Betreuung, Anlage des Feldversuchs und statistische Auswertung der Arbeit,

Frau Dr. Karoline Maria Jezik

für die Mithilfe bei der Versuchsplanung und Erlaubnis für die Benützung des Labors,

Herrn Lukas Gach

für die Unterstützung bei den Laboranalysen,

Herrn Klaus Dürrschmid

für die wissenschaftliche Betreuung bei der Durchführung und statistischen Auswertung der Beliebtheitstests,

Frau Reinhild Frech-Emmelmann, Betriebsleiterin Reinsaat,

für die Unterstützung bei der Sortenwahl und -anschaffung

Ein besonderer Dank gilt auch meiner Familie und meinen Eltern, die mir durch ihre Hilfe das Studium erleichtert haben.

1 EINLEITUNG, FRAGESTELLUNG UND ZIEL

Die Karotte ist in Österreich die zweitwichtigste Gemüseart und deren Produktion stellt somit für Gemüseproduzenten, v.a. auch für Bio-Landwirte, einen bedeutenden Betriebszweig dar. Der Biohof Adamah hat in Glinzendorf im Marchfeld, etwa 10 km östlich der Wiener Stadtgrenze, den Betriebssitz und ist auf biologische Wurzelgemüseproduktion, insbesondere Karotten, Aufgrund des immer enger werdenden ökonomischen Korsetts, ist der Betrieb auf hohe und sichere Erträge angewiesen. Nicht zuletzt deswegen werden viele Hybridsorten angebaut. Aber auch dieser biologisch geführte Betrieb kommt an der Diskussion um die Anwendung von Hybridsaatgut im Biolandbau nicht vorbei. Europaweit liegt der Anteil an Hybridsorten bei Karotten bei etwa 80%. Die Methoden zur Erzeugung von Hybridsorten sind in der Bio-Szene teilweise umstritten. Sie fallen zwar per Definition nicht unter die Kategorie der gentechnischen Veränderung, stehen dennoch aus Gründen der "Unnatürlichkeit" - Verwendung einer cytoplasmatischen männlichen Sterilität - in Diskussion. Da sich der Biolandbau gewisser ethischer und ökologischer Grundsätze unterzieht, hat ein Diskurs begonnen, in dem die Verwendung von Hybridsaatgut im Biolandbau angefochten wird. Es wird diskutiert, ob die Verwendung von Hybridsaatgut mit den Prinzipien des Biolandbaus konform geht und wenn nicht, welche Alternativen auch ökonomisch betrachtet möglich sind.

Aus dem Hintergrund dieses Diskurses und einer gewissen persönlichen Überzeugung, dass samenfeste Karottensorten den immer extremer werdenden Klimabedingungen, insbesondere Trockenstressperioden, eher trotzen als Hybridsorten, konfrontierte mich der Betriebsleiter mit dem Thema der vorliegenden Arbeit. Als Konsequenz daraus kristallisierte sich der Wunsch nach einer frei abblühenden Karotten-Hofsorte heraus. Der im Folgenden beschriebene Sortenversuch sollte der erste Schritt zu einer Populations-Hofsorte sein.

Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden welche der insgesamt 17 getesteten, samenfesten Sorten, am ehesten den Anforderungen des Betriebes und den Konsumentenwünschen entsprechen und die nötige genetische Ausstattung für

eine an den Standort anzupassende Hofsorte mitbringen. In Zukunft sollen die besten samenfesten Sorten in Folgeversuchen auf Trockenstresstoleranz geprüft werden. Am Ende der Versuche und den damit verbundenen Selektionen soll eine an den Produktionsstandort bestens angepasste Populationssorte stehen.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Bedeutung der Karotte

2.1.1 Allgemein

Karotten werden unter all den anderen Nutzpflanzen der Familie *Umbelliferea* (*Apiaceae*) am häufigsten angebaut. Die Karotte (*Daucus carota* L.) ist ökonomisch gesehen eine der weltweit wichtigsten Gemüsearten. In Bezug auf die gesamte Anbaufläche als auch auf den geschaffenen Marktwert wird sie unter den zehn wichtigsten eingereiht. Der globale Marktwert wird auf etwa 100 Mio. USD geschätzt, wobei dieser Schätzwert den tatsächlichen Wert wahrscheinlich deutlich unterschreitet. Im Jahr 2005 betrug die Weltproduktion etwa 24 Mio. t auf 1,1 Mio. ha. Aufgrund der ganzjährlichen Verfügbarkeit von Karotten haben sich relativ stabile Preise am globalen Markt etabliert (Simon et al. 2008).

In Österreich ist die Karotte die zweitwichtigste Gemüseart. Sie wurde 2008 auf 1491 ha angebaut und lieferte eine Jahresernte von 80 849 t (Grüner Bericht 2009). Bei Karotte besteht in Österreich in der Regel eine ausreichende Selbsversorgung (96-101%) (Lebensmittelbericht 2008, Grüner Bericht 2009).

2.1.2 Abstammung

Vor der Zeit der Rübennutzung wurden die Karottensamen aufgrund ihres ausgeprägten Aromas als Gewürz- und Heilpflanze genutzt (Banga 1962, Simon et al. 2008).

In Deutschland und der Schweiz wurden etwa 3000 bis 5000 alte Karottensamen gefunden die im Gebrauch der damals lebenden Menschen standen. Sie stammten höchstwahrscheinlich von der Wildform der Karotte ab (Simon et al. 2008).

Geschichtliche Daten lassen erkennen, dass die Karotte als Rübenpflanze erstmals vor etwa 1100 Jahren in Afghanistan genutzt wurde. Zentralasien, insbesondere Afghanistan gilt als Diversitätszentrum der Gattung *Daucus*.

Weltweit gibt es etwa 20 Arten der Gattung *Daucus*, wobei die meisten Arten in mediterranen Gebieten und wenige in Zentralasien aufzufinden sind (Simon et al. 2008).

Geschichtlich dokumentiert ist der Gebrauch der Karotte als Rübenfrucht seit etwa 900 n. Chr. in Persien (Banga 1962), 1000 in Nordafrika, 1100 n. Chr. in Spanien und 1300 n. Chr. in Nordeuropa. Die Türkei gilt als sekundäres Diversitätszentrum von wo aus die Verbreitung nach China (1300 n. Chr.) und Japan (1700 n. Chr.) stattgefunden haben soll. Dokumentiert ist, dass im 12. Jh. in Spanien (durch die Araber), im 13. Jh. in Italien, im 14. Jh. in Frankreich, Deutschland und den Niederlanden und im 15. Jh. in England Karotten angebaut, für kulinarische Zwecke genutzt oder als Viehfutter genutzt wurden (Banga 1962, Vogel 1996). Um 1866 gab es in Deutschland neun im Anbau befindliche Karottensorten. Vor dem 20. Jh. wurden Karotten in Hausgärten und Kommunen angebaut und vermehrt. Aus den Überlieferungen geht nicht hervor nach welchen Kriterien selektiert wurde. Tatsache ist, dass sich alle gezüchteten Varietäten in Größe, Form und Farbe von den Wildformen erheblich unterschieden. Neben den bereits erwähnten Merkmalen sind die geschmackliche Qualitätsverbesserung und die Selektion auf einen zweijährigen Lebenszyklus auf menschliche Züchtungsarbeit zurückzuführen. Die Züchtung auf Farbe und Geschmack der Rüben wurde im Laufe der Zeit auch durch kulturelle Strömungen wesentlich beeinflusst.

Die Wurzelfarbe der wilden Karotte ist weiß. Durch Domestikation entstanden die ersten Varietäten mit gelber und violetter Wurzelfarbe. Bis ins 16. Jh. hatte die violette Varietät in Europa die größte Bedeutung (Banga 1957). Violetten Varietäten wurde zwar ein besserer Geschmack zugesprochen, jedoch aufgrund der schlechteren Eignung für Kochzwecke – die violette Farbe geht beim Kochen verloren – setzte sich bei uns vorerst die gelbe und später die orange Karotte durch (Banga 1962, Simon et al. 2008). Der genaue Grund für diese Entwicklung ist nicht bekannt. Ab dem 16. Jh. wurde in Europa, aufgrund der qualitativen und geschmacklichen Verbesserung, überwiegend die gelbe Karotte verwendet (Banga 1962) obwohl die orange Kulturform laut Simon et al. (2008) bereits ab dem 16. Jh. bekannt war. Die gelbe Karotte hatte bis ins 19. Jh. für die menschliche Ernährung in Europa die größte Bedeutung. In Asien, Kleinasien und

Ägypten wurde die violette Kulturform weiterhin angebaut (Banga 1962, Simon et al. 2008). Bevor sich die orange Karotte in Europa durchgesetzt hat, waren unterschiedliche Tendenzen in den Züchtungszielen feststellbar. Westlich von Zentralasien wurden gelbe Rüben bevorzugt, welche hauptsächlich als menschliches Nahrungsmittel genutzt wurden. Östlich davon violette Rüben, die hauptsächlich als Viehfutter Verwendung fanden. Mitunter fand man im Westen auch weiße, im Osten hingegen entstanden auch rote Karottenwurzeln.

Aus Banga (1962) geht hervor, dass die orange Karotte im 17. und 18. Jh. durch Gärtner in den Niederlanden entstanden sein soll. Sollte die orange Karotte schon vorher bekannt gewesen sein, so hatte sie keine Bedeutung für kulinarische Zwecke.

Die morphologische, farbliche und geschmackliche Veränderung der Kulturkarotte, im Laufe der letzten Jahrhunderte, hatte erhebliche qualitative Auswirkungen auf die Inhaltsstoffe der Karotte. Eine Quelle für Vitamin A, aus α - und β -Carotin, ist für die Konsumenten entstanden.

2.1.3 Sortentypen

Die ersten Karottenrüben wurden definiert durch die Rübenfarbe: gelb oder violett. Nach Etablierung der orangen Karotte, westlich des Diversitätszentrum, wurden zusätzliche Ausprägungen des Phänotyps, wie Oberflächenbeschaffenheit und Größe herangezogen um die verschiedenen Karottentypen abzugrenzen. Die ersten Sorten wurden mit den Bezeichnungen *Long Orange* und *Horn* beschrieben. Es entwickelten sich eine Vielzahl an Variationen der beiden Typen.

Zur weiteren Unterscheidung wurde die Ausprägung der äußeren Farbintensität sowie der Herzfärbung, -grösse und der Rübenspitze, sowie die unterschiedliche Kulturdauer herangezogen. Je nach Klima, Boden und Präferenzen durch Konsumenten sind auf den unterschiedlichen Kontinenten verschiedene Sortentypen entstanden. Bis heute haben sich in Europa die Sortentypen Nantes, Chantenay, Danvers, Pariser Markt, Flakkee, Berlikum und Amsterdamer Treib etabliert. In Asien der Typ Koruda, in Nordamerika Imperator und in Südamerika Brasilia (Abb. 2.1). Die größte Bedeutung in Europa hat der Sortentyp Nantes.

Innerhalb dieser Typen ist eine Vielzahl an Sorten beschrieben, die an das vorherrschende Klima im Land der Entstehung angepasst sind (Simon et al. 2008).

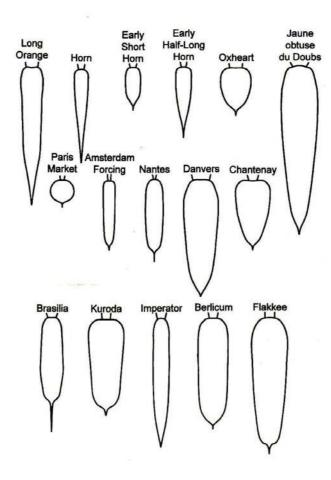


Abb. 2.1. Sortentypen von Karotte (Quelle: Simon et al. 2008)

2.2 Botanik

2.2.1 Systematik

Die Karotte gehört zur Familie der Doldenblütler (*Umbelliferae*). Arten der Gattung *Daucus* kommen vor allem in Südwest-Asien und dem Mittelmeergebiet aber auch in Afrika, Australien, Neuseeland und in Amerika vor (Banga 1962). Die Genzentren liegen im Mittelmeergebiet, in Kleinasien, Transkaukasien, Iran und Turkmenistan sowie in Nordwest-Indien, Afghanistan, Tadschikistan, Usbekistan

und im westlichen Tian Shan (Vavilov 1951). Alle in Europa vorkommenden Kultur- und Wildkarotten werden zur Gattung Daucus carota spp. carota gezählt. Nach Thellung (1926) werden sie in zwei Gruppen eingeteilt: (1) Eucarota mit den Unterarten maritimus (westliches Mittelmeergebiet), carota (ganz Europa und Südwest-Asien), major (Balkan), sativus (Kulturmöhre) und maximus (Mittelmeergebiet bis Iran); (2) Gummiferi mit den Unterarten commutatus, hispanicus, gummifer (alle im westlichen Mittelmeergebiet), fontanesii (Algerien) und bocconei (im zentralen Mittelmeergebiet). Die Subspezies der Gruppe Eucarota sind ein- oder zweijährig, die der Gummiferi oft mehrjährig (Banga 1962).

Früher wurde angenommen, dass die heutige europäische Kulturkarotte direkt aus Daucus carota spp. carota entstanden ist. Weitere Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass die Kulturkarotte in den meisten morphologischen Merkmalen eine intermediäre Stellung zwischen Daucus carota spp. carota und D. carota spp. maximus einnimmt (Thellung 1927). Thellung (1927) hat jedoch die asiatischen Kulturformen unberücksichtigt gelassen und somit übersehen, dass auch sie Ähnlichkeiten mit der europäischen Form haben. Zagorodskikh (1939) fasste daher alle europäischen und asiatischen Kulturformen zur Spezies Daucus sativus zusammen, die er wiederum in fünf Subspezies unterteilt:

- afghanicus (Asien, Afrika und Teile Europas)
- syriacus (Syrien, Palästina, Irak, Iran, Afrika)
- *cilicicus* (Sizilien)
- *mediterraneus* (westliche Kulturformen)
- japonicus (Japan)

2.2.2 Blühbiologie und Bestäubung

Der Blütenstand einer Karottenpflanze stellt eine Dolde dar, die das Ende des Hauptstängels und Seitenstängels bildet. Je nach Abstammung der Varietät ist die blühende Pflanze mehr oder weniger verzweigt und bildet somit Dolden unterschiedlicher Ordnung aus (1. bis 6. Ordnung). Jede Dolde besteht aus gestielten Döldchen, die wiederum von gestielten Blüten gebildet wird (Banga 1962). Die Blüten können drei unterschiedliche Qualitäten des Geschlechts annehmen (Braak & Kho 1958):

- zwittrig
- rein männlich
- männlich steril

Wildformen weisen eine höhere Inzidenz für die Anzahl rein männlicher Blüten auf als Kulturformen. Welch & Grimball (1947) beschrieben erstmals das Erscheinen männlich steriler Blüten. 1958 wurden solche Typen in den Niederlanden wieder beobachtet (Banga 1962). Die Vererbungsweise war nicht genau bekannt, jedoch nahm man an, dass ein dominantes Gen und einen plasmatischen Faktor modifizierendes Gen eine Rolle spielen (Banga 1962). Heute weiß man, dass die männliche Sterilität von Blüten, wie sie natürlich auf Wild- und Kulturformen beobachtet werden, auf cytoplasmatische Genfaktoren zurückzuführen ist (Simon et al. 2008). Diese Sterilität ist nicht stabil und kann daher nicht bzw. nur schlecht in der industriellen Hybridsortenerzeugung genutzt werden. Später entdeckte man das petaloide cms System in Aegopodium, welches stabil ist und über Protoplastenfusion in das Vererbungssystem der Karotte eingeschleust werden kann (Dudits et al. 1979, Suenaga 1991).

Karotten sind prinzipiell Fremdbestäuber, wobei der Pollen durch Insektenaktivität übertragen wird und je Blüte zwei Samen entstehen lässt. Wie in Simon et al. (2008) wird auch in Banga (1962) von Selbstkompatibilität gesprochen. Die Blüten einer Dolde können sich untereinander, aufgrund der Protandrie, nicht bestäuben, jedoch sehr wohl Blüten zweier Dolden einer einzigen Pflanze.

2.2.3 Physiologische Einflussfaktoren

Die Karotte fleischige Wurzel einer entwickelt sich gemäß einem Gleichgewichtsverhältnis, das von Sorte und Wachstumsbedingungen beeinflusst wird (Banga 1962). Dieses Gleichgewicht wird durch zwei Phasen geprägt, wobei dieses mehr nach links (primäres vegetatives Wachstum) oder nach rechts (Bildung des Reservenährstoffs = Wurzelverdickung und Reife) verschoben sein kann. Wachstumstemperaturen, Standplatzverhältnis bzw. Wuchsraum und Wasserverfügbarkeit sind die Wachstumsfaktoren, die auf das physiologische Gleichgewicht einwirken. Optimal sind Pflanzen mit einem ausgewogenen Wachstumsverhältnis, um Rüben

- mit dem gewünschten Größenverhältnis
- mit deutlicher Abstumpfung
- mit ausgeprägter, durchgehender Ausfärbung
- mit ausgewogenem Mono- und Disaccharidverhältnis und
- die den Geschmacksanforderungen gerecht werden, zu erhalten.

Bevor Karotten in die generative Phase übergehen, brauchen sie eine Blühinduktion in Form einer Vernalisation. Beim Schossen der Karottenpflanze, als Folge einer Vernalisation, spielen drei Faktoren eine Rolle (Banga 1962):

- das Entwicklungsstadium der Pflanze,
- das Temperaturniveau,
- die Kältedosis, die auf die Pflanzen einwirkt;

Ab 16℃ tritt ein devernalisierender Effekt ein (Ta belle 2.1).

Mitteleuropa ist aufgrund des gemäßigten Klimas, mit kühleren Tagesdurchschnittstemperaturen von 16-18℃ sehr gut für den Karottenanbau geeignet (Nonnecke 1989, Krug 1991).

Aufgrund klimatischer Bedingungen galt es in subtropischen Gebieten, die Pflanzen an heiße Temperaturen anzupassen, da diese das Wachstum sowie die Farbausprägung der Wurzel hemmen und Fehlgeschmack fördern. Für tropische

und subtropische Klimate war und ist es eine züchterische Herausforderung, Sorten zu entwickeln, die einen möglichst hohen Anteil an vermarktungsfähiger Ware aufweisen.

Tabelle 2.1. Temperaturniveau und Vernalisation bei der Sorte Grelot (Pariser Treib, French Forcing) (Quelle: Banga 1962)

Temperatur	Auswirkung
1,5 – 10℃	Vernalisierend (4℃ vernalisiert stärker als 1,5 oder 10℃)
10 – 16℃	neutral
16 – 21℃	etwas devernalisierend
21 – 27℃	devernalisierend

Der Temperaturverlauf während der Vegetationsdauer hat maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung der Karottenpflanze. Kühle Temperaturen, unter 10℃, stimulieren das vorzeitige Blühen bzw. Schossen im ersten Jahr des Lebenszyklus. Sorten aus gemäßigten Klimaten müssen daher eine gewisse Stabilität gegen vorzeitiges Blühen aufweisen, was eines der wichtigsten Züchtungsziele war und ist (Simon et al. 2008).

Es gibt auch Hinweise, dass der Photoperiodismus marginalen Einfluss auf die Wurzelbildung und Blühinduktion hat, obwohl der biologische Zusammenhang noch nicht ganz geklärt wurde. Die Neigung zum vorzeitigen Blühen ist bei östlichen Varietäten höher als bei westlichen. Dies ist womöglich auf das wärmere Klima zurückzuführen (Simon et al. 2008).

Nach erfolgter Blühinduktion startet die generative Phase und die Pflanzen beginnen Dolden auszubilden, auf welchen einige Hundert bis einige Tausend Blüten je Pflanze ausgebildet werden. Pro Blüte entstehen in der Regel zwei Samen, die durch Bestäubung von Insekten die Blühphase abschließen (Simon et al. 2008).

2.3 Züchtungsgeschichte und -methoden in Europa

2.3.1 Züchtungsgeschichte in Europa

Über bereits 400 Jahre erstreckt sich die Züchtungsgeschichte von Karotten (Banga 1962). Einige Hundert frei abblühende Lokalsorten sind in dieser Zeit entstanden bzw. selektiert worden. Der Markt wurde hauptsächlich mit den zwei Sortentypen, die sich in ihrer Rübenlänge unterscheiden, *Pariser Markt* (kurz, rund) und *Ochsenherz* (früh, halblang) gedeckt. Kurze, runde Varietäten wurden meist von Gärtnereibetrieben in gemäßigten Klimaten angebaut und als Bundware verkauft. Halblange Sortentypen für August- und Winteraussaat waren sehr gut an kalte Standorte angepasst und zeigten dies in geringer bis fehlender Tendenz zum frühzeitigen Schossen. 1763 wurde die erste wirklich halblange Varietät entwickelt, *Frühes halblanges Horn* (Simon et al. 2008). Weitere frühe, dunkelfarbige Sorten mit hohem Ertrag und Schoss-, als auch Platzfestigkeit waren schon bekannt.

Seit dem 18. bzw. 19. Jahrhundert verdichtete sich die Forderung nach einer idealen Karotte immer mehr. Die Entstehung heute noch üblicher Züchtungsmethoden ist auf diese Zeit zurückzuführen. Man begann blühende Karottenbestände zu isolieren um eine unerwünschte Bestäubung durch Wildkarotten zu verhindern. Der Grundstein für Inzucht- und Kreuzungsmethoden wurde gelegt.

Im 20. Jahrhundert wurden die ertraglichen Vorteile der Hybridzucht bekannt. Die Entdeckung der cytoplasmatischen männlichen Sterilität (cms) in Zwiebel durch Henry Jones im Jahre 1930 bedeutete den Beginn der Hybridzüchtung bei Gemüse. Ein entsprechendes cms System wurde bei Karotte entdeckt und die Hybridkarotte war geboren.

Für die Belieferung des Frischmarktes entwickelten sich Präferenzen für mittelgroße, zylindrische Nantes und Amsterdamer Sortentypen. Ab 1977 waren die ersten zwei Nantes Hybridsorten, 'Tancar' für den Frühlingsanbau und 'Nandor' für den Spätsommer- und Winteranbau, am Markt erhältlich. Danach wurde eine Vielzahl von Hybridsorten entwickelt, die hauptsächlich in der

industriellen Produktion Anwendung fanden. Der Anbau in klein strukturierten Gärtnereien und Hausgärten verlor an Bedeutung. Der Frischmarkt wird heute hauptsächlich mit den zwei genannten Sortentypen in Hybridqualität beliefert. Aufgrund der besseren Mechanisierbarkeit (Zeitersparnis) und der höheren Homogenität (und somit größerem Anteil an vermarktungsfähiger Ware) von Hybridsorten, wurden frei abblühende Varietäten immer mehr vom Markt verdrängt (Simon et al. 2008).

Seitens der Züchter wurden Zuchtziele wie Produktivität, Frühzeitigkeit, verbesserte Oberflächenbeschaffenheit, Widerstandskraft gegen Brechen und Platzen, Frosthärte sowie geringes Auftreten an frühzeitigen Schossern immer wichtiger. Um die Blattqualität und Rübenfärbung zu verbessern wurde der europäische *Nantes* Typ mit dem asiatischen *Kuroda* Typ und dem amerikanischen *Imperator* Typ gekreuzt. Daraus entstand die *Alternaria dauci* resistente Sorte 'Bolero'. 90% der registrierten Karottensorten in Frankreich und dem Großteil von Europa sind Hybridsorten (Simon et al. 2008). Karotten für die Nutzung als Viehfutter sind meistens frei abblühender Natur. Sortentypen wie 'Lange Rote', 'Flakkee' oder 'Berlikum' mit ausgeprägter dunkeloranger Rübenfarbe werden als Gefrierware und Saftkarotten eingesetzt. Kürzere *Amsterdamer* Typen und die noch kürzeren *Pariser Markt* werden für Bundware für den Frischmarkt eingesetzt.

2.3.2 Zuchtziele

Maschinelle Produktion

Hinsichtlich der Eignung für die maschinelle Produktion sind in Simon et al. (2008) folgende Eigenschaften beschrieben:

- Adaption an warme versus kühlere Klimate
- Resistenz gegen vorzeitiges Schossen bzw. Blühen
- Toleranz gegen Kälte, um Schäden durch diese vorzubeugen
- Optimale Form und Ausbildung der Rübe, insbesondere der Rübenspitze, als auch des Krauts, um die maschinelle Ernte zu erleichtern bzw. erst zu ermöglichen

- Homogenität in Länge, Durchmesser und Oberfläche
- Weitere Aspekte äußerer Qualität: Wurzelform, Platz- und Brechfestigkeit,
 Freiheit von Grünköpfigkeit, Einheitliche Ausfärbung, Kerngröße- und Farbe

Unglücklicherweise neigen Rüben mit entsprechender Knackigkeit – ein gewünschtes Attribut beim Rohverzehr – zu einer schlechteren Eignung für die maschinelle Ernte, da sie leichter abbrechen und dann nicht mehr als Frischwarevermarktet werden können.

Krankheitsresistenzen

In der Karottenproduktion treten eine Vielzahl von Krankheiten auf, die auf den Ertrag limitierend wirken. In der Züchtung setzt man daher auf die Selektion von Resistenzgenen, um die Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Krankheitserreger oder Schädlingen zu reduzieren oder zu verhindern. Über künstlich infizierte Pflanzenindividuen kann der Infektionsdruck erhöht werden, um so Pflanzen mit den gewünschten Resistenzen besser sichtbar zu machen (Simon et al. 2008). Auf diese Weise wurden z.B. *Alternaria dauci* resistente Sorten entwickelt. Gleiches gilt für bodenbürtige Krankheiten. Durch Selektion sind ebenfalls resistente Varietäten entstanden.

Durch züchterische Praxis und Forschungsarbeit sind mittlerweile genetische Resourcen für Resistenzen gegen Krankheitserreger bekannt. Dies gilt insbesondere für A. dauci, Meloidogyne javanica, M. incognita, M. hapla, Erysiphe heraclei, Chamaepsila rosae, Erwinia carotovora und Aster Yellow Phytoplasma. Ausser für die beiden letztgenannten Erreger ist auch der Modus der Erblichkeit der Resistenzgene bekannt. Für M. javanica und E. heraclei gibt es Hinweise auf vererbbare Resistenzen (Simon et al. 2008).

2.3.3 Züchtungsmethoden

Züchtung von frei abblühenden Sorten bzw. Populationen

Ziel der Züchtung ist es, Anforderungen der Industrie und des Marktes in den Sorten zu vereinen. Durch überregionales Zusammenarbeiten Populationen entwickelt, die einen möglichst hohen Grad an genetischer Variabilität aufweisen. Dadurch kann ein breites Anforderungsspektrum, gegeben durch Anbaugebiet, Marktverhältnisse und Produktionsnische, abgedeckt werden. Dies trifft bis dato jedoch nur bei der Entwicklung von einzelnen regionalen, frei abblühenden Varietäten zu. Zur erfolgreichen Züchtung bedarf es einer möglichst hohen Vererbbarkeit der gewünschten Merkmale und einer Zuchtmethode die eine quantitative Beurteilung und Messbarkeit zulässt sowie einen deutlichen Zuchtfortschritts bewirkt.

In der Züchtung von samenfesten Sorten bedient man sich der Familien-Zucht bzw. -Selektion (Simon et al. 2008) (Abb. 2.2). Diese Methode der rekurrenten Selektion hat, als Konsequenz für eine bestimmte Population, die Anreicherung gewünschten Genen bei gleichzeitiger sukzessiver Anhebung des Homozygotiegrades und das Ausscheiden unerwünschter Geno- bzw. Phänotypen zur Folge (Simon et al. 2008). In der Praxis werden unterschiedliche samenfeste Varietäten, mit den gewünschten phänotypischen Merkmalen miteinander gekreuzt. Durch rekurrente Selektion entstehen dann neue Genotypen bzw. Sorten mit den gewünschten Eigenschaften für Wurzelform, Oberflächenbeschaffenheit, Länge, Farbe, Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge, Geschmack, innere Qualität usw. (Simon et al. 2008).

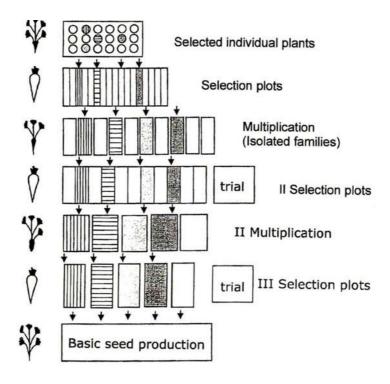


Abb. 2.2. Funktionsschema *family breeding* (Quelle: Simon et al. 2008)

Frei abblühende Karottensorten sind teilweise direkt aus anderen frei abblühenden Sorten entstanden, aus Kreuzung von verschiedenen frei abblühenden Sorten oder aus einer Kreuzung mit einer *broad based* Population. So ist beispielsweise aus 'Chantenay' die 'Red-cored Chantenay', aus 'Nantes' gekreuzt mit 'Chantenay' die Sorte 'Imperator' und aus dunkelorange gefärbten europäischen Sorten gekreuzt mit asiatischen Varietäten 'HCM' entstanden (Simon et al. 2008).

Durch diese Zuchtmethode sind auch resistente Genotypen gegen *A. dauci* und verschiedene Nematoden entstanden. Die Nematodenresistenz stammt ursprünglich aus einer tropischen Genressource welche in eine Population der gemäßigten Klimate eingekreuzt wurde (Simon et al. 2008).

Ähnlich wurde bei der Einkreuzung der cms aus einer Wildform der Karotte vorgegangen. Ein Problem stellt jedoch die Instabilität dieser Sterilitätsform dar, die das Erhalten und Evaluieren der sterilen Linien als auch der *Maintainer* Linien notwendig macht.

Linienzüchtung, Hybridzüchtung und Inzuchtdepression

Die Karotte ist ein relativ strenger Fremdbefruchter (~95%), die Befruchtung ist jedoch nicht durch Selbstinkompatibilität gekennzeichnet (Simon et al. 2008). Kuckuck (1979) widerum spricht von einer Selbstinkompatibilät von *Daucus carota*. Da Inzuchtlinien einen zwei bis fünffach wiederholten Selbstungszyklus durchlaufen um einen entsprechend hohen Grad an Homozygotie zu erreichen, danach aber immer noch vital genug sind um als Bestäubungspartner für die Hybridzucht zu fungieren, kann man davon ausgehen, dass Karotten keiner Selbstinkompatibilität unterliegen (Simon et al. 2008).

Aufgrund der hohen genetischen Variabilität zwischen den Sorten, Sortentypen und wilden Unterarten der Karotte reagieren die Individuen höchst unterschiedlich auf Selbstung. Darum ist die Toleranz für Selbstkompatibilität und somit Vermeidung von Inzuchtdepression ein wichtiges Zuchtziel und gilt als Vorarbeit für die Hybridzüchtung (Simon et al. 2008). Seit dem Beginn der Hybridzüchtung in den 1950er Jahren sind einige Hundert Inzuchtlinien in öffentlichen und privaten Zuchtprogrammen entstanden, die ein hohes Maß an Selbstkompatibilität aufweisen, da alle schädlichen rezessiven Allele bei der Entwicklung der Inzuchtlinien bereits eliminiert wurden. Bei der Hybridzüchtung werden zwei Inzuchtlinien miteinander gekreuzt und auf Kompatibilität evaluiert. Die Heterosis ist umso größer je größer der Unterschied in der genetischen Ausstattung der Elterlinien ist.

Bei der Untersuchung des Genoms der Karotte wurden unter anderem zwei wichtige genetische Marker, einer für die Synthese von Karotinoiden und ein anderer für die Aktivierung der cms gefunden und auf ihre Vererbbarkeit untersucht. Zurzeit wird an der Lokalisierung von Genen gesucht, die an der Ausbildung von Geschmacksstoffen und Farbpigmenten beteiligt sind (Simon et al. 2008).

Durch inter- und intraspezifische Kreuzungen wurden Resistenzen gegen Schädlinge und Krankheiten, sowie eine größere Variabilität in Blatt- und Wurzeleigenschaften erreicht.

Ein weiterer Schritt in Richtung Hybridzüchtung erfolgte mit der Entdeckung der männlichen petaloiden Sterilität. Der Durchbruch gelang durch Protoplastenfusion mit *Aegopodium*, der Genquelle für petaloide männliche Sterilität (Simon et al. 2008).

Eine zeiteffiziente Möglichkeit homozygote Linien zu erhalten ist der Weg über Haploide bzw. Doppelhaploide aus Antherenkultur (Simon et al. 2008). Erst durch solche zeiteffiziente Methoden homozygote Linien zu schaffen in welchen die Mutterpflanzen die petaloide cms aufweisen konnten Hybridsorten im großen Stil erzeugt werden. In der Bio-Szene steht man dem Herstellungsweg und somit der Verwendung von Hybridsaatgut kritisch gegenüber. Im Rahmen eines wissenschaftlichen Diskurses, der von Biolandbau-Institutionen aufgegriffen wurde, z.B. FiBL, Demeter, soll ermittelt werden inwieweit die Anwendung von Hybridsorten mit den Prinzipien des ökologischen Landbaus vereinbar ist und welche Züchtungstechniken mit dem Wertesystem Öko-Landbau konform gehen.

2.4 Ertragsfaktoren

2.4.1 Allgemein

Züchtung auf Ertrag hat bis heute eine große Bedeutung in der Züchtungsgeschichte. Daher war das Zuchtziel eine möglichst zylindrische bis leicht konische Rübe mit entsprechender Länge, da damit eine Vergrößerung des Volumens einhergeht. Je länger die Wurzel, umso tiefgründiger und besser durchwurzelbar sollte der Boden sein um das Ertragspotential einer Sorte voll ausschöpfen zu können. Der Durchmesser der Rüben spielt beim Einfluss auf den Ertrag pro Flächeneinheit keine Rolle, da dieser proportional ist zum Pflanzenabstand (Banga 1962). Dieser hat aber maßgeblichen Einfluss auf die Eignung zur maschinellen Produktion. Der Ertrag je Flächeneinheit ist auch stark von der Keimkraft, Keimenergie, dem Keimmilieu des Saatguts, der Anzahl der Pflanzen, der Wuchsdauer und den Wachstumsbedingungen während der Vegetationsdauer abhängig (Banga 1962). Der Ertrag ist je nach Klima, Sorte,

Bodenart, Früh- oder Spätkultur und Kulturführung höchst unterschiedlich (Tabelle 2.2). Er liegt zwischen 200 und 1100 dt/ha (Vogel 1996).

Tabelle 2.2. Erträge von Speisekarotten bei Fruchtwechsel, Monokultur und eingeschobenen Anbaupausen (Quelle: Fröhlich und Paschhold 1981)

Fruchtfolge	Jahr	Ertrag			
Truchilolge	Jaili	dt ha ⁻¹	relativ		
Fruchtwechsel	1979	1047	100		
10-jährige Monokultur	1979	906	87		
Fruchtwechsel	1986	782	100		
3-jährige Anbaupause	1986	656	84		
Fruchtwechsel	1986	782	100		
4-jährige Anbaupause	1986	640	82		

2.4.2 Bodeneigenschaften, Anbau und Düngung

Mit zunehmendem Gehalt an organischer Substanz in Mineralböden erhöhen sich Ertrag und Ertragssicherheit und der Gehalt an wertvollen Inhaltsstoffen. Am besten eignen sich lockere, mittelschwere Böden aus Löß die einem Fruchtwechsel unterliegen (Abb. 2.3). Die Düngung soll gemäß einem Entzug je 100 dt von etwa 20 kg N, 10 kg P₂O₅, 45 kg K₂O, 8 kg CaO und 10 kg MgO organisch erfolgen (Vogel 1996).

Für die Erzeugung von Frischkarotten ist der Beetanbau und Anbau auf Dämmen verbreitet. Bei ausreichender Wasserverfügbarkeit ist der Dammanbau die optimale Option und bei durch Trockenstress gefährdeten Standorten ist der Beetanbau die effizientere Methode (Fleck et al. 2005).

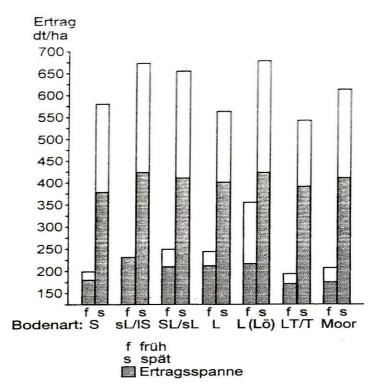


Abb. 2.3. Einfluss der Bodeneigenschaften auf die Speisekarottenerträge (S, Sand; sL, sandiger Lehm; IS, anlehmiger Sand; L, Lehm; LT, lehmiger Ton; T, Ton) (Quelle: Bielka & Geissler 1986)

2.4.3 Früh- und Spätreife

Frühe Sorten zeichnen sich durch eine kurze Vegetationsphase von etwa 90 Tagen aus. In der Regel bilden sie wenig Laub aus. Für Spätsorten gilt das Gegenteil. Nach Banga (1962) korreliert Ertrag negativ mit Frühreife. Es wird auch postuliert, dass mit zunehmender Frühreife die Karotten im Allgemeinen schwächer und kleiner werden. Die Schwäche von sehr frühen Karotten äußert sich in starker Abhängigkeit von den Wachstumsbedingungen in dem relativ kleinen Vegetationsfenster für die Bildung einer guten Rübe und eines gesunden Krauts (Banga 1962).

2.5 Qualität

2.5.1 Äußere Qualität

Die äußere Qualität wird von Sorteneigenschaften, Bodenbeschaffenheit und Wachstumsbedingungen beeinflusst. Dabei spielt auch die Lage des Reifegleichgewichts während des Wachstums eine wichtige Rolle (Banga 1962).

Folgende Anforderungen werden heute in Europa, aufgrund von Konsumentenpräferenzen, Marktverhältnissen und Vereinbarkeit mit einer maschinellen Produktion, an Karotten gestellt:

- sortentypisch ausgefärbte, zylindrische bis leicht konische, gerade Rüben
- deutliche Abstumpfung
- glatte Rübenoberfläche (Waschbarkeit)
- geringe Grünköpfigkeit

Grünköpfigkeit wird mit der Krautentwicklung in der frühen Wachstumsphase in Verbindung gebracht, was die Grünfärbung der Köpfe, im weiteren Reifeprozess der Rübe, fördert. Demnach konnte auch keine sortenbedingte Abhängigkeit festgestellt werden (Ravishankar et al. 2009).

2.5.2 Innere Form

Der Nährwert des Kerns einer Karottenrübe liegt im Allgemeinen unter der ihn umgebenden Wurzelrinde. Dieser tendiert eher zur Holzigkeit und ist durch eine geringere Ausfärbung gekennzeichnet, enthält weniger Trockensubstanz und Disaccharide (Banga 1962). Darum sollte der Kern möglichst klein im Durchmesser, zart, gut ausgefärbt und der Übergang zur Wurzelrinde möglichst gut verwachsen sein. Der Kerndurchmesser korreliert positiv mit dem Krautgewicht. Dadurch sind dem Verfeinern der Kernstruktur Grenzen gesetzt. Sorten mit starkem Krautansatz dürfen daher nicht auf einen kleinen Kern selektiert werden sondern sollten auf ein möglichst gutes Verwachsen des Kerns mit der Wurzelrinde ausgelesen werden (Banga 1962).

2.5.3 Inhaltstoffe

Farbstoffe

Gelbe und rote Karottenfärbung entsteht durch die Karotinoide Lutein und Lycopen. Violette Varietäten enthalten als farbgebende Substanzen Anthocyane (Simon et al. 2008).

Seit den 1960er Jahren wurde intensiv auf orange Ausfärbung selektiert. Der Karotinoidgehalt nahm durch züchterische Arbeit bis 1992 um bis zu 70% zu, unterliegt jedoch starken sortenbedingten Schwankungen, sowie einem Einfluss durch Anbauzeitpunkt und Lagerbedingungen (Heinonen 1990, Simon et al. 2008).

Je höher der Karotinoidgehalt umso trockener und zähfleischiger sind die Rüben. Daher hat sich in den Sorten ein Gehalt von 6 bis 12 mg je 100 g Frischsubstanz eingependelt (Banga 1962). Mit 12 mg Durchschnittsgehalt an Karotinoiden liegt dieser Wert schon an der von Banga (1962) postulierten Obergrenze (Tabelle 2.3). Sorten mit höheren Karotinoidgehalt könnten für die Karotingewinnung von Bedeutung sein. Je höher der Gehalt an Trockensubstanz desto höher der Karotinoidgehalt (Banga 1962).

Der mit der Karotte am meisten in Verbindung gebrachte Inhaltsstoff ist wohl das Provitamin A Karotinoid, insbesondere α - und β -Karotin, welche eine große Bedeutung für die menschliche Gesundheit haben (Reddy et al. 2005). Die menschliche Aufnahme von β -Karotin beugt einer oxidativen Schädigung der DNA in Lymphozyten vor (Glei et al. 2002) und wirkt somit ebenso wie der aus Karotten isolierte Inhaltsstoff Falcarinol vorbeugend gegen Krebs (Hansen et al. 2003, Kobaek-Larsen 2005).

Tabelle 2.3. Mittlerer Gehalt von ausgewählten Inhaltsstoffen von Speisekarotten je 100g Frischsubstanz essbarer Anteil (Quelle: Souci et al. 1991)

Hauptbestandteile (g)	Gehalt
Wasser	88,2
Protein	1,0
Fett	0,2
Kohlehydrate	4,6
Ballaststoffe	3,4
Mineralstoffe (mg)	
Kalium	290
Calcium	40
Phosphor	35
Magnesium	18
Eisen	2
Vitamine (mg)	
С	7,00
A(Carotin)	12,00
B ₁	0,07
B_2	0,05
Niacin	0,58
Energiewert (kJ / kcal)	107 / 25

Auch Anthocyanen wird eine gesundheitsfördernde, da antioxidative Wirkung, zugeschrieben (Reddy et al. 2005). In Forschungsarbeiten wurden bereits jene Gene identifiziert und markiert, die für die jeweilige Pigmentierung codieren. Gabelmann et al. (1994) leisteten entscheidende Arbeit zur Entschlüsselung des Genoms. Bisher wurde die Auswirkung des Heterosiseffekts auf den Gehalt an Karotin und anderen Inhaltsstoffen noch nicht untersucht.

In letzter Zeit wurden auch wieder gelbe, weiße, rote und violette Karotten bekannter, da sie einerseits der Markt für die Schaffung von Nischen benutzt und andererseits die Konsumenten auf die positive gesundheitliche Wirkung von Farbstoffen und anderen Inhaltsstoffen aufmerksam wurden.

Nitrat

Der Nitratgehalt in Karotten wird einerseits von der genetischen Konstitution und somit von der Sorte, andererseits von den Wachstumsbedingungen während der Vegetationsperiode bestimmt. Je höher das N Angebot im Boden und je schlechter die Wachstumsbedingungen umso höher ist der Nitratgehalt in den Rüben (Bernhold 2003). Ziel der Züchtung ist es, diesen auf niedrigem Niveau zu Nitrat beim Verzehr in Nitrit halten, da umgewandelt wird und gesundheitsschädliche Wirkung auf den menschlichen Körper hat. Insbesondere bei der Produktion von Babynahrung muss darauf vermehrt geachtet werden, da diese zu diätetischen Lebensmitteln zählt und die Nitratgehalt Höchstgrenze in der EU mit 250 mg kg⁻¹ Frischsubstanz festgesetzt wurde. Die Vererbung des Nitratgehalts in Karotten erfolgt über unvollständig dominante Gene. Um nitratarme Varietäten zu erhalten müssen daher auch die Elternpflanzen einen entsprechend niedrigen Nitratgehalt aufweisen (Simon et al. 2008).

Geschmacksrelevante Faktoren

Im Allgemeinen ist Zartfleischigkeit ein gewünschtes Attribut für den Rohverzehr von Karotten. Damit geht ein gewisser Grad an Saftigkeit, sprich ein geringer Gehalt an Rohfaser und einem hoher Gehalt an Trockensubstanz einher (Banga 1962). Ein hoher Gehalt an Trockensubstanz bei gleichzeitig niedrigem Gehalt an Rohfaser bedeutet einen hohen Zuckergehalt. Dieser drückt sich in den Rüben im Gehalt an Mono- und Disacchariden aus, wobei der süße Geschmackseindruck durch letztere hervorgerufen wird (Banga 1962). Die Sortenunterschiede sind auch hier groß.

Selektiert wird einerseits direkt am Feld andererseits an Hand von Laboranalysen. Die Ausprägung dieses Merkmals wird durch ein Zusammenspiel mehrerer Gene gesteuert. Lediglich die Qualität des Speicher-Kohlehydrats wird monogen gesteuert. Es sind dies die reduzierenden Zucker Glucose, Fructose und Sucrose (Simon et al. 2008).

Wichtigstes Zuchtziel war und ist der typische karottige Geschmack, wie wir ihn heute aus den am Markt erhältlichen Karotten kennen. Im Karottengeschmack gibt es eine große Variabilität, die auf einen Gesamteindruck aus Saftigkeit, Fruchtigkeit, Süße, Bitterkeit und einigen ätherischen Ölen zurückzuführen ist. Fehlgeschmack entsteht beispielsweise durch terpentinartige Noten, die von flüchtigen Terpenoiden verursacht werden (Simon et al. 2008). Selektiert werden Rüben die das gewünschte geschmackliche Ensemble an Inhaltsstoffen aufweisen und frei sind von bitteren, seifigen, terpentinartigem Fehlgeschmack. Für die Bitterkeit wird unter anderem der Inhaltsstoff Falcarinol verantwortlich gemacht, welcher aber in hohen Dosen allergische Hautreaktionen und -entzündungen hervorrufen kann (Kobaek-Larsen et al. 2005). Bitterkeit ist einerseits sortenbedingt und andererseits entsteht sie durch physiologische Prozesse während der Lagerung (Banga 1962).

Weitere Inhaltsstoffe

Mit 290 mg Kalium je 100g Frischsubstanz, hat dieser Mineralstoff den größten Anteil an den ausgewählten Hauptnährstoffen (Tabelle 2.3).

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 Sorten

Im vorliegenden Versuch wurde die Leistung von 17 Populationssorten (Tabelle 3.1), vorwiegend aus biologisch dynamischer Züchtung, im Vergleich zu einer betriebsüblich verwendeten Hybridsorte (Maestro F1) ermittelt.

Tabelle 3.1. Verwendete Sorten und ihre Eigenschaften

			Sortentyp		Reife		
Nr	Sortenbezeichnung	Bezeichnung im Text	Nantes	Berlikum	Flakkee	früh	spät
1	Nantes 2 Milan	N2 Milan	Х			Х	
2	Rodelika	Rodelika	Χ				Χ
3	Robila	Robila	Χ				Χ
4	Nantes 2 Fanal	N2 Fanal	Χ			Χ	
5	Nantes 2 Fynn	N2 Fynn	Χ			Χ	
6	Nantes 2 Narome	N2 Narome	Χ			Χ	
7	Berlikum	Berlikum		Χ		Χ	
8	Touchon	Touchon	Χ			Χ	
9	De Colmar á coeur rouge 2	De Colmar			Χ		Χ
10	Flakkeese 2, 2070	Flakkeese 2			Χ		Χ
11	Berlikuma Selektion Z	Berlikuma SZ		Χ			Χ
12	B490 Carota Flakkee 2	Flakkee 2			Χ		Χ
13	Nantes 2 Frühbund	N2 Frühbund	Χ			Χ	
14	Nantes 2 Beate	N2 Beate	Χ			Χ	
15	Flakkeer (Elitesaatgut, Vitalis)	Flakkeer/E-V			Χ		Χ
16	KS 707	KS 707	Χ				Χ
17	Nantes 2 Fanal (Elite, Reinsaat)	N2 Fanal/E-V	Χ			Χ	
18	Maestro F1	Maestro F1	Χ			Χ	

Die Auswahl der Sorten erfolgte in Zusammenarbeit mit den Firmen Reinsaat (St. Leonhard am Hornerwald) und Biohof Adamah (Glinzendorf) und basierte hauptsächlich auf Erfahrungswerten im Sinne der Anforderungen an die Rüben.

Hauptkriterium war eine gute Lagerfähigkeit (Lagerkarotte). Die Sorten stammen aus unterschiedlichen Ländern: Österreich, Schweiz, Deutschland, Frankreich und Italien und sind für den Frischmarkt ebenso geeignet wie für die Lagerung. Das Saatgut hatte eine Mindestkeimfähigkeit von 75% und war nicht kalibriert. Alle verwendeten Sorten sind orange ausgefärbt und je nach Sortentyp wenig bis deutlich abgestumpft bzw. konisch bis zylindrisch.

3.2 Feldversuch

Der Versuch war in Glinzendorf in Form einer Blockanlage angelegt und in 4 Wiederholungen unterteilt. Die Sorten waren innerhalb eines Blocks vollständig randomisiert, wobei jedoch die Sortenpositionierung des Nachbarblocks berücksichtigt wurde um statistisch ungünstige Parzellenanordnung zu vermeiden. Die *row-column* Randomisierung erfolgte mit dem Programm SpaDes (N. Coombes, NSW Agriculture, Wagga Wagga). Der Anbaufehler (Abb. 3.1) hatte keine gravierenden Auswirkungen, da der Versuch als *row-column design* verrechnet wurde. Die Versuchsanlage war in einen Karottenbestand eingebettet um Randeffekte zu vermeiden.



Abb. 3.1. Versuchsplan (Zahlen bezeichnen die Sorten entsprechend Tab. 3.1; Zahlen nach Querstrich bzw. unterschiedliche Farben kennzeichnen die Wiederholung)

Eine Parzelle war ein Damm mit 6 m Länge à 2 Reihen. Zwischen den Parzellen wurde ein Abstand von 2 m eingerichtet um Sortenvermischung zu vermeiden. Die Aussaat erfolgte am 29. Mai 2008 mit einer Einzelkornsämaschine, deren Saatgutbehälter je nach Bedarf händisch befüllt und ausgesaugt wurden.

Die Kulturführung sollte gemäß der betriebsüblichen Praxis erfolgen, da diese den gegebenen Rahmen darstellt und dafür geeignete Genotypen gefunden werden sollen. Demnach wurde zweimal gehackt und standardmäßig, bei Notwendigkeit, über eine Kopfberegnung bewässert.

Die Ernte eines repräsentativen Meters aus den Parzellen der frühen Sorten (ca. 110 Tage Kulturdauer) erfolgte am 26. September 2008, die der späten Sorten (ca. 150 Tage Kulturdauer) am 1. November 2008.

3.3 Bonituren

Bonitiert wurde immer von ein und derselben Person aufgrund der subjektiven Einschätzung einer Person. Die Beurteilung erfolgte anhand einer Skala von 1 bis 9. 1 bedeutet eine geringe (keine) und 9 eine starke Ausprägung des Merkmals.

Krautgesundheit

Unmittelbar vor der Ernte wurde der Krankheitsstatus unter besonderer Berücksichtigung des Echten Mehltaus (*Erysiphe heraclei*) und der Möhrenschwärze (*Alternaria dauci*) des Krauts erhoben. Es erfolgte eine Erhebung der Häufigkeit des Befalls und der Stärke der Ausprägung. Beide Boniturnoten wurden miteinander multipliziert. Abschließend wurde über die Wiederholungen ein Mittelwert berechnet:

Vergleichswert = Mittelwert aus \sum (Symptomhäufigkeit x Symptomstärke)

Lagerneigung

Als Faktor für die maschinelle Produktion wurde die Lagerneigung des Krauts bonitiert. Je mehr Kraut sich in Lagerstellung befand, d.h. geneigt am Boden lag, desto stärker galt das Merkmal als ausgeprägt.

Rübenform und Oberflächenbeschaffenheit

Nach der Ernte wurden rübenspezifische Bonituren vorgenommen. Bei diesen zwei Merkmalen wurden Mindestanforderungen erstellt. Anhand dieser wurde eine erste negative Selektion durchgeführt. Gewünscht ist eine Rübe mit deutlicher Abstumpfung und zylindrischer bis leicht konischer Form. Bonitiert wurde von 1 (geringe bis keine Abstupfung und stark konisch) bis 9 (stark abgestumpft und zylindrisch). Rüben mit einer glatten Oberfläche bekamen die Note 1 und stark geringelte die Note 9. Sorten mit einer Gesamtboniturnote <7 für Rübenform und >3 für Oberflächenbeschaffenheit wurden verworfen.

Grünköpfigkeit und Wurzelgesundheit

Grünköpfigkeit wurde anhand des Mittelwertes aus der Bonitur von 14 Einzelrüben, hinsichtlich der Ausprägungsintensität dieses Merkmals, als auch aus der Gesamtsumme an grünköpfigen Rüben bestimmt. Keine, leichte und ansatzweise Grünfärbung der Schultern wurde mit 1 bonitiert. Grünfärbung bis über die Schultern hinaus mit >3.

Der Krankheitsstatus bei den Rüben wurde analog der Erhebung und Dokumentierung der Krautgesundheit bestimmt und wurde auch mit diesem in der Merkmalsgruppe Pflanzengesundheit zusammengeführt. Nur mit dem Unterschied, dass die Wurzelkrankheiten unspezifisch erhoben wurden.

3.4 Ertragskomponenten und weitere Erhebungen

Äussere Qualität

Unter dieser Merkmalsgruppe wurden die Mittelwerte aus der Anzahl an deformierten, weißen, geplatzten, grünköpfigen Rüben insgesamt und Rüben mit einer Grünköpfigkeit über Boniturnote 3 zusammengefasst.

Rübenschädigung

Zur Abschätzung des Schadens, welcher durch Wildverbiss, insbesondere durch Mäuse, entstanden ist, wurde die Anzahl an geschädigten Rüben erhoben.

Homogenität

Unter diese Merkmalsgruppe fallen die Neigung zur Ausbildung von sehr großen (>250 g) und sehr kleinen (<50 g) Rüben. Diese wurden durch Zählen ermittelt, gemittelt und ergaben gemeinsam mit dem gemittelten Variationskoeffizienten der Länge und des Gewichts der 14 Einzelrüben den Vergleichswert für die Homogenität.

Krautgesamtgewicht

Das per Hand abgedrehte Kraut wurde gewogen und der Wert aus den 4 Wiederholungen gemittelt. Das Krautgewicht dient zur Bewertung der Eignung für die maschinelle Produktion.

Ertrag

Das Mittel der Wurzelgesamtgewichte und der vermarktungsfähigen Ware (Klasse 1 und 2) wurde unter dieser Merkmalsgruppe zusammengefasst. Die vermarktungsfähige Ware beinhaltet Rüben die

- gesund, sortentypisch geformt und gefärbt sind
- keine Über- bzw. Untergröße haben
- nicht über Boniturnote 3 im Merkmal Grünköpfigkeit kommen
- nicht bzw. nur ganz wenig geschädigt sind
- eine Rübenformbonitur von mindestens 7 aufweisen
- eine relativ glatte Oberfläche (Bonitur ≤3) haben

3.5 Qualitätsmerkmale und Sensorik

3.5.1 Laboranalyse

Nitrat, Ascorbinsäure, Brix und P-Wert

Im Labor wurden der Nitrat- und Ascorbinsäuregehalt, mittels RQflex10 Teststäbchen (Merck, Darmstadt) gemessen. Die lösliche Trockensubstanz wurde über das Digital Refractometer PR–101 (ATAGO U.S.A. Inc., Bellevue) gemessen. Die Ermittlung des P–Werts erfolgte über Multi 340i (WTW, Weilheim). Dieser wurde gemäß der Formel

$$P (\mu W) = (29,07 \times (rH - 2 \times pH))^2 / \rho$$

berechnet (Hoffmann et al. 2007), wobei rH der elektrischer Widerstand (Ω) der zu untersuchenden Substanz ist und ρ der spezifische elektrische Widerstand (Ω) bezogen auf eine Widerstandselektrode mit definierten Dimensionen.

Untersucht wurden die Sorten N2 Milan, N2 Fynn, N2 Fanal, N2 Narome, Touchon, N2 Fanal/E-V, N2 Frühbund, N2 Beate, Maestro F1, Robila, KS 707 und Flakkee 2.

Je Sorte und Wiederholung wurde eine zufällige Stichprobe von 4 bis 5 Rüben entnommen, die dann weiters entsaftet und vermischt wurde. Etwa 1 cl wurde dem gemischten Saft entnommen, in einer Zentrifuge geschleudert und für die Messungen bereitgestellt.

Die Messungen wurden an zwei Tagen durchgeführt, wobei ein Teil der Proben am ersten Tag gemessen aber alle an diesem Tag entsaftet und zentrifugiert wurden. Die Proben wurden für den zweiten Messtag tiefgefroren (-18°C) und zwei Tage später wieder aufgetaut. Zur Kontrolle wurde der Rest einer Probe, welche bereits am ersten Tag gemessen wurde, auch tiefgefroren, um die Veränderungen durch das Einfrieren quantifizieren zu können. Es wurde ein Rückgang des Nitratgehaltes von ca. 4%, der Ascorbinsäure um 32% und der löslichen Trockensubstanz um 2% festgestellt. Als Konsequenz daraus wurden alle am zweiten Tag gemessenen Proben um diese Werte nach oben korrigiert.

3.5.2 Beliebtheitstest

Die allgemeine Beliebtheit der einzelnen Sorten wurde mittels eines Beliebtheitstests durchgeführt. Dieser fand am 4. und 5. Oktober 2008 im Rahmen eines Bio-Informationsfestes am Adamah Hof in Glinzendorf statt.

Es wurden ca. 5-10 kg Karotten (Mischprobe aus den 4 Wiederholungen) von 12 Sorten geerntet (N2 Milan, N2 Fynn, N2 Fanal, N2 Narome, Touchon, N2 Fanal/E-V, N2 Frühbund, N2 Beate, Nelix F1, Maestro F1, Berlikum, Berlikuma SZ). Dies ist am 2. Oktober 2008 erfolgt. Die Karotten wurden gewaschen, sortiert und in Kunststoffkisten passender Größe, umhüllt von einer Kunststofffolie, für zwei Tage bei ca. 1-2℃ zwischengelagert.

Für die Verkostung wurden die Karotten in mundgerechte Stücke zerteilt. Hierfür wurden von der Spitze sowie vom Ende (Krautansatz) etwa 3-4 cm abgetrennt. Der mittlere Teil wurde, radial um 90° versetzt, der Länge nach 2 Mal durchgeschnitten, sodass sich vier Teilstücke ergaben. Bei längeren Rüben wurde das Mittelstück nochmals in zwei Teile getrennt (der Breite nach) sodass sich 8 mundgerechte Teilstücke ergaben. Die Stücke waren etwa 2-4 cm lang.

Die Teilstücke wurden in Petrischalen, je 2-4 Stück pro Schale, aufgeteilt. Den verschiedenen Sorten wurden anonyme Zifferncodes zugeteilt. Jeder Tester sollte 6 Proben verkosten, wobei eine der 6 Proben die Hybridsorte war. Es gab somit 2 unterschiedliche Sortenkombinationen (A, B) mit je 6 verschiedenen Sorten wobei

eine Probe von einer Hybridsorte stammte (Nelix F1 oder Maestro F1). Nelix F1 wurde nur als Vergleichswert für die Verkostung verwendet, sie wurde in diesem Versuch nicht weiter geprüft. Die Prüfpersonen konnten, je nach subjektiver Entscheidung, ihre Präferenzen für die Proben durch eine Markierung auf einem 10 cm langen Balken, ohne Skalierung, zu Papier bringen. Der Abstand vom linken Rand bis zur Markierung galt als Maß für die Beliebtheit der Sorte.

Über 300 Prüfpersonen haben ihre Meinung bei der Verkostung abgegeben. Somit standen etwa 150 Beurteilungen je Sorte für die Auswertung zur Verfügung. Um Geschmacksbeeinflussung durch die vorhergehende Probe zu minimieren, wurde Wasser zum Spülen angeboten und auch explizit darauf hingewiesen.

Aus Kosten- und Zeitgründen wurden die zwei am wenigsten beliebten Sorten vom weiteren Versuchsverlauf ausgeschlossen.

Nach einer viermonatigen Einlagerung der Rüben wurde der Beliebtheitstest wiederholt. Um die Kosten dafür möglichst gering zu halten wurde der Test mit 21 innerbetrieblichen Probanden durchgeführt. Ansonsten erfolgte die Verkostung wie oben beschrieben.

3.6 Lagerfähigkeit

Geerntet wurde am 9. Oktober 2008. In den Lagerversuch wurden 10 ausgewählte Sorten miteinbezogen, die auch beim Beliebtheitstest getestet wurden. Die Sorten Berlikum und Berlikuma SZ wurden aufgrund geschmacklicher Defizite sowie starker Inhomogenität im äußeren Erscheinungsbild ausgeschieden. Somit wurden die Sorten N2 Milan, N2 Fynn, N2 Fanal, N2 Narome, Touchon, N2 Fanal-Elite Vitalis, N2 Frühbund, N2 Beate, Robila, KS 707, Flakkee 2 sowie Maestro F1 auf das Merkmal Lagerfähigkeit geprüft.

Geprüft wurde, wie sich der Gesundheitszustand der Rüben während der Einlagerung im gewaschenen und ungewaschenen Zustand verändert.

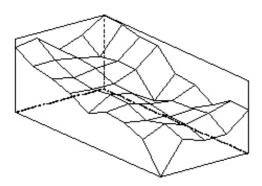
Je Sorte wurden ca. 10–15 kg Mischprobe aus den Wiederholungen ungewaschen, mit Erde für die Langzeitlagerung, in Kunststoffkisten untergebracht und bei etwa 1℃ und 90% relativer Luftfeuchte gelagert. Nach viermonatiger

Einlagerung wurden die Rüben gewaschen und auf Veränderungen, hervorgerufen durch Krankheitserreger bzw. physiologische Prozesse, geprüft.

Für eine Langzeitlagerung ohne Erde wurden 5–10 kg Mischproben gewaschen und unter gleichen Luftkonditionen eingelagert. Bis Ende Dezember 2008 wurden alle zwei Wochen die Lagerkisten auf eventuelle Krankheitssymptome oder andere Anomalien untersucht.

3.7 Statistik

Wie bereits erwähnt wurde der Versuchsplan als *row-column design* mit dem Programm SpaDes erstellt. Bodentrends wurden mit Hilfe des Programms ASREML (A.R. Gilmour, NSW Agriculture, Wagga Wagga) sichtbar gemacht und in weiterer Folge ausgeglichen. Die weitere statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS Vers. 9.1 (SAS Institute Inc., Cary). Für die meisten Merkmale gab es deutliche Bodentrends, die im Merkmal Krautgewicht erheblich und im Wurzelgesamtgewicht gut erkennbar waren (Abb. 3.2 und 3.3).



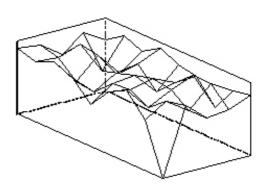
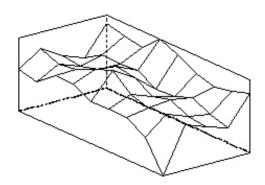


Abb. 3.2. Räumliche Variabilität des Krautgewichtes (links) und deren Korrektur durch Blockeffekt, Autoregression 1. Ordnung und Kovariablen für Randeffekt und Anzahl Pflanzen (rechts)



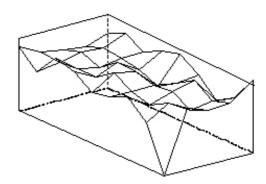


Abb. 3.3. Räumliche Variabilität des Wurzelgewichtes (links) und deren Korrektur durch Row Effekt, Autoregression 1. Ordnung und Kovariablen für Randeffekt und Anzahl an Pflanzen (rechts)

Für die statistische Auswertung des Beliebtheitstests wurde das Programm StatGraphics (StatPoint Technologies Inc., Warrenton) verwendet. Die Sorten wurden anhand der adjustierten Mittelwerte aus den 4 Wiederholungen miteinander verglichen und im 95% Prozent LSD Intervall dargestellt.

3.8 Starplots

Um die Vielfalt an Sorteneigenschaften übersichtlich zu gestalten wurden die einzelnen Merkmale zu Merkmalsgruppen zusammengefasst. Zunächst erfolgte je Merkmal eine Skalierung (0–100) nach der besten Sorte (highest performance) und eine Gewichtung dieses Merkmals durch die Multiplikation mit einem Faktor <1 (<100%) (Tabelle 3.2). Durch Addition der einzelnen Komponenten (Merkmale) und erneuter Skalierung entsteht ein quantitativ vergleichbarer Wert einer Sorte, der als Index in die Veranschaulichung durch Starplots eingeht. Je höher ein Index, desto besser ist die Sorte im jeweiligen Merkmal. Bei den Merkmalsgruppen bzw. Merkmalen Pflanzengesundheit, Schosser, Lager, Komponenten der äußeren Qualität, Nitrat und bei den Komponenten der Homogenität wurde ein Inverswert errechnet, damit die Bedeutung der Indizes einheitlich bzw. gleichgerichtet ist, d.h. je höher desto besser. Auf den einzelnen

Ästen wird die Ausprägung eines Merkmals oder einer Merkmalsgruppe aufgetragen wobei die Priorität von oben beginnend im Uhrzeigersinn abnimmt.

Aus der Summe der Indizes, entsteht ein Gesamtbild, das zur Beurteilung und Diskussion der Sorten sowie deren Eigenschaften herangezogen wurde. Der Starplot einer optimalen Sorte ähnelt einem Kreis, der den maximalen Umfang auszunützen vermag.

Tabelle 3.2. Merkmalsgruppen, Merkmale, Indizes und die Gewichtung ihrer Komponenten

Indizes	Komponenten	Gewichtung (%)
Ertrag	Wurzelgesamtgewicht	30
	Marktfähige Ware (MFW) Klasse 1 und 2	30
	MFW 1 und 2 / Wurzelgesamtgewicht	40
Nitratgehalt	Nitratgehalt	100
Verkostung vor Einlagerung	Verkostung 1	100
Verkostung nach Einlagerung	Verkostung 2	100
Homogenität	CV% Rübenlängen	40
	CV% Rübengewicht	30
	Anzahl Über- und Untergrößen	30
Äußere Qualität	Anzahl geplatzte Rüben	20
	Anzahl weisse Rüben	20
	Anzahl deformierte Rüben	20
	Anzahl grünköpfige Rüben	20
	Grünköpfige mit Bonitur >3	20
Gesundheit	Erysiphe heraclei	20
	Alternaria dauci	20
	Wurzelkrankheiten	60
Produktionseignung	Anzahl Schosser	20
	Krautgesamtgewicht	40
	Kraut-Lagerneigung	40
Ascorbinsäure	Ascorbinsäure	100
P-Wert	P-Wert	100

4 ERGEBNISSE

4.1 Ertragspotential

Die räumliche Verteilung der vermarktungsfähigen Ware lässt auch auf einen Bodeneffekt schließen, der schon beim Merkmal Kraut- und Wurzelgewicht ersichtlich war. Der Ertrag nimmt von Block 1 in Richtung Block 4 als auch innerhalb der Blöcke – vom Weg in Richtung Gewächshaus (siehe Abb. 3.1) - kontinuierlich zu (Abb. 4.1). Durch den Ausgleich mit dem Programm ASREML werden die Mittelwerte, um die ins Modell aufgenommenen Bodentrends korrigiert. Es handelt sich somit um adjustierte Mittelwerte.

Die Erträge im geernteten Meter sind sehr unterschiedlich zwischen den Sorten. Auffällig ist, dass die Hybridsorte Maestro F1 beinahe 100% des geernteten Wurzelgewichts in vermarktungsfähige Ware umsetzt (Abb. 4.2)

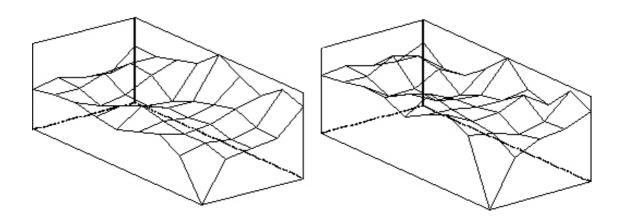


Abb. 4.1. Räumliche Variabilität der marktfähigen Ware (links) und deren Korrektur durch Row Effekt, Autoregression 1. Ordnung und Kovariablen für Randeffekt und Anzahl Pflanzen (rechts)

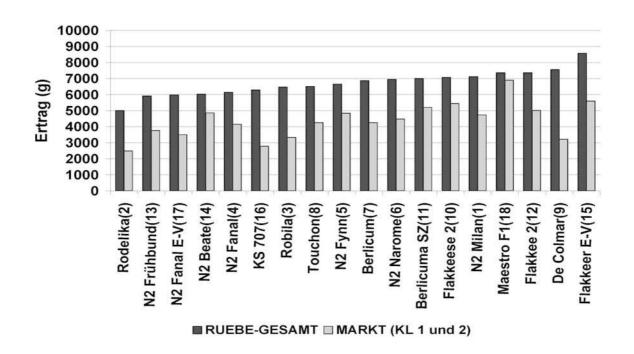


Abb. 4.2. Rübengesamtgewicht aus dem Erntemeter und die daraus realisierte marktfähige Ware Klasse 1 + Klasse 2

Bei den samenfesten Sorten schwankt die marktfähige Ware stark zwischen 42% (De Colmar) und 77% (Flakkeese 2) (Tabelle 8.1) und liegt somit auf eher niedrigem Niveau. Bei den Sorten N2 Milan, N2 Beate, N2 Narome, Berlikuma SZ und N2 Fynn war der Verbiss durch Mäuse hoch, sodass der Ertrag an marktfähiger Ware deutlich geringer ist und das Ergebnis dadurch deutlich reduziert wurde. Bei den genannten Sorten war ein Rübenverlust von 11% (Berlikuma SZ) bis beinahe 40% (N2 Narome) zu verzeichnen (Abb. 4.3). Zudem liegen die gemessenen Werte für marktfähige Ware, relativ zur Verrechnungssorte Maestro F1, mit 65% (N2 Narome) bis 82% (N2 Beate) hoch und lassen somit ein ausgiebiges Ertragspotential erwarten.

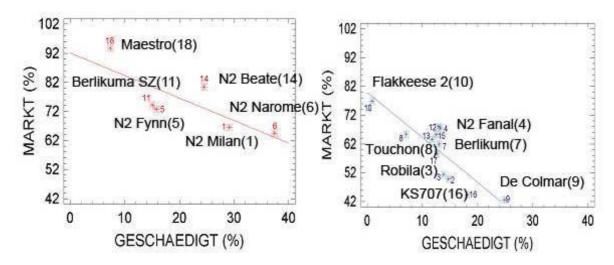


Abb. 4.3. Marktfähige Ware (Klasse 1 und 2) vs. Anteil an geschädigter Ware durch Mausverbiss von ausgewählten Sorten

4.2 Beliebtheitstest durch Konsumenten

Die Ergebnisse aus der Verkostung lassen signifikante Sortenunterschiede in der Beliebtheit erkennen. Auffällig ist, dass beiden Berlikum Typen die geringste Beliebtheit aufweisen. Diese beiden Sorten wurden daher vom weiteren Versuchsverlauf ausgeschlossen. N2 Milan war bei der ersten Verkostung am beliebtesten, gefolgt von Maestro F1 und Touchon. Während sich diese drei Sorten untereinander nicht signifikant unterschieden, waren die beiden beliebtesten Sorten von den restlichen Sorten signifikant unterscheidbar (Abb. 4.4).

N2 Milan war auch nach der Einlagerung die beliebteste Sorte, während Maestro F1 und Touchon deutlich abfielen und zu den am wenigsten beliebten Sorten zählten (Abb. 4.5). Es ist anzunehmen, dass es bei beiden Sorten während der Einlagerung zu Geschmack beeinflussenden Prozessen gekommen ist, die sich negativ auf die Beliebtheit auswirkten.

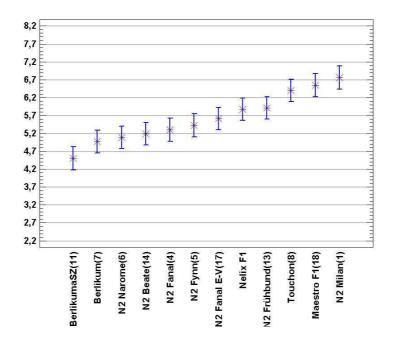


Abb. 4.4. Ergebnisse des Beliebtheitstests vor der Einlagerung

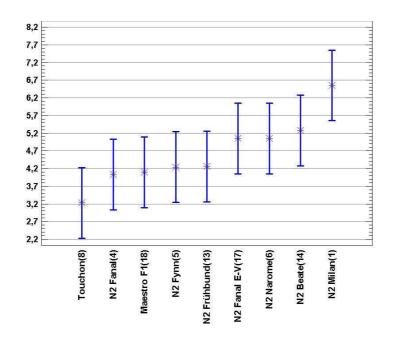


Abb. 4.5. Ergebnisse des Beliebtheitstest nach viermonatiger Einlagerung

4.3 Homogenität

Durch starke Inhomogenität fiel die Sorte Flakkeese 2 auf, die im Merkmal Variationskoeffizient der Wurzellänge den deutlich höchsten Wert zu verzeichnen hatte (Abb. 4.6). Diese Inhomogenität ist aber anscheinend nicht auf den Sortentyp Flakkee zurückzuführen, da Flakkee 2, ein relativ homogenes Sortenbild zeigt. Nicht ganz so heterogen, im äußeren Erscheinungsbild, lag die Sorte Rodelika, welche sich im Vergleich zu den anderen Sorten im Merkmal Über- und Untergrößen jedoch deutlich negativ abhebt. Wie erwartet glänzt die Hybridsorte Maestro F1 durch hohe Homogenität, liegt aber dennoch hinter der samenfesten Sorte Berlikum.

Aufgrund des Merkmals Homogenität wurden somit die Sorten Flakkeese 2 und Rodelika vom weiteren Versuchsablauf ausgeschlossen. Sehr interessant ist, dass sich viele Sorten auf ähnlichem Niveau wie Maestro F1, der durch Uniformität auffallenden Hybridsorte, bewegen. Die Sorten Berlikum, N2 Frühbund, Touchon, N2 Fanal E-V, De Colmar, Flakkee 2, N2 Narome, N2 Fynn und N2 Milan zeigen durchaus gute Sortenhomogenität. Die restlichen Sorten können als akzeptabel bezeichnet werden.

4.4 Äußere Form und Qualität

Wie erwartet zeigten die meisten Nantes-Typen, außer Rodelika, N2 Frühbund und KS 707 eine leicht konische bis beinahe zylindrische Rübenform. Dies ist an den Bonituren ≥7 festzumachen (Tabelle 4.1). Dem Sortentyp entsprechend lagen die Berlikum und Flakkee Typen entsprechend darunter. Interessant ist das Ergebnis der Sorte Flakkee 2 die, entgegen ihrem Sortentypus, eine nur leicht konische Rübenform aufweist und mit einer deutlichen Abstumpfung der Rübenspitze eher einem Nantes Typ ähnelt. Hinsichtlich der Oberflächenqualität bzw. Intensität der Ringelung lagen die meisten Sorten unter oder gleich der Mindestanforderung (Boniturnote 3).

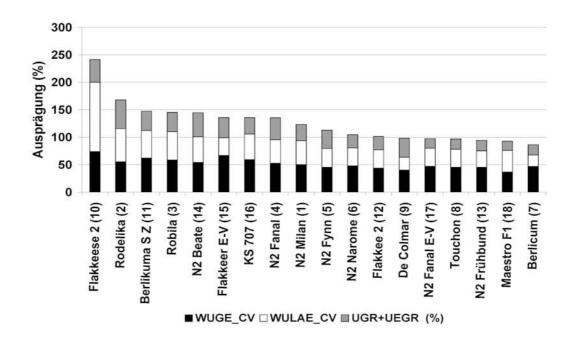


Abb. 4.6. Anteil Über- und Untergrößen (UGR+ÜGR), Variationskoeffizient der Wurzellängen (WULAE_CV) und Wurzeleinzelgewichte (WUGE_CV) des Testsortimentes

Überschritten und somit unbrauchbar für den Prozess der Produktion aufgrund der schlechten Waschbarkeit wurde dieser Wert von den Sorten De Colmar, Flakkeese 2, Berlikuma SZ und Flakkeer E-V.

Das Qualitätsmerkmal Grünköpfige Gesamt war in beinah allen Sorten gleichmäßig stark ausgeprägt. Dazu muss angemerkt werden, dass in diesem Fall sehr streng bonitiert wurde. Alle Rüben, die auch nur leicht dieses Merkmal zeigten wurden als grünköpfig ausgewiesen. Die Sorten N2 Beate, N2 Narome, Flakkee 2, Touchon, Flakkeese 2, Robila, Flakkeer E-V und Maestro F1 zeigten qualitativ eine besonders starke Tendenz zur Ausbildung von grünen Schultern (Abb. 4.7).

Tabelle 4.1. Boniturergebnisse für das Merkmal Oberflächenbeschaffenheit und Rübenform. Fett gedruckt sind Sorten die den Mindestanforderungen gerecht wurden

Sorte	Bonitur Oberfläche	Bonitur Rübenform
N2 Milan	2,8	7,3
Rodelika	2,0	4,5
Robila	3,0	7,3
N2 Fanal	2,3	7,3
N2 Fynn	2,8	7,3
N2 Narome	2,3	7,3
Berlikum	3,0	4,3
Touchon	1,5	8,5
De Colmar	3,5	4,0
Flakkeese 2	3,3	4,3
Berlikuma SZ	3,5	4,8
Flakkee 2	2,3	7,8
N2 Frühbund	1,8	6,5
N2 Beate	1,8	7,3
Flakkeer E-V	4,8	3,8
KS 707	3,0	5,5
N2 Fanal/E-V	2,0	7,0
Maestro F1	2,0	7,0

Die Intensität bzw. Quantität dieses Merkmals wurde anhand des Merkmals Grünköpfigkeit über Boniturnote 3 erfasst. Darin zeigten N2 Narome, N2 Fanal/E-V, N2 Fynn und insbesondere Touchon die stärkste Ausprägung. Bei der letzt genannten Sorte zeigten über 25% der gesamten Rüben Grünköpfigkeit über Boniturnote 3.

Weiße Rüben wurden hauptsächlich von der Sorte N2 Fanal/E-V gebildet (Tabelle 8.4). Neigung zum Platzen wurde besonders bei den Sorten N2 Frühbund, De Colmar, Touchon und N2 Fanal beobachtet, wobei bei der erstgenannten Sorte über 10% der Rüben geplatzt waren (Tabelle 8.4). Der höchste Anteil an deformierten Rüben wurde bei den Sorten De Colmar, Robila, Flakkeer E-V und N2 Fanal/E-V beobachtet.

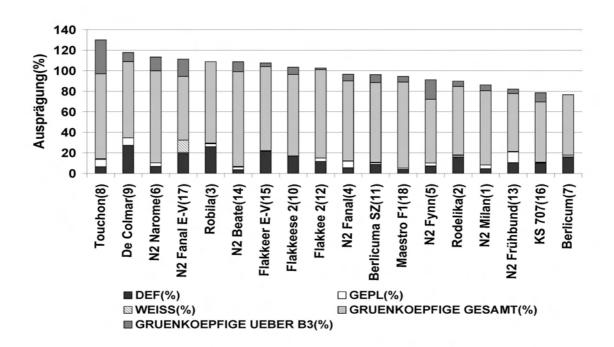


Abb. 4.7. Anteil grünköpfiger Rüben über Boniturnote 3 (GRUENKOEPFIGE UEBER B3), Grünköpfiger insgesamt (GRUENKOEPFIGE GESAMT), weißer (WEISS), geplatzter (GEPL) und deformierter Rüben (DEF)

Die Hybridsorte liegt auch in dieser Merkmalsgruppe trotz starker qualitativer Neigung zur Grünköpfigkeit im Mittelfeld, da sie gute Ausprägungen im Merkmal Deformierte und Grünköpfige über Boniturnote 3 aufweist.

4.5 Pflanzengesundheit

Die Sorten Rodelika (2), KS 707 (16) und Robila (3) zeigten starke Probleme bei der Kraut- und Wurzelgesundheit (Tabelle 4.2, Abb. 4.8). Die Indizes für Rübengesundheit für die oben genannten Sorten waren mit 235, 153 und 147 am höchsten. Die hohe Anfälligkeit gegenüber Wurzelkrankheiten wirkte sich stark negativ auf das Ertragsniveau aus, welches zwischen 2400 g und 3400 g ausmachte (Tabelle 8.1).

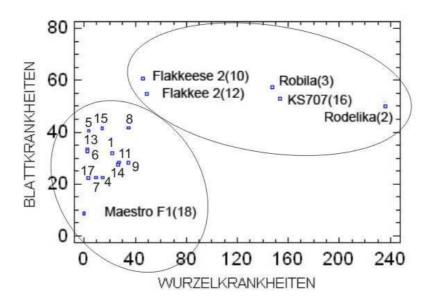


Abb. 4.8. Blattkrankheiten- vs. Wurzelkrankheiten-Indizes

Bei den Flakkee Typen, Flakkeese 2 (10) und Flakkee 2 (12), konnten im Vergleich zu den anderen Sorten relativ starke Probleme mit Blattkrankheiten festgestellt werden. Bei der erstgenannten Sorte resultierte dies aus starkem Alternaria Befall, und Flakkee 2 zeigte hohe Anfälligkeit gegenüber Alternaria und Mehltau (Tabelle 4.2). Die restlichen samenfesten Sorten lagen etwa auf demselben Gesundheitsniveau. Die Sorte Maestro F1 (18) glänzt durch Blatt- und Wurzelgesundheit. Der Wert 0 bei der Hybridsorte, in der Spalte Wurzelkrankheiten, ergab sich durch den schon ursprünglich sehr niedrigen Wert

und wurde weiter nach unten korrigiert im Zuge des programmgestützten Ausgleichs der Bodentrends.

Auffallend geringe Anfälligkeit auf *E. heraclei* zeigten die samenfesten Sorten N2 Beate, Touchon, Berlikum, N2 Fynn, N2 Fanal und N2 Narome was aber durch teilweise starkes Auftreten von *A. dauci.* kompensiert wurde (Tabelle 8).

Tabelle 4.2. Auftreten von *Erysiphe heraclei*, *Alternaria dauci* und unspezifischen Wurzelkrankheiten (Bonitur-Häufigkeit x Bonitur-Stärke)

Sorte	Erysiphe heraclei	Alternaria dauci	Wurzelkrankheiten (unspezifisch)
N2 Milan	6,2	25,8	22,2
Rodelika	14,0	36,0	235,8
Robila	14,5	42,8	147,5
N2 Fanal	2,5	20,0	14,6
N2 Fynn	2,8	37,5	3,8
N2 Narome	4,8	27,8	2,6
Berlikum	2,5	20,0	9,5
Touchon	1,2	40,5	35,1
De Colmar	7,0	21,3	34,6
Flakkeese 2	8,9	51,8	45,9
Berlikuma SZ	6,0	22,3	27,4
Flakkee 2	12,1	42,8	49,5
N2 Frühbund	10,1	23,5	2,3
N2 Beate	1,8	25,8	26,9
Flakkeer E-V	7,8	33,8	14,4
KS 707	12,3	40,5	153,2
N2/Fanal/E-V	2,3	20,0	3,4
Maestro F1	1,3	7,5	0,0

4.6 Kompatibilität mit dem Produktionssystem

Als Maß zur Beurteilung der Kompatibilität einer Sorte mit dem Produktionssystem wurde die Gesamtheit der Merkmale Krautgewicht, Anzahl frühzeitiger Schosser und Lagerneigung des Krauts herangezogen. Mit 1,25 Schosser je Wiederholung lag die Sorte N2 Fanal E-V an der Spitze (Tabelle 4.3). Bei Maestro F1 und N2 Narome ist das Problem mit 0,5 Schosser je Wiederholung in geringem Ausmaß vorhanden. Die restlichen Varietäten haben nur vereinzelt frühzeitige Schosser gebildet.

Das Krautgewicht schwankt zwischen 890 g und 1870 g. Nur Flakkeese 2 neigt zu starker Krautlagerung und könnte in Verbindung mit der geringen Krautmasse von 966 g eventuell zu Schwierigkeiten bei der maschinellen Ernte führen. Bei allen anderen Sorten sollte die maschinelle Ernte mit einem Klemmbandroder kein Problem darstellen.

Tabelle 4.3. Krautgewicht, Anzahl Schosser und Lagerneigung

	Krautgewicht (g)	Schosser (n)	Lagerneigung
N2/Milan	1314,9	0,0	3,2
Rodelika	980,7	0,0	2,5
Robila	1074,6	0,2	3,2
N2 Fanal	1552,1	0,0	2,2
N2/Fynn	964,3	0,0	3,2
N2/Narome	1440,3	0,5	2,2
Berlikum	1548,6	0,0	1,5
Touchon	923,6	0,2	1,7
De Colmar	1501,6	0,0	1,7
Flakkeese 2	965,8	0,0	4,5
Berlikuma SZ	1870,9	0,0	3,0
Flakkee 2	928,4	0,2	2,7
N2 Frühbund	1178,7	0,0	1,0
N2 Beate	1367,3	0,0	3,2
Flakkeer E-V	1365,7	0,0	3,2
KS 707	894,6	0,2	2,0
N2 Fanal/E-V	1700,5	1,2	2,2
Maestro F1	1566,4	0,5	1,5

4.7 Nitrat, Brix, Ascorbinsäure und P-Wert

Höchste innere Qualität weist die Sorte N2 Fanal/E-V auf. Mit 73,7 mg hat sie den niedrigsten Nitratgehalt, mit 132,7 mg den höchsten Ascorbinsäuregehalt pro kg Karottensaft und mit 687,6 µW den niedrigsten und somit besten P-Wert (Tabelle 10). Im Merkmal Lösliche Trockensubstanz liegt sie im hinteren Mittelfeld. Relativ schlechte Ergebnisse erzielte die Sorte Touchon. Sie hatte mit 351,5 mg kg⁻¹ Karottensaft den zweithöchsten Nitratgehalt, mit 72,3 mg kg⁻¹ den niedrigsten Ascorbinsäuregehalt, mit 7,6% die geringste Konzentration an löslicher Trockensubstanz und der höchste P-Wert von 1241,4 weist auf ein relativ hohes oxidatives Niveau hin (Tabelle 4.4).

Der Mindestanforderung an den Nitratgehalt konnten die Sorten N2 Frühbund, N2 Fanal, Flakkee 2, Touchon und N2 Narome nicht gerecht werden. Sie lagen alle über dem für dietätische Lebensmittel geforderten Grenzwert von 250 mg kg⁻¹ und fallen somit aus dem Spektrum der geeigneten Sorten. Die Hybridsorte befindet sich in allen Merkmalen der inneren Qualität im Mittelfeld.

Tabelle 4.4. Ausgewählte Merkmale der inneren Qualität

Sorte	Nitrat	Nitrat Ascorbinsäure		P-Wert
	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(%)	(µW)
N2 Fanal/E-V	73,7	132,7	8,7	687,6
N2 Milan	105,7	95,0	9,1	921,8
KS 707	149,5	111,6	10,1	944,6
Robila	191,2	120,2	10,0	945,3
Maestro F1	210,0	108,5	9,0	810,7
N2 Fynn	211,3	120,3	8,4	859,5
N2 Beate	244,0	104,3	8,3	695,7
N2 Frühbund	250,5	100,4	8,9	1056,0
N2 Fanal	279,4	76,7	8,1	781,0
Flakkee 2	328,8	114,0	8,5	895,1
Touchon	351,5	72,3	7,6	1241,4
N2 Narome	372,5	101,75	8,5	848,4

4.8 Lagerfähigkeit

Eine Bonitur auf Krankheit bzw. Gesundheitszustand der eingelagerten Rüben, gewaschen und ungewaschen mit Erde, wurde zwar durchgeführt, ergab aber keine Sortenunterschiede. Aus diesem Grund wurde auf die Darstellung des Merkmals Lagerfähigkeit in dieser Arbeit verzichtet. Alle Rüben waren gesund bzw. hatten die bei der Einlagerung auch erkennbaren äußerlichen Symptome, die nicht weiter spezifiziert wurden. Es konnten weder Fäulnis, Pilzbefall noch andere lagerbedingten Krankheiten identifiziert werden. Die gewaschenen Rüben behielten ihre satte orange Farbe und bekamen keine Schwarzfärbung, welche bei mehrwöchiger Lagerung, im gewaschenen Zustand, häufig auftritt (S. Zoubek, persönliche Mitteilung).

5 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNG

Diese Arbeit umfasst nur einjährige Versuchsergebnisse. Da sich Umweltfaktoren sehr stark auf das Pflanzenwachstum auswirken und jede Sorte unterschiedlich, in ihrem genetischen Rahmen, reagiert ist die Aussagekraft zu relativieren und nur für das eine Versuchsjahr und den entsprechenden Standort gültig. Eine Wiederholung des Versuches wäre aus Gründen der Aussagekraft der Ergebnisse wünschenswert.

Während der Vegetationsperiode fiel um 62% mehr Niederschlag im Vergleich zum 30-jährigen Mittel (Tabellen 8.2 und 8.3). Da aber betriebsüblich bei Bedarf bewässert wird, sollte dieser Faktor keinen Einfluss auf die Versuchsergebnisse haben. Es wurde auf eine gleichmäßige Verteilung des Beregnungswassers geachtet, sodass die Parzellen diesbezüglich unter vergleichbaren Bedingungen standen. Geringe Abweichungen im langjährigen Temperatur–Monatsmittel lassen auf keine Verzerrungen der Ergebnisse durch Temperaturextreme schließen.

Im Zuge des Anbaus wurden 5 Parzellen zufällig vertauscht. Dieser Fehler sollte jedoch keine weiteren Auswirkungen auf die Versuchsergebnisse haben, weil der Ausgleich von Bodentrends nicht über die Blöcke erfolgte, sondern über *rows* und *columns* entsprechend einem row-column design erfolgte.

Ein Effekt der Kulturführung könnte durch die zweimalige mechanische Unkrautbekämpfung entstanden sein. Teilweise wurde sehr nahe an die im Dreiblattstadium sich befindenden Jungpflanzen herangehackt. Nach Ravishankar et al. (2009) haben Wachstumsverhältnisse während der ersten Vegetationswochen Einfluss auf die spätere Ausbildung von grünen Schultern bzw. grünen Karottenköpfen.

Aus zeitlichen Gründen konnte keine Keimfähigkeitsprüfung vorgenommen werden und der Feldaufgang konnte nur unzureichend genau bonitiert werden. Ein Einfluss von Feldaufgang auf den Rübenertrag muss nach Fleck et al. (2003) allerdings sowieso angezweifelt werden. Auch das Saatgutkaliber zeigte in den Versuchen von Fleck et al. (2003) keinen Einfluss auf Jugendentwicklung und Ertrag. Hinsichtlich Feldaufgang konnte auch kein Vorteil von Hybridsaatgut im

Vergleich zu samenfeste Sorten gefunden werden (Fleck et al. 2003). Diese Hinweise unterstreichen die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse. Der Übersichtlichkeit halber sind im Folgenden nur Starplots jeweils einer Sorte der Kategorien "nicht geeignet", "weniger geeignet", "eher geeignet", "geeignet" und "Hybridsorte" dargestellt. Die Grafiken der restlichen Sorten sind im Anhang zu finden. Auf den Strahlen bzw. Ästen der Starplots sind die Merkmale und deren Ausprägung aufgetragen. Nicht alle Sorten sind auf alle Merkmale geprüft worden, da einige schon während der Erhebungen auf Grund schlechter, nicht mehr zu kompensierender Merkmalsausprägung verworfen wurden. Von oben beginnend nimmt die Priorität im Uhrzeigersinn ab.

Charakteristisch für die Kategorie "nicht geeignet" kann die Sorte Rodelika angeführt werden (Abb. 5.1). Weitere, dieser Sorte ähnliche, Phänotypen sind Robila, KS 707, Flakkee 2 und Flakkeese 2 (Abb. 8.3). Diese Sorten zeigen vor allem im Merkmal Pflanzengesundheit starke Defizite (Abb. 4.8). Dies hat natürlich Auswirkungen auf die Eignung zur Produktion, da mit steigender Krautkrankheit die Eignung für eine maschinelle Ernte sinkt. Ebenso wirkt sich die Wurzelgesundheit direkt auf den Ertrag an marktfähiger Ware aus. Er liegt zwischen 50 und 80% der besten Sorte (Tabelle 8.1).

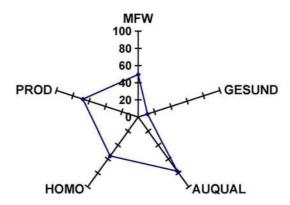


Abb. 5.1. Starplot der samenfesten Sorte Rodelika; Kategorie "nicht geeignet". MFW, Index Marktfähige Ware Klasse 1 und 2; GESUND, Index Pflanzengesundheit; AUQUAL, Index Äussere Qualität; HOMO, Index Homogenität; PROD, Index Eignung zur mechanisierten Produktion

Der Unterschied zur Hybridsorte liegt auf der Hand. Der bedeutend höhere Ertrag an marktfähiger Ware der Hybridsorte ist die Konsequenz aus höherer äußeren Qualität, Homogenität und vor allem ausgeprägter Blatt- als auch Wurzelgesundheit.

Untied (2002) berichtet von 57% marktfähiger Ware für Robila. Im vorliegenden Versuch lag die marktfähige Ware bei knapp 52%. Rodelika erreichte kaum 50%, während Untied (2002) von 65% berichtet. Da bei der Züchtung von Rodelika streng selektiert wurde (Fa. Sativa, persönliche Mitteilung), könnte Inzuchtdepression für die schlechteren Ergebnisse im Merkmal Gesundheit verantwortlich sein. Die in Fleck et al. (2001) abgegebene Empfehlung für Rodelika als vielversprechende Sorte mit ausgeprägter Pflanzengesundheit kann auf Grund der vorliegenden Ergebnisse nicht bestätigt werden.

Auffallend ist, dass die zur Kategorie "nicht geeignet" zählenden Sorten alle spätreif sind. Deshalb konnten sie auch nicht dem Beliebtheitstest unterzogen werden, da dieser schon am 4. und 5. Oktober stattgefunden hat. Eventuell hatten die Umweltbedingungen gegen Ende der Vegetationsphase negativen Einfluss auf die Gesundheit und somit auf das Wachstum bzw. Qualität der Rüben. Hinsichtlich der inneren Qualität wurden aus dieser Kategorie nur Robila und Flakkee 2 untersucht. Auffallend war dabei der hohe Nitratgehalt von Flakkee 2, der mit 328 mg kg⁻¹ außerhalb der akzeptablen Höchstgrenze für dietätische Lebensmittel lag. Auf europäischer Ebene wird sogar die Herabsetzung dieser Höchstgrenze auf 100 bis maximal 150 mg kg⁻¹ diskutiert, da die toxische Wirkung von Nitrat bzw. in weiterer Folge Nitrit, ein erhöhtes Risiko für Kleinkinder darstellt (Bundesinstitut für Risikobewertung 2003). Somit ist zu hinterfragen, ob die in diesem Versuch angesetzte Höchstgrenze von 250 mg kg⁻¹ Nitrat nicht zu hoch angesetzt ist. Andernfalls wäre eine zu strenge Vorauswahl aufgrund der Ergebnisse aus nur einem Versuchsjahr auch nicht sinnvoll. Aufgrund der hier vorliegenden Ergebnisse kann der Schluss gezogen werden, dass Sorten dieser Kategorie keine Alternative zu Hybridsorten darstellen – zumindest nicht auf dem getesteten Standort.

Stellvertretend für die Kategorie "weniger geeignet" steht die Sorte De Colmar (Abb. 5.2). Sie hat erhebliche Defizite in der äußeren Qualität zu verzeichnen was

auch den geringen Ertrag an vermarktungsfähiger Ware (ca. 60% der besten Sorte) zur Folge hat. Das geringe Ertragspotential ist bei allen zu dieser Kategorie zählenden Sorten, Flakkeer/E-V, Berlikum, Berlikuma SZ zu beobachten (Abb. 8.2). Charakteristisch für diese Kategorie sind weiters geschmackliche Defizite (Berlikuma SZ, Berlikum) und das Nichterreichen von Mindestanforderungen. Die Boniturnoten für Oberflächenbeschaffenheit liegen zwischen 3 und 4,5. Das bedeutet eine stark geringelte Rübenoberfläche, wodurch die mechanisierte Waschbarkeit extrem herabsetzt bis unmöglich wird. Generell hat die Rübenoberfläche eine große Bedeutung im Zusammenhang mit einer mechanisierten Produktion.

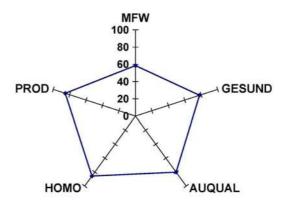


Abb. 5.2. Starplot der samenfesten Sorte De Colmar; Kategorie "weniger geeignet" (Abkürzungen siehe Abb. 5.1)

Die Rübenoberfläche muss entsprechend glatt sein (Boniturnote <3) um die Waschzeit in der für die Säuberung vorgesehenen Waschtrommel möglichst kurz zu halten. Wie in der Einleitung bereits erwähnt wurde, bevorzugt der europäische Konsument leicht bis zylindrische Karotten. konisch was in einer Mindestanforderung im Merkmal Rübenform (Boniturnote ≥7) berücksichtigt wurde. Da die Defizite dieser Sorten bereits nach der Ernte ersichtlich waren. wurden diese Sorten weder dem Tests für die innere Qualität noch der Prüfung auf Beliebtheit unterzogen und kommen daher auch nicht als Alternative zur Hybridsorte in Frage.

Aufgrund maßgeblicher Defizite in der äußeren Qualität, Homogenität und in weiterer Folge auch eines reduzierten Ertrages an marktfähiger Ware kommt die Sorte N2 Fanal (Abb. 5.3) nicht in den engeren Auswahlkreis der geeigneten Sorten, sondern steht an dieser Stelle als Beispiel für die Kategorie "eher geeignet". In diese Kategorie fallen weiters die Sorten Touchon, N2 Frühbund, N2 Fanal/E-V und N2 Narome (Abb. 8.3).

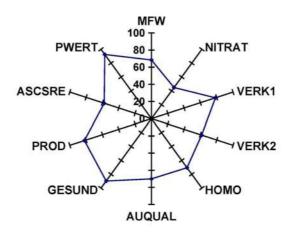


Abb. 5.3. Starplot der samenfesten Sorte N2 Fanal; Kategorie "eher geeignet". NITRAT, Index Nitratgehalt; VERK1, Index Beliebtheit vor Einlagerung; VERK2, Index Beliebtheit nach 4-monatiger Einlagerung; ASCSRE, Index Ascorbinsäuregehalt; P-WERT, Index P-Wert (weitere Abkürzungen siehe Abb. 5.1)

Der in diesem Versuch ermittelte relative Ertrag an marktfähiger Ware von 67% dürfte für N2 Fanal charakteristisch sein. Auch in Versuchen von Paffrath (2002) lieferte diese Sorte mit 68% einen ähnlichen relativen Ertrag.

Weiters zeichnen sich diese Sorten durch einen relativ hohen Nitratgehalt aus, während sie zufriedenstellende Ergebnisse in den Merkmalen Gesundheit, Eignung zur mechanisierten Produktion und dem ersten Beliebtheitstest zeigten. In der viermonatigen Einlagerung hat ein geschmacklicher Abbau bei den Sorten Touchon, N2 Frühbund und N2 Fanal stattgefunden (Abb. 8.3). Da sich der Betrieb hauptsächlich auf Lagerkarotten spezialisiert hat liegt es nahe in der Sortenauswahl auf geschmackliche Vorzüglichkeit auch nach der Einlagerung zu achten.

Bei den Sorten N2 Fanal, N2 Fanal/E-V und N2 Narome wurde ein relativ niedriger P-Wert beobachtet (am Ast des Sortenbildes weit außen positioniert, weil als Kehrwert angegeben) der für ein sehr niedriges oxidatives Niveau und für gesunde Lebensmittel steht (Hoffmann et al. 2007). Dies steht jedoch bei den Sorten N2 Fanal und N2 Narome im Widerspruch da diese Sorten einen hohen Nitratgehalt aufweisen, der sich nachweislich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirkt (Bundesinstitut für Risikobewertung 2003). Bei N2 Fanal/E-V ist die Annahme, dass es sich hierbei um eine Sorte mit besonderer innerer Qualität und Vitalität handelt schlüssig, da diese Sorte den höchsten Gehalt an Ascorbinsäure, den niedrigsten Nitratgehalt - im Gegensatz zu N2 Fanal, aus der N2 Fanal/E-V entstanden ist - und den geringsten P-Wert aufweist (Tabelle 4.4). Es sind lediglich Mängel in der äußeren Qualität und damit zusammenhängend auch ein niedriger Ertrag marktfähiger Ware festgestellt worden. Aufgrund hervorragenden inneren Qualität würde es sich anbieten diese Sorte in das engere Spektrum der geeigneten Sorten aufzunehmen obwohl diese und auch die anderen zu dieser Kategorie zählenden Sorten, in den wirtschaftlich bedeutenden Merkmalen, aufgrund oben genannter Defizite, schlecht abschneiden. Daher auch nicht wirklich als samenfeste Alternative für die Hofsorte in Frage kommen.

Merkmale geeigneter Sorten sind: akzeptables Ertragspotential (unter Berücksichtigung der geschädigten Rüben durch Mausverbiss), ein niedriger bis mittlerer Nitratgehalt, sensorische Beliebtheit vor und nach der Einlagerung und akzeptable Homogenität, äußere Qualität sowie Pflanzengesundheit. Letztere Eigenschaften spiegeln sich in einem hohen Ertragniveau marktfähiger Ware wider. Natürlich müssen auch die Mindestanforderungen erfüllt sein. Die restlichen stellen wichtige Zusatzinformationen dar, die aber für Sortenauswahl weniger stark gewichtet sind. Stellvertretend für die Kategorie "geeignet" ist hier die Sorte N2 Milan angeführt (Abb. 5.4). Weitere Sorten mit ähnlichem Sortenbild sind die Nantes-Typen Fynn und Beate.

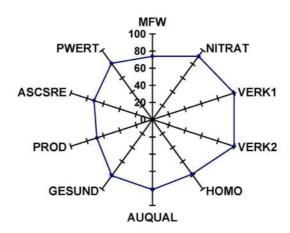


Abb. 1: Starplot der samenfesten Sorte N2 Milan; Kategorie "geeignet" (Abkürzungen siehe Abb. 5.1 und 5.3)

Diese Sorten haben bei den wichtigsten Kriterien den Anforderungen entsprochen. Der Index Produktionseignung wird bei der Sorte N2 Milan durch vermindertes Krautgewicht negativ beeinflusst. Dies ist mit dem für diese Sorte späten Erntezeitpunkt zu erklären. Dieser wurde nämlich aus pragmatischen Gründen so gewählt, dass möglichst viele Sorten abreifen konnten und sich Überreife in einem akzeptablen Rahmen bewegten. So wurde ein Erntetermin für die frühen und ein Termin für die späten Sorten gewählt. Es kam daher erwartungsgemäß bei den ganz frühen Sorten, bedingt durch entwicklungsphysiologische Prozesse, zu vermehrter Krautdegeneration. Der P-Wert war tendenziell niedrig und der Gehalt an Ascorbinsäure wünschenswert hoch (Tabelle 4.4). Der Ertrag an marktfähiger Ware liegt bei diesen Sorten zwischen 70 und 80% der Hybridsorte Maestro F1. Dieser Wert scheint aufs erste doch unbefriedigend niedrig zu sein, kann aber durch den hohen Verbissschaden der Rüben durch Mäuse erklärt werden. Dieser liegt bei den genannten Sorten zwischen 15% (N2 Fynn) und 30% (N2 Milan), bei Maestro F1 waren es jedoch nur etwa 8%. Somit können es die genannten Sorten dieser Kategorie, hinsichtlich der ökonomisch bedeutenden Merkmale, mit der betriebsüblichen Hybridsorte aufnehmen. In den zwei anderen Merkmalen, hoher Priorität, wie allgemeine Beliebtheit vor bzw. nach der Einlagerung und Nitratgehalt hat die samenfeste Sorte N2 Milan die Hybridsorte bei weitem übertroffen.

Als Vergleich zu den samenfesten Varietäten soll hier an dieser Stelle das Sortenbild der Hybridsorte Maestro F1 dargestellt werden. Sie ist, wie Abb. 5.5 zeigt, unschlagbar im Merkmal marktfähige Ware. In diesem Merkmal zeichnen sich Hybridsorten aus, was auch durch die Literatur bestätigt wird.

Hybridsorten weisen durchgehend bessere Ergebnisse in wirtschaftlich relevanten Merkmalen auf (Arncken 2003). Nicht zuletzt hängt dieses Merkmal sehr stark mit der Homogenität, der äußeren Qualität und der Pflanzengesundheit zusammen. Da sie in den genannten Merkmalen, bis auf die äußere Qualität, immer die beste Ausprägung zeigte war auch der Ertrag an marktfähiger Ware entsprechend hoch.

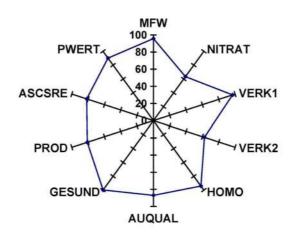


Abb. 5.5. Starplot der Hybridsorte Maestro F1 (Abkürzungen siehe Abb. 5.1 und 5.3)

Im vorliegenden Versuch konnte Maestro sogar um 5% mehr vermarktungsfähige Ware realisieren als im Versuch von Paffrath (2002). Besonders auffallend war jedoch der geschmackliche Verlust während der Einlagerung (Abb. 5.5).

Aus Gesprächen mit Probanden des Beliebtheitstests ging hervor, dass die relativ schlechte Beurteilung, mit einem bitteren Geschmack gerechtfertigt wurde. Auch Arncken (2003) stellte eine geringere Bitterkeit von samenfesten im Vergleich zu Hybridsorten fest. Um eine allgemeine Aussage über den Zusammenhang von

Bitterkeit und Hybridsorten machen zu können, müssten weitere Versuche inklusive einer Analyse von Bitterstoffen und einer möglichst großen Anzahl an Vergleichssorten angestellt werden. Ein weiterer Mangel der Hybridsorte war der erhöhte Nitratgehalt, welcher mit 210 mg kg⁻¹ im hinteren Mittelfeld, aber unter der geforderten Höchstgrenze von 250 mg kg⁻¹ lag (Tabelle 4.4). Den Mindestanforderungen der äußeren Qualität hat sie entsprochen. Schlussfolgernd kann auf Grund der hier vorliegenden Daten eine Empfehlung für die beste samenfeste Sorte N2 Milan abgegeben werden. Dann folgen mit gewissem Abstand die Sorten N2 Fynn und N2 Beate. Sie stehen in der Rangreihung hinter N2 Milan weil erstere geschmackliche Defizite nach der Einlagerung zeigte und letztere einen hohen aber noch akzeptablen Nitratgehalt und diverse Mängel in der Homogenität zu verzeichnen hatte.

Eine Empfehlung für eine vierte samenfeste Sorte abzugeben ist schwierig, da die restlichen Sorten erhebliche Mängel in stark gewichteten Merkmalen aufweisen. Aus rein wissenschaftlichem Interesse wäre es sinnvoll eine auffällige Varietät zu wählen. Hier bietet sich die Sorte N2 Fanal/E-V an, da sie einzigartig gute Ergebnisse in der inneren Qualität, eine hohe Beliebtheit und eine stark ausgeprägte Homogenität besitzt.

Es kann somit abschließend bemerkt werden, dass die Sorten N2 Milan, N2 Fynn und N2 Beate durchaus vielversprechende Alternativen zur Hybridsorte Maestro F1 darstellen. Durch weitere Forschungsarbeit soll untersucht werden, ob Defizite in Homogenität, Gesundheit und äußerer Qualität durch gezielte Selektion am Standort kompensiert werden kann um so die Kluft zwischen samenfesten und hybriden Sorten im Merkmal Marktfähige Ware zu minimieren, auszugleichen oder sogar umzukehren. Dies soll im Folgeversuch mit den ausgewählten Varietäten durchgeführt werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Biolandbau ist die Verwendung von Hybridsaatgut, aufgrund der angewendeten Züchtungsmethoden, in manchen Bioverbänden umstritten und innerhalb des Verbandes der Schweizer BioSuisse privatrechtlich sogar verboten, solange Populationssorten am Markt zur Verfügung stehen. In diesem Versuch wurden 17 verschiedene samenfeste Sorten, unterschiedlichen Sortentyps aus vorwiegend biodynamischer Züchtung, als auch eine betriebsübliche Hybridsorte untersucht und hinsichtlich ihrer Eignung, als für den Betrieb tragfähige Alternative zu Hybridsorten, evaluiert. Das mittelfristige Ziel dieses weitergeführten Projektes soll eine an den Betriebsstandort Glinzendorf angepasste samenfeste Karotten-Hofsorte für den Biohof Adamah sein, wobei in diesem Versuch eine Vorauswahl an potentiell geeigneten samenfesten Sorten getroffen wird. Der Versuch wurde in einer Blockanlage mit vier Wiederholungen in Dammbauweise angelegt (1 Parzelle = 6 m á 2 Reihen). Erhoben wurden die Merkmale – in der Reihenfolge abnehmender Priorität hinsichtlich betrieblicher Maßstäbe - Marktfähige Ware, Nitratgehalt, Konsumentenbeliebtheit vor und nach viermonatiger Einlagerung, Homogenität, Pflanzengesundheit, Äußere Qualität, Eignung zur mechanisierten Produktion, Ascorbinsäuregehalt und P-Wert. Der Versuchsplan wurde mittels dem Programm SPADES erstellt, der Ausgleich von Bodentrends mittels ASREML durchgeführt und Feld- als auch Bonituren sowie Beliebtheitstests mittels dem Programm SAS und STATGRAPHICS ausgewertet. Die Hybridsorte Maestro F1 ist in den agronomisch relevanten Merkmalen unschlagbar, hat jedoch Mängel im Geschmack nach Einlagerung. Einige samenfeste Sorten haben sich hervorgehoben die durchaus mithalten können und qualitätsmäßig - insbesondere Nitratgehalt - sogar deutlich besser abschneiden. Es besteht somit berechtigte Hoffnung, dass es möglich sein sollte durch gezielte Selektion eine für den Biolandbau, unter den Produktionsbedingungen des Förderbetriebes, akzeptable samenfeste Karottensorten zu entwickeln. Für die weiteren Schritte auf dem Weg zur samenfesten Hofsorte, werden die Sorten N2 Milan, N2 Fynn und N2 Beate aufgenommen und die Sorteneignung unter Trockenstress genauer betrachtet. Für eine seriöse Aussage inwieweit samenfeste Sorten, durch gezielte Selektion am

Standort, das Leistungsniveau von Hybridsorten erreichen oder hinsichtlich Ertragssicherheit – unter möglichst geringem Einsatz von Betriebsmitteln wie beispielsweise Verzicht auf Bewässerung – sogar übersteigen, muss durch weitere Forschungsarbeit geklärt werden.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- Arncken C. (2003) Samenfeste Möhrensorten im Vergleichsanbau mit Hybridsorten. Abschlußbericht der Versuchsjahre 2002 und 2003. Forschungsinstitut für bilogischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz
- Banga O. (1957) Origin of the European cultivated carrot. Euphytica 6: 54-63
- Banga O. (1962) Gemüse Züchtung, Wurzel-, Rüben- und Knollengemüse, Möhre, Daucus carota L. In: Kappert H., Rudorf W. (Hrsg.), Handbuch der Pflanzenzüchtung VI, pp. 1-22. Paul Parey, Berlin
- Bernhold M. T. (2003) Einfluss von Klima und anbautechnischen Maßnahmen auf Gehalt und Verteilung von Nitrat in Möhren. Dissertation, Universität Hannover
- Bielka R., Geissler T. (1986) Freilandgemüseproduktion, 3. Aufl. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- Braak J. P., Kho Y. O. (1958) Some observations on the flower biology of the carrot (*Daucus carota* L.). Euphytica 7: 131-139
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2003) Nitrat in diätetischen Lebensmitteln für Säuglinge oder Kleinkinder Neufestsetzung der Höchstmenge. Stellungnahme vom 26. Februar 2003
- Dudits D., Hadlaczky G., Bajszar G.Y., Koncz C.S., Lazar G., Horvath G. Plantregeneration from intergeneric cell hybrids. Plant Sci. Lett. 15: 101-112. (zitiert in Simon et al. 2008)
- Fleck M., P. von Fragstein, Heß J. (2005) Ertrag und Zuckergehalte bei Möhren nach Applikation der biologisch-dynamischen Präparate Hornmist und Hornkiesel in verschiedenen Umwelten. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 1.-4. März, Kassel, pp. 89-92. Universität Kassel, Kassel
- Fleck M., P. von Fragstein und Niemsdorff P., Heß J. (2003) Keimgeschwindigkeit, Triebkraft, Feldaufgang und Ertrag von Speisemöhren in Reaktion auf Zuchtmethode und Samengröße. In: Freyer B. (Hrsg.), Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 24.-26. Februar, Wien, pp. 169-172. Universität für Bodenkultur, Wien

- Fleck M., Sikora F., Gränzdörffer M., Rohmund C., Kölsch E., von Fragstein P., Heß J. (2001) Samenfeste Sorten oder Hybriden Anbauvergleich von Möhren unter den Verhältnissen des Ökologischen Landbaus. In: Reents H. J. (Hrsg.), Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 6.-8. März, Weihenstephan, pp. 253-256. Dr. Köster Verlag, Berlin
- Fröhlich H., Paschhold P. J. (1981) Auswirkungen der Selbstfolge auf den Ertrag und die Qualität bei Weißkohl, Möhre, und Einlegegurke beim Anbau auf Dilluvial-, Alluvial- und Lößböden. Arch. Gartenbau 29: 837-400 (zitiert in Vogel 1996)
- Glei M., Liegibel M. U., Ebert N. M., Böhm V., Pool-Zobel L. B. (2002) β-Carotene reduces bleomycin-induced genetic damage in human lymphocytes. Toxicol. Appl. Pharmacol. 179: 65-73
- Gabelmann W. H., Goldmann I. L., Breitbach D. W. (1994) Field evaluation and selection for resistance to aster yellows in carrot (*Daucus carota L.*). J. Am. Soc. Hort. Sci. 119: 1293-1297
- Grüner Bericht (2009) Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- Hansen L. S., Purup S., Christensen L. P. (2003) Bioactivity of falcarinol and the influence of processing and storage on its content in carrots (Daucus carota L). J. Sci. Food Agric. 83: 1010-1017
- Heinonen M. I. (1990) Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. J. Agric. Food Chem. 38: 609-612
- Hoffmann M., Wolf G., Staller B. (2007) Lebensmittelqualität und Gesundheit. Bio-Testmethoden und Produkte auf dem Prüfstand. Baerens & Fuss, Schwerin
- Kobaek-Larsen M., Christensen L. P., Vach W., Ritskes-Hoitinga J., Brandt K. (2005) Inhibitory effects of feeding with carrots or (-)-falcarinol on development of azoxymethane-induced preneoplastic lesions in the rat colon. J. Agric. Food Chem. 53: 1823-1827
- Krug H. (1991) Gemüseproduktion, 2. Aufl. Paul Parey, Berlin
- Kuckuck H. (1979) Pflanzenzüchtung. Züchtung von Gemüse, Obst und Zierpflanzen. Paul Parey, Berlin

- Lebensmittelbericht Österreich (2008) Wertschöpfungskette Agrarerzeugnisse Lebensmittel und Getränke. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- Nonnecke I. L. (1989) Vegetable Production. Van Nostrand Reinhold, New York
- Paffrath A. (2002) Möhrensortenversuche 1997-2002. SÖL Berater-Rundbrief 2/03, Landwirtschaftskammer Rheinland, FB Ökolandbau, Bonn
- Ravishankar P., Lada R., Caldwell C. D., Asiedu S. K., Stiles A. (2009) Genotypic variation and the effects of seeding rates on internal greening (IG) in carrots (*Daucus carota* var. sativus). Processing Carrot Research Program, Nova Scotia Agricultural College, Truro, Canada [Available online: http://nsac.ca/pcrp/Posters/population%20greening.pdf; verified 3 August 2009]
- Reddy M. K., Alexander-Lindo R. L., Nair M. G. (2005) Relative inhibition of lipid peroxidation, cyclooxygenase enzymes, and human tumor cell proliferation by natural food colors. J. Agric. Food Chem. 53: 9268-9273
- Simon P. W., Freeman R. E., Vieira J. V., Boiteux L. S., Briard M., Nothnagel T., Michalik B., Kwon Y. S. (2008) Carrot. In: Prohens J., Nuez F. (Eds.), Handbook of plant breeding, Vegetables II. Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae and Umbelliferae, pp. 327-357. Springer Science & Business Media, New York
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H., Senser F., Scherz H. (1991)
 Lebensmitteltabelle für die Praxis. Deutsche Forschungsanstalt für
 Lebensmittelchemie, Garching (zitiert in Vogel 1996)
- Suenaga L. (1991) Basic studies on transfer of cytoplasmic male sterility by means of cytoplasmic hybridization in carrot. J. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 65: 62-118
- Thellung A. (1926) Die Abstammung der Gartenmöhre. Natur 17: 495-496 (zitiert in Banga 1962)
- Thellung A. (1927) L'origine de la carotte et du radis cultivés. Rev. Bot. Appl. 7: 666-667 (zitiert in Banga 1962)
- Untied H. (2002) Möhrenversuche im Ökolandbau (Schleswig Holstein). SÖL Berater-Rundbrief 1/02, Ökoring, Schleswig-Holstein

- Vavilov N. I. (1951) The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants (translated from the Russian by Chester K. S.). Chronica Botanica 13. Chronica Botanica Co., Waltham
- Vogel G. (1996) Handbuch des speziellen Gemüsebaus. Ulmer Verlag, Stuttgart Welch J. E., Grimball E. L. (1947) Male sterility in carrot. Science 106: 594
- Zagorodskikh P. (1939) New data on the origin and taxonomy of the cultivated carrot. Dokl. Akad. Nauk SSSR 25: 520-523 (zitiert in Banga 1962)

8 APPENDIX

Tabelle 8.1. Rübengesamtgewicht (RUEBE) und die daraus realisierte Vermarktungsfähige Ware (MARKT) aus dem repräsentativen Meter - absolut und relativ

ID	SORTE	RUEBE (g)	MARKT (g)	% REALISIERT
2	Rodelika	5004,3	2492,3	49,8
16	KS 707	6292,9	2789,3	44,3
17	N2 Fanal E-V	5980,6	3505,1	58,6
13	N2 Frühbund	5919,3	3761,5	63,5
3	Robila	6480,7	3330,4	51,3
4	N2 Fanal	6152,1	4158,4	67,5
9	De Colmar	7558,5	3217,3	42,5
8	Touchon	6506,4	4258,9	65,4
14	N2 Beate	6038,3	4861,3	80,5
7	Berlicum	6870,1	4254,7	61,9
6	N2 Narome	6945,7	4483,6	64,5
5	N2 Fynn	6658,5	4843,6	72,7
1	N2 Milan	7119,1	4737,1	66,5
11	Berlicuma SZ	7005,2	5199,4	74,2
12	Flakkee 2	7367,1	5014,5	68,0
10	Flakkeese 2	7078,9	5447,3	76,9
15	Flakkeer E-V	8581,5	5602,0	65,2
18	Maestro F1	7363,6	6902,8	93,7

Tabelle 8.2. Tagesmitteltemperaturen (T; ℃) und Niederschlag (NS; mm) während der Vegetationszeit Juni bis Oktober 2008 (BOKU Wetterstation Raasdorf). Quelle: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung [URL: http://ipp.boku.ac.at/institut/wetter_form.php3]

	Jı	Juni		Juli		August		September		Oktober	
Tag -	Т	NS	Т	NS	T	NS	Т	NS	Т	NS	
1	21,1	0,4	22,9	0,0	23,4	0,0	18,8	0,0	13,8	0,0	
2	20,7	0,0	22,9	0,0	21,7	4,2	20,1	0,0	13,8	0,0	
3	19,1	26,4	24,5	0,4	22,8	0,0	21,4	0,0	11,2	8,6	
4	18,6	4,2	21,9	0,4	22,4	0,0	22,2	0,0	9,5	0,2	
5	17,0	28,4	20,5	0,0	21,3	0,0	22,2	0,0	9,1	0,0	
6	18,0	0,2	21,6	4,8	21,2	0,0	23,1	0,0	11,8	0,0	
7	17,5	10,0	19,6	22,6	21,7	0,0	21,7	6,4	14,0	0,0	
8	16,9	0,0	18,3	0,0	22,6	10,4	18,5	0,4	12,7	0,0	
9	19,7	0,0	18,8	0,6	18,2	1,0	18,0	0,0	12,9	0,0	
10	20,6	0,0	19,7	0,2	18,5	0,0	19,9	0,0	13,4	0,0	
11	18,7	46,0	22,9	0,0	20,5	0,0	21,9	0,4	10,2	0,0	
12	17,6	0,2	24,3	8,2	23,1	0,0	19,7	0,0	12,7	0,0	
13	13,6	0,0	20,8	1,4	21,3	0,0	13,7	0,0	9,5	0,0	
14	14,7	0,0	16,8	3,8	22,5	0,0	10,4	0,0	11,6	0,2	
15	15,5	0,0	18,5	0,2	20,8	16,0	9,2	20,0	13,3	7,4	
16	16,0	0,0	21,9	0,0	14,2	17,6	6,0	7,6	12,5	22,2	
17	17,4	3,2	16,8	12,0	16,5	0,0	3,7	0,0	10,8	0,0	
18	19,8	0,2	17,9	0,0	18,4	0,0	7,9	0,0	8,0	0,0	
19	20,4	0,0	20,7	0,0	20,5	0,0	9,0	0,0	8,3	0,0	
20	22,6	0,0	19,2	15,6	20,5	0,0	10,1	0,4	8,1	0,0	
21	22,4	0,0	17,9	1,2	19,7	0,0	10,3	1,4	8,7	0,0	
22	23,7	0,0	15,6	0,0	21,1	0,0	10,6	0,0	8,9	0,0	
23	25,6	0,0	14,2	34,8	18,9	0,0	11,9	0,0	8,3	0,0	
24	22,6	7,8	16,4	6,8	17,4	0,0	11,0	2,0	5,0	0,0	
25	22,0	12,6	19,6	8,0	17,2	0,0	11,7	12,2	7,4	0,0	
26	22,2	12,4	21,5	0,0	20,3	0,0	11,2	0,0	6,0	0,0	
27	22,0	4,4	23,7	0,0	21,3	0,0	12,0	0,0	6,7	0,0	
28	21,2	0,0	23,0	0,0	21,9	0,0	11,0	0,0	8,8	0,0	
29	22,6	0,0	23,2	0,0	20,7	0,0	11,2	0,0	11,8	0,0	
30	21,8	0,4	22,3	0,0	19,0	0,0	13,3	1,8	14,1	0,0	
31			22,2	0,0	16,0	0,0			10,5	0,0	
Mittel	19,7	156,8	20,3	124,9	20,1	49,2	14,3	52,6	10,4	38,6	

Tabelle 8.3. Tagesmitteltemperaturen und Niederschlag während der Vegetationszeit Juni bis Oktober. Langjährige Mittelwerte von 1971–2000. (ZAMG Wetterstation Groß Enzersdorf). Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Monot	Temperatur	Niederschlag
Monat	(\mathcal{C})	(mm)
Juni	17,8	67,4
Juli	20,3	59,5
August	19,6	50,2
September	15,2	49,8
Oktober	9,7	32,1

Tabelle 8.4. Prozentueller Anteil deformierter (DEF), geplatzter (GEPL), weisser (WEISS) und grünköpfiger (GRÜNKOPF) Rüben

SORTE (ID)	DEF	GEPL	WEISS	GRÜNKOPF	GRÜNKOPFÜ3
Berlikum (7)	15,9	1,7	0,0	58,9	0,0
KS 707 (16)	9,9	0,6	0,3	58,7	9,0
N2 Frühbund (13)	10,4	10,4	0,4	56,4	4,5
N2 Milan (1)	4,4	3,7	0,0	72,2	5,7
Rodelika (2)	15,9	1,5	0,4	66,6	5,2
N2 Fynn (5)	7,2	2,8	0,0	62,1	19,0
Maestro F1 (18)	3,8	1,3	0,0	83,7	5,5
Berlikuma SZ (11)	8,7	1,5	0,5	77,7	7,7
N2 Fanal (4)	5,4	6,4	0,2	77,8	6,5
Flakkee 2 (12)	11,4	3,3	0,0	86,0	1,7
Flakkeese 2 (10)	16,8	0,2	0,0	79,3	7,0
Flakkeer E-V (15)	21,5	0,5	0,0	82,0	3,5
N2 Beate (14)	3,5	2,5	0,6	92,2	9,7
Robila (3)	25,9	2,9	0,5	79,3	0,0
N2 Fanal/E-V17	19,4	1,0	11,9	62,0	17,0
N2 Narome (6)	6,8	3,4	0,0	89,6	13,5
De Colmar (9)	27,2	7,3	0,0	74,3	8,7
Touchon (8)	6,3	7,2	0,6	82,8	33,0

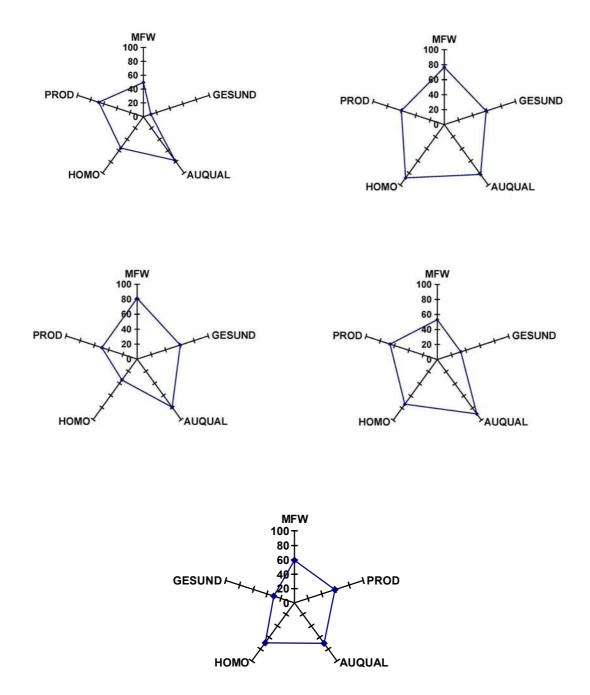


Abb. 8.1. Starplots der "nicht geeigneten" Sorten: Rodelika, Flakkee 2, Flakkeese 2, KS 707 und Robila (von links nach rechts und oben nach unten)

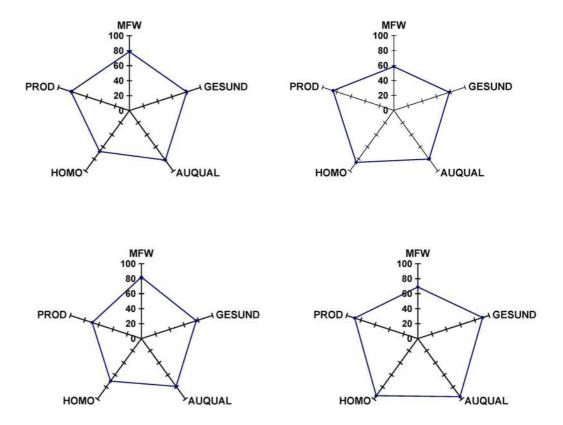


Abb. 8.2. Starplots der "weniger geeigneten" Sorten: Flakkeer E-V, De Colmar, Berlikuma SZ und Berlikum (von links nach rechts und oben nach unten)

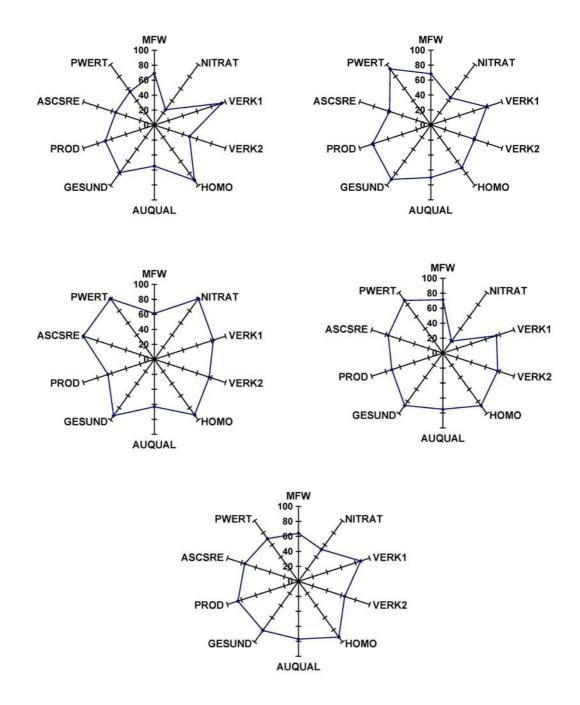


Abb. 8.3. Starplots der "eher geeigneten" Sorten: Touchon, N2 Fanal, N2 Fanal/E-V, N2 Narome, N2 Fruehbund (von links nach rechts und oben nach unten)

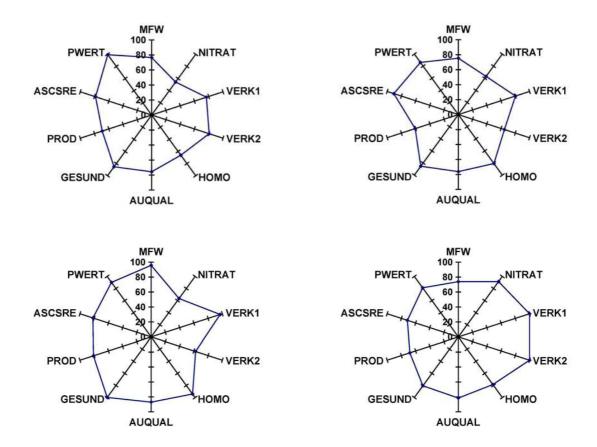


Abb. 8.4. Starplots der "geeigneten Sorten" und der Hybridsorte: N2 Beate, N2 Fynn, Maestro F1, N2 Milan (von links nach rechts und oben nach unten)