

Entwicklung verschiedenfarbiger Möhrensorten für den Biolandbau

Development of coloured carrots for organic production

FKZ: 10OE063, 10OE110 und 10OE111

Koordination des Verbundvorhabens:

Julius Kühn-Institut

Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen

Erwin-Baur-Straße 27, 06484 Quedlinburg

Tel.: +49 3946 47-402

Fax: +49 3946 47-400

E-Mail: zg@jki.bund.de

Internet: www.jki.bund.de

Autoren:

Nothnagel, Thomas; Schreyer, Lutz †; Schlegel, Thomas; Kampe, Eike

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Bundesprogramm ökologischer Landbau
Förderkennzeichen: 2810OE063, 2810OE110, 2810OE111

I. Gemeinsamer Schlussbericht

Projektdauer: 01.11.2011 – 31.10.2014 (36 Monate)

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für den Bereich
„Pflanzenzüchtung für den ökologischen Landbau“
im Rahmen von BÖLN

Entwicklung verschiedenfarbiger Möhrensorten für den Biolandbau

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen
Erwin Baur Str. 27
D-06484 Quedlinburg
Dr. Thomas Nothnagel (Projektleiter)

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
Zentrum für Gartenbau und Technik
Feldmark rechts der Bode 6
D-06484 Quedlinburg
Dipl. Ing. Lutz Schreyer †
Dipl. Ing. Thomas Schlegel

satimex Züchtersaaten GmbH
Groß Orden 19
D-06484 Quedlinburg
Dipl. Ing. Eike Kampe

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis	2
1. Einführung	3
1.1 Gegenstand des Vorhabens	3
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen	3
1.3 Planung und Ablauf des Projektes	3
2. Material und Methoden	4
2.1 Material	4
2.2 Methoden	4
3. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	6
4. Diskussion der Ergebnisse	13
5. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse	14
6. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	14
7. Zusammenfassung	15
8. Literaturverzeichnis	16
9. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen und Präsentationen zum Projekt	17
 Anhang zum Schlussbericht	 18

Abkürzungsverzeichnis

BSA	- Bundessortenamt
BÖLN	- Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft
DFG	- Deutsche Forschungsgemeinschaft
d	- Tage
DIAS	- Digitale Image Analysis System
F ₁	- Nachkommenschaft einer Kreuzung (Primärkreuzung)
F ₂	- Selbstungsnachkommenschaft einer F ₁ -Pflanze
F ₃	- Selbstungsnachkommenschaft einer F ₂ -Pflanze
FuE	- Forschungs- und Entwicklungsprojekt
GC	- Gaschromatographie
IPGRI	- International Plant Genetic Resources Institute
I ₁	- Inzuchtlinie (erste Inzuchtstufe)
JKI	- Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
LLFG	- Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG), Sachsen-Anhalt
OP-Sorte	- open pollinated (offen bestäubt), syn. für samenechte Sorte
UPOV	- Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzenzüchtungen
VOC	- Volatile, flüchtige Inhaltsstoffe

1. Einführung

1.1. Gegenstand des Vorhabens

Pre-Breeding und Initiativzüchtung von verschiedenfarbigen Möhren für den Biolandbau

Ziel des Projektes war die züchterische Weiterentwicklung verschiedenfarbiger Möhrengenotypen, welche in einem von der DFG geförderten Vorläuferprojekt am JKI selektiert wurden, bis zum Niveau einer möglichen Sortenanmeldung beim Bundessortenamt. Pre-breeding und züchterische Weiterentwicklung einschließlich Selektionsarbeiten, die Prüfung der Leistungsfähigkeit, der Qualität sowie der Widerstandsfähigkeit gegen Pilzkrankheiten (z. B. *Alternaria* spp.) wurden als FuE-Kooperationsprojekt im Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen (JKI) und in der Fa. satimex durchgeführt. Aussichtsreiche Möhrenzuchtlinien der verschiedenen Farbklassen wurden unter Praxisbedingungen in Bio-Gartenbaubetrieben unter Anleitung durch die Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) getestet. Die Ergebnisse der Praxisversuche wurden zur Abschätzung des Leistungs- und Vermarktungspotentials der Zuchtlinien verwendet.

1.2. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen

Das Projekt folgte der Bekanntmachung Nr.05/10/51 über die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben für den Bereich „Pflanzenzüchtung für den Ökologischen Landbau“ im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau vom 28.06.2010 und zielte insbesondere auf die züchterische Weiterentwicklung von Gemüsekulturen, hier Möhren. Das Projekt sollte der Fa. satimex einen schnellen Einstieg in die Züchtung von Möhren für den Bioanbau ermöglichen, mit spezieller Ausrichtung auf verschiedenfarbige Genotypen.

1.3. Planung und Ablauf des Projektes

Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Möhre ist in Deutschland mit ca. 10.000 ha Anbaufläche eine der wichtigsten Freilandgemüsearten. Über die Hälfte der Gesamtmenge an Möhren wird zur Versorgung des Frischmarktes verwendet. Mit 11% nimmt die Möhre Platz drei bei den Frischgemüseerträgen deutscher Privathaushalte ein. Auch im Bereich Bioanbau sind inzwischen signifikante Zuwächse nachweisbar. 2011 betrug der Biomöhrenanteil am Markt in Deutschland 21% (AMI, 2012). Grundsätzlich wird ein noch erhebliches Wachstumspotential bei der Vermarktung von Biomöhren aus deutschem Anbau gesehen, allerdings ist der Markt hart umkämpft. Biomöhren werden inzwischen von allen großen Lebensmittelketten angeboten, wobei die Handelsware speziell in der Vor- und Nachsaison oft von ausländischen Großproduzenten (z.B. aus Israel, Frankreich) stammt. Generell wächst international der Anteil an Möhren aus dem Bioanbau (organic production) sehr stark (z.B. USA ~20%, Israel ~50%). Da diese Produzenten auch moderne Hybridsorten verwenden, ist für den Verbraucher visuell kein Unterschied zu Handelsware aus dem kommerziellen Anbau auszumachen.

Aktuelle Trends im Biomöhrenanbau und am Markt

- i) Biomöhrenanbau in spezialisierten Großbetrieben, vollmechanisiert unter Nutzung von Hybridsorten der großen Züchtungsunternehmen z. B. Produktion in Israel/Frankreich für Discounter.
- ii) Biomöhrenanbau in spezialisierten Gartenbaubetrieben die sich z. T. zu Produktions- oder Vermarktungsgemeinschaften zusammengeschlossen haben (z.B. 'Naturland', 'Bio West') um Großmärkte beliefern zu können. Auch hier werden meist Hybridsorten der führenden Möhrenzüchter wie Bejo (NL), RijkZwaan (NL), Vilmorin (F) eingesetzt aber auch op-Sorten (open pollinated / samenechte Sorten) von konventionellen Züchtern und Biozüchtern.
- iii) Biomöhrenanbau in kleinen oder mittelständischen Bio-Landbaubetrieben mit eigener Vermarktung z.B. in Hofläden oder über Wochenmärkte. Diese sind besonders an Formen mit positiv auffallenden geschmacklichen Eigenschaften interessiert. Das trifft ebenso für die Saft herstellenden Betriebe zu.

Auch im konventionellen Möhrenzüchtungsbereich ist, den aktuellen Marktanforderungen folgend, eine Renaissance der Farben zu verzeichnen. So sind inzwischen alle großen Züchtungsfirmen bestrebt bei Möhren die komplette Farbpalette (weiß, gelb, orange, rot, violett) mit neuen Hybridsorten abzudecken. Farbige Möhren sind nicht nur visuell attraktiv, sie sind auch hinsichtlich ihres gesundheitsfördernden und geschmacklichen Potentials sehr interessant.

Da die farbigen Möhren trotz zunehmender Marktakzeptanz bzw. Nachfrage (insbesondere seitens der Gastronomie) ein Nischenprodukt bleiben werden, besteht gerade hier eine Chance für den Biolandbau diese Nische zu besetzen und genau hier wäre auch eine weitere Vielfalt z.B. hinsichtlich der Form oder des

Aromas wünschenswert. Als funktionierendes Beispiel sind die seit Jahrzehnten regional in der Schweiz angebauten und vermarkteten 'Küttiger Rüebli' (> 400 ha) zu nennen.

Im Rahmen eines von 2008-2010 am JKI gelaufenen DFG-Forschungsprojektes (Schu566/10-1) zur Untersuchung gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe in der Möhre wurde ein umfangreiches Sortiment an Möhrenherkünften aus verschiedenen europäischen Genbanken sowohl hinsichtlich agronomischer und morphologischer Merkmale als auch qualitätsbestimmender und gesundheitsfördernder flüchtiger und nichtflüchtiger Inhaltsstoffe wie Carotinoide, Anthozyane, Polyacetylene oder Mono- und Sesquiterpene u.a. evaluiert (Baranska et al. 2005, 2006; Baranski et al. 2006, 2010; Schulz-Witte et al. 2009). In die Untersuchungen wurden neben zahlreichen Wildformen sowie modernen Hybridsorten als Vergleichsstandards auch 18 sogenannte Landrassen, 85 alte samenechte Sorten (vor 1970) sowie Linienentwicklungen aus dem JKI einbezogen. (Kramer et al. 2012a, 2012b; Ulrich et al. 2012).

Im Ergebnis der Untersuchungen wurden u.a. ein umfangreiches Möhrenmaterial mit interessanten phänotypischen Eigenschaften selektiert, welches bei gezielter züchterischer Weiterbearbeitung, das Potential für die Entwicklung neuer samenechter Sorten, speziell im Nischenbereich – Farb- und Formenvariabilität sowie sensorische Qualität – hätte. Im Rahmen des FuE-Projektes sollten auf der Basis der o.g. vorselektierten Genotypen verschiedenfarbige Zuchtlinien für den Einsatz im Biolandbau entwickelt werden.

Projektlauf

Im Rahmen des Projektes wurden eine weitere Selektion und ein Pre-Breeding von potentiellen Sortenkandidaten umgesetzt. Züchterische Bearbeitungsschwerpunkte waren dabei:

- Analyse qualitätsbestimmender Parameter
- Selektion auf Schossfestigkeit
- Untersuchung des Resistenzpotentials gegen pilzliche Pathogene (*Alternaria spp.*)
- Selektion auf Homogenität hinsichtlich morphologischer Merkmalsausprägung
- Selektion auf ein hohes Ertragspotential (Anteil markfähiger Möhren)

Parallel zu den wissenschaftlichen Arbeiten (JKI) wurde im Zuchtbetrieb (satimex) eine entsprechende, auf samenechten Sorten gerichtete Züchtung (Simon et al. 2008) von verschiedenfarbigen Möhrensorten für den Bioanbau etabliert. Darüber hinaus erfolgten eine kontinuierliche Samenträgeranzucht von potentiellen Zuchtlinien und die Selektion von geeigneten Pflanzlingen für eine Saatgutvermehrung. Von der Fa. Satimex wurde eine entsprechende Saatgutproduktion der selektierten Zuchtlinien durchgeführt. Dies war wesentlicher Bestandteil des Projektes, um genügend Saatgut für die geplanten Praxisversuche zur Verfügung stellen zu können.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes waren Anbauversuche unter Praxisbedingungen in Bio-Betrieben. Projektpartner 3 (LLFG) hat die Zusammenarbeit mit den Biolandbaubetrieben koordiniert, eine entsprechende Anbauplanung nach gegebenen Möglichkeiten der einzelnen Betriebe ausgearbeitet und in den Betrieben umgesetzt. Die LLFG stellte den Betrieben das entsprechende Saatgut zur Verfügung, kontrollierte regelmäßig die Anbaustandorte und koordinierte die Datenerfassung und Datenübermittlung an das JKI.

Da mit dem Projekt eine langfristige Züchtungsschiene bei der Fa. satimex angestrebt wurde, sind während der Projektlaufzeit auch Kreuzungsarbeiten zur Erweiterung der genetischen Variabilität durchgeführt worden.

Seitens der Praxispartner wurde ein Bedarf an Informationen zur Lagereignung des Materials festgestellt. Daher wurde zusätzlich zur ursprünglichen Projektplanung Lagerversuche durchgeführt. Technische Möglichkeiten sowie einschlägige Erfahrungen zur Lagerung von Möhren lagen im LLFG bereits vor.

2. Material und Methoden

2.1 Material

Das im Rahmen des FuE-Projektes verwendete Ausgangsmaterial stammte ausschließlich aus vorselektierten Linien (JKI) eines von der DFG geförderten Vorläuferprojektes (Schu 566/10-1). Für Vergleichsuntersuchungen wurden zwei orangefarbene Zuchtlinien (Standard 1 und 2) der Fa. satimex verwendet. (Tab. 1A, Anhang).

Das Saatgut (Zuchtlinien) für die Feldversuche in den Praxisbetrieben wurde im Projektrahmen im JKI und bei satimex produziert und den Anbauern zur Verfügung gestellt. Die Qualitätssicherung des produzierten

Möhrensaatgutes (Prüfung der Keimfähigkeit, Reinheit, Gesundheit) wurde direkt im Saatgutlabor der satimex durchgeführt.

Sämtliches Möhrenmaterial für die Kreuzungsexperimente, F₁-, F₂- und F₃- Linienproduktion, Resistenz- und Qualitätsbewertung wurde unter Gewächshausbedingungen in 5 Liter Containern kultiviert. Die Aussaat erfolgte in einem 2/4:1/4:1/4 Komposterde:Torf:Sand-Gemisch (20 Korn / Container). Die Kultivierung erfolgte unter optimierten Gewächshausbedingungen (20-25°C, 50-60 % rLF) jeweils ca. 120 d. Saisonabhängig wurde durch Zusatzlicht (PAR (*photosynthetic active radiation*) 20.000 lm/m²) eine 16/8 h T/N Photoperiode erreicht. Für die Induktion der generativen Phase von Kreuzungsmaterial und Vermehrungen wurden die Container für 12 Wochen in ein dunkles Kühlager (5°C, 80% rLF) gestellt.

2.2 Methoden

Züchtungsmethodik (JKI, satimex)

Der Zuchtaufbau wurde auf die Züchtung samenechter Sorten (op-Sorten) ausgelegt, ausgehend von einer Einzelpflanzenselektion und rekurrenter Selektion in den Nachkommenschaften (Simon et al. 2008).

Für die Bewertung des Zuchtmaterials wurde auf die Richtlinien der UPOV (2004) sowie die Deskriptorenliste für Möhren (IPGRI 1998) zurückgegriffen (vergl. auch Tab. 4A, Anhang).

Zur Erweiterung der genetischen Variabilität sowie zur Verbesserung der Merkmalsausprägung wurde ein Kreuzungsprogramm durchgeführt, insbesondere in den Farbklassen weiß und rot. Speziell in der Farbkategorie rot sind die verfügbaren Genotypen unter mitteleuropäischen Anbaubedingungen völlig unbefriedigend, insbesondere deren Schossfestigkeit aber auch die äußeren Wurzelmerkmale müssen deutlich verbessert werden. Die Kreuzungen wurden manuell unter Ausnutzung von Protandrie oder nach Kastration isolierter Dolden mittels Wasserbehandlung durchgeführt. Unerwünschte Selbstungsnachkommen wurden mittels morphologischer oder molekularer Marker eliminiert. (Simon et al 2008).

Feldversuche in Praxisbetrieben (LLFG – Praxisbetriebe)

Die Feldversuche wurden nach Saatgutbereitstellung und Vorgabe der Versuchsanlage durch das JKI sowie LLFG von den Praxisbetrieben durchgeführt. Die Versuche wurden als Reihenanlage mit jeweils 40 lfm je Zuchtlinie ausgesät. Nach dem Auflaufen der Möhrensaat wurden jeweils in vierfacher Wiederholung Parzellen von 6 m Länge ausgestäubt (Reihenabstand 30 - 50 cm; Abstand zwischen den Wiederholungen in der Reihe 2 m). Um Randeffekte auszuschließen, wurde die Versuchsanlage jeweils mit einer Reihe Möhren (satimex Standards) umgeben. Mehrmals über die Saison hinweg wurden durch Mitarbeiter des JKI und LLFG die ausgestäubten Parzellen begutachtet und bonitiert. Zwischen Mitte August und Anfang Oktober wurden die Versuche von den Versuchsanstellern geerntet und Teilproben für weitere Untersuchungen im JKI und die Lagerprüfung im LLFG gezogen. Das übrige marktfähige Erntegut wurde über die Hofläden der Praxispartner vermarktet. Fragebögen zur Vermarktungseignung wurden durch das JKI entwickelt (Abb. 10A, Anlage) und durch die Praxispartner soweit möglich ausgefüllt.

Resistenzprüfungen (JKI, Bioassay)

Die Resistenzuntersuchungen erfolgten in der Arbeitsgruppe von Dr. Reiner Krämer nach einem im JKI entwickelten Bioassay. Für die Bewertung der Resistenzeigenschaften aussichtreicher Genotypen wurden jeweils 10 Pflanzen unter optimierten Gewächshausbedingungen über ca. 100 d angezogen. In den Bioassays wurden repräsentative Pflanzenteile mit definierten Erregerisolaten inokuliert, anschließend inkubiert und in Folge mittels digitaler Bildauswertung (LemnaTec) bezüglich der Befallssymptome bewertet. Die Bioassays wurden für *Alternaria dauci* an Blattsegmenten und für *Alternaria radicina* an Petiolen sowie Wurzelscheiben durchgeführt (Abb. 1).

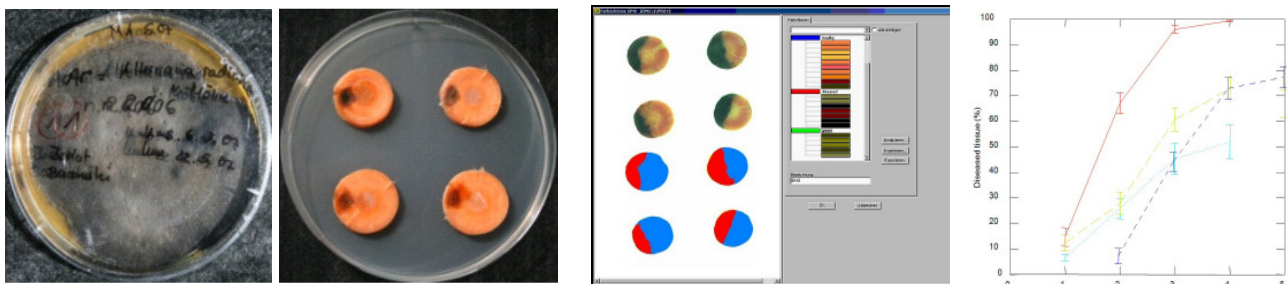


Abb. 1: Bioassay zur Resistenzbewertung, *Alternaria*-Sporenanzucht auf Agar, Wurzelscheiben-Inokulation und Inkubation in der Petrischale, Digitale Bildauswertung von Befallssymptomen, Statistische Auswertung (v.l.n.r.)

Sensorische Prüfung und chemische Analyse der flüchtigen Inhaltsstoffe (JKI)

Für sensorische Untersuchungen wurden die verschiedenen Möhrenzuchtlinien unter optimierten Gewächshausbedingungen (Grundbeet) angebaut und in der Arbeitsgruppe von Dr. Detlef Ulrich im Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz (JKI) durch ein geschultes Panel analysiert. Die Möhrenproben wurden zunächst in einer Profilanalyse nach pro- und retronasalen sensorischen Parametern bewertet. Darüber hinaus wurde mit den gleichen Proben eine Akzeptanzanalyse (Beliebtheitsprüfung) durchgeführt (Hohberg and Ulrich 2006).

In einem parallelen Ansatz wurden mittels headspace-SPME-GC-FID die für die Aromausprägung maßgeblich verantwortlichen flüchtigen Inhaltsstoffe (Volatiles) untersucht. Der methodisch-analytische Ansatz ist in Ulrich and Nothnagel (2006) und Ulrich et al. (2012) beschrieben.

Saatgutproduktion (LLFG, satimex, JKI)

Vorselektiertes Ausgangsmaterial (Einzelpflanzenselektionen) wurde für die Erzeugung von Pflanzlingen für die Saatgutproduktion auf einer Bio-zertifizierten Versuchsfläche der LLFG-Bernburg ausgesät (je Genotyp 1-2 Reihen á 4 m). Das Pflanzenmaterial wurde mehrfach während der vegetativen Entwicklungsphase hinweg sowie nach der Ernte unter Nutzung der UPOV (2004) und IPGRI (1998) Guidelines evaluiert. Darüber hinaus wurden der Gesundheitszustand sowie die Vitalität bonitiert. Selektierte Samenträger wurden im Kühllager des JKI über Winter bei 5°C/~80% rL/Dunkelheit vernalisiert. Im Folgejahr wurden die Pflanzlinge in Isolierkabinen aufgepflanzt und mit dem Blühbeginn wurden Fliegen zur Bestäubung der Blüten eingesetzt. Nach Abreife der Samenträger wurden die samentragenden Dolden manuell geerntet und das Saatgut aufgearbeitet.

Versuche zur Lagereignung (LLFG)

Möhren aus den Praxisversuchen wurden vor der Einlagerung gewogen (je 10 Einzelmöhren/Wiederholung), in Zwiebelsäcke verpackt und dann in Holzkisten im Kühllager (5°C/90% rel. LF) eingelagert. Im Abstand von 14 Tagen erfolgten eine Beurteilung der Proben hinsichtlich des Lagerzustandes (Krankheiten, Wurzelqualität) und eine Ermittlung des Gewichtverlustes. Die Lagerversuche liefen jeweils sieben Monate von Sept. 2012 – März 2013 und von August 2013 - Februar 2014.

3. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Pre-Breeding und Initiativzüchtung (JKI, satimex)

Der Zuchtaufbau basierte zunächst auf Einzelpflanzenselektionen mit Nachkommenschaftsprüfungen. Die Primärselektion aus Genbankmaterial und vorselektierten Zuchtlinien erfolgte im JKI an Pflanzenmaterial welches unter Gewächshausbedingungen angezogen und evaluiert wurde. Aus selektierten Einzelpflanzen entstandenes Saatgut wurde unter Freilandbedingungen im LLFG ausgesät und evaluiert. Selektierte Möhren wurden dann als Samenträger im JKI oder bei satimex aufgepflanzt und vermehrt, teilweise als Einzelpflanzen, teilweise als Population. Dieser Selektionszyklus wurde über die drei Projektjahre hinweg wiederholt und kontinuierlich durch neue selektierte Zuchtlinien, einschließlich Linien aus dem Kreuzungsprogramm, ergänzt. Aussichtsreiche Zuchtlinien wurden im größeren Rahmen vermehrt, um Saatgut für Anbauversuche in den Praxisbetrieben sowie für weiterführende Versuche z.B. wie Resistenzprüfung, sensorische Prüfung, zu haben (vergl. Abs. Saatgutproduktion).

Die im Projektrahmen entstandenen Zuchtlinien, stehen satimex als zukünftige Züchtungsbasis zur Verfügung.

Kreuzungsprogramm (JKI)

Zur Erweiterung der genetischen Variabilität sowie zur Verbesserung der Merkmalsausprägung wurde ein Kreuzungsprogramm durchgeführt, insbesondere in den Farbklassen weiß und rot. Speziell in der Farbklasse rot sind die verfügbaren Genotypen unter mitteleuropäischen Anbaubedingungen völlig unbefriedigend, insbesondere deren Schossfestigkeit aber auch die äußeren Wurzelmerkmale müssen deutlich verbessert werden.

Insgesamt konnten 22 Kreuzungen zwischen selektierten Einzelpflanzen realisiert werden. Das F₁-Saatgut wurde ausgesät, die Linien unter Gewächshausbedingungen evaluiert und geeignete Wurzeln selektiert.

Aus diesen Nachkommenschaften wurden insgesamt 647 Möhren, die hinsichtlich Farb- und Formausprägung sowie im Gesundheitszustand den Zuchtzielen entsprachen, selektiert. Nach 12 wöchiger Vernalisationsphase wurden 153 Einzelpflanzen für die Erzeugung von F₂-Populationen weiterkultiviert. Daraus konnten 125 F₂-Linien erzeugt werden. Darüber hinaus wurden aus fünf Kreuzungskombinationen (n=68 F₁-Pflanzen) Populationsrandsche aufgepflanzt und jeweils ca. 10g Saatgut produziert. Von den 125 F₂-Linien wurden 25 unter Gewächshausbedingungen angezogen und evaluiert (Abb. 2, 3). Insgesamt 1303 Möhren wurden hinsichtlich Farb- und Formausprägung sowie Gesundheitszustand erfasst, 360 Möhren

überwiegend im Farbbereich rot und weiß wurden selektiert und für die Erzeugung von F_3 -Zuchtstämmen nach Vernalisation aufgepflanzt. Bis zum Projektabschluss konnten 61 F_3 -Zuchtlinien geerntet werden die für die Weiterzucht zur Verfügung stehen.

Die erstellten Populationsramsche wurden 2014 am Standort Bernburg für einen Sichtungsanbau unter Freilandbedingungen ausgesät und evaluiert. Daraus sind insgesamt 241 potentiell geeignete Wurzeln eingelagert worden und sollen in 2015 bei der Fa. satimex vermehrt werden.



Abb. 2: Farb- und Formausprägung in F_1 -Populationen des Kreuzungsprogramms. Die besten Möhren wurden für die Erzeugung von F_2 -Nachkommenschaften und Ramsche selektiert.



Abb. 3: Beispiele für F_2 -Nachkommenschaften in verschiedenen Farbausprägungen, teilweise aufspaltend. Aussichtsreiche Möhren wurden selektiert für die Erzeugung von F_3 -Linien genutzt.

Feldversuche in Praxisbetrieben (LLFG – Praxisbetriebe)

Insgesamt wurden 13 Versuche in Praxisbetrieben angelegt, davon waren 11 auswertbar, eine Versuchsanlage (C - 2012) wurde wegen des zu schwachem Auflaufs und Bestandes und anschließender Verunkrautung vorzeitig umgebrochen, bei einer Anlage (D – 2013) war der Boden nach Starkregen kurz

nach der Aussaat stark verkrustete, was zu einer geringen Bestandsdichte führte. (Tab. 2A, 3A, Anhang). Insgesamt wurden Daten von 475 Parzellen für durchschnittlich 40 morphologische und agronomische Merkmale (Tab. 4A, Anhang) erfasst und ausgewertet.

Da die Anbau- und Versuchsbedingungen der einzelnen Anbauer z.T. sehr unterschiedlich waren, wurden die Versuche überwiegend einzeln für jeden Betrieb verrechnet, für Übersichtszwecke auch zusammen (Abb. 1A, 2A, 3A, Anhang). In Abb. 4 sind beispielhaft für das Versuchsjahr 2014 die durchschnittliche Anzahl marktfähiger Möhren je Parzelle sowie der relative Anteil an geplatzen und vorzeitig geschossten Möhren in den einzelnen Versuchen dargestellt.

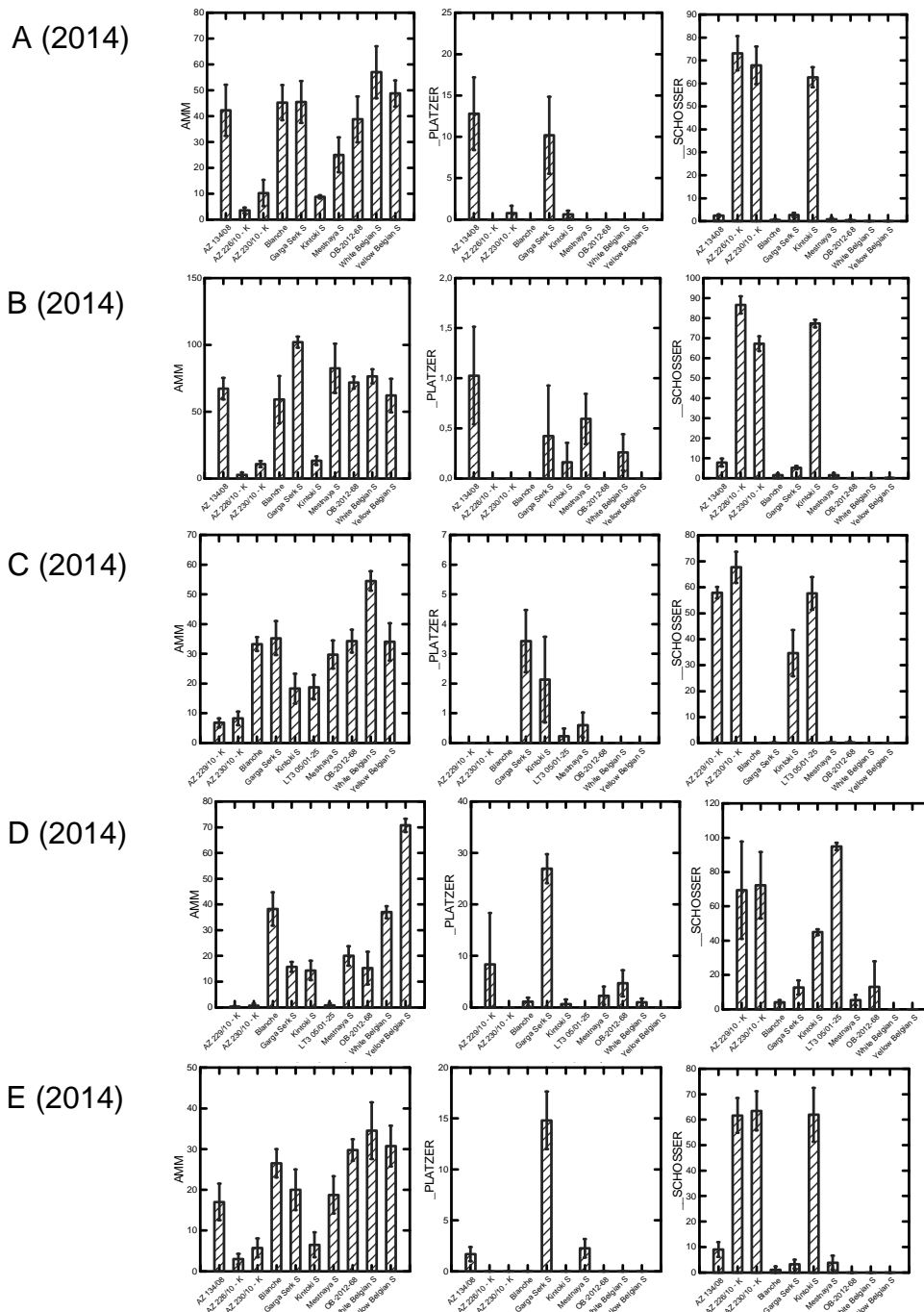


Abb. 4: Teilergebnisse der Feldversuche in Praxisbetrieben (A-E) 2014. AMM: Anzahl marktfähiger Möhren je Parzelle, _Platzer: relativer Anteil (%) geplatzer Möhren, _Schosser: relativer Anteil (%) vorzeitig geschosster Möhren. Die Werte stellen Mittelwerte aus je 4 Wiederholungen dar.

Neben den deutlichen Differenzen zwischen den Zuchtlinien in den Versuchen je Standort werden auch deutliche Unterschiede zwischen den Standorten erkennbar. Insbesondere am Merkmal ‚Platzer‘ und frühzeitige Blühneigung (% Schosser) wird der Einfluss von Standort und Aussattermin deutlich.

Die gesamten ausgewerteten Versuchsdaten wurden dem Projektpartner Fa. satimex für die weitere Beurteilung von Zuchmaterial im Rahmen des Zuchtaufbaus zur Verfügung gestellt.

Ergebnisse aus der Vermarktung (LLFG, JKI)

Von den 11 auswertbaren Versuchen in Praxisbetrieben kamen von sieben Versuchen aus vier Betrieben Rückmeldungen zur Vermarktungsresonanz. Da die Daten sehr unterschiedlich in Stil und Quantität waren, ist ein direkter Vergleich nicht möglich. Daher wurden die Aussagen tabellarisch (Tab. 1) zusammengefasst. Für die roten Möhren (Lycopin) konnten keine Verkaufsdaten generiert werden, da aufgrund sehr hoher Anteile an Schossern und geplatzen Möhren in allen Versuchsanlagen nur sehr wenig vermarktungsfähige Möhren zur Verfügung standen.

Tab. 1: Zusammengefasste Aussagen aus der Probevermarktung der farbigen Möhrenzuchtlinien

Farbe	Bewertung
Weiß	Übereinstimmend mit guter Vermarktungschance bewertet. Von Kunden als interessant und gut bis sehr gut im Geschmack eingestuft. Teilweise Grünköpfigkeit störte offensichtlich nicht. Kunden verwechseln weiße Möhren oft mit Pastinake oder Wurzelpetersilie.
Gelb	Überwiegend positiv bewertet, vor allem sehr guter, kräftiger Geschmack. Reges, auch wiederholtes Kaufinteresse.
Hellorange	Ähnlich wie gelbe Möhren als farblich interessant eingestuft. Die getesteten Zuchtlinien wurden geschmacklich als gut bis sehr gut bewertet.
Violett	Violette Möhren ziehen großes Kundeninteresse nach sich, sie sind für viele interessant, machen neugierig. Der Geschmack wird oft als gut möhrenartig bis streng bewertet.
Geflammt	Die in 2014 getesteten geflammten Möhren trafen ebenfalls auf großes Käuferinteresse, wurden geschmacklich als gut bis sehr gut bewertet.
Bunt allgemein	Alle Betriebe schätzen farbige Möhren als besonderes Kaufargument ein. Lediglich ein Einzelkunde zeigte offene Ablehnung. In aller Regel zeigen sowohl Einzelkunden, Bio-Kiste-Kunden und auch Gaststätten reges Interesse und fragen wiederholt nach. Ein Anbauer hat nachgefragt, wo Saatgut für farbige Möhren zu bekommen ist?

Saatgutproduktion (satimex, LLFG, JKI)

Sowohl für die Saatgutbereitstellung für die Praxisversuche im Projektrahmen als auch für die zukünftigen Anbauversuche und Leistungsprüfungen im Rahmen des Zuchtaufbaus wurde von insgesamt 65 Zuchtlinien und 222 selektierten Einzelpflanzen Saatgut produziert. Die entsprechenden Pflanzlinge wurden entweder unter Feldbedingungen am Standort in Bernburg oder unter Gewächshausbedingungen im JKI produziert, nach der Einzelpflanzenselektion im Kühllager vernalisiert und dann unter isolierten Feld- oder Gewächshausbedingungen (satimex, JKI) aufgepflanzt. (Abb. 7A, 9A, Tab. 6A, Anhang).

Die Saatgutaufbereitung und Qualitätsanalyse erfolgte zum großen Teil bei der Fa. satimex mittels Wind- und Siebreinigung und anschließender Saatgutkalibrierung. Hier konnte die Keimfähigkeit auf durchschnittlich 80 - 85 % gesteigert werden.

Ein erheblicher Teil des Saatgutes wurde für die Feldversuche in den Praxisbetrieben eingesetzt. Das Saatgut der Zuchtlinien und wertvoller selektierter Einzelpflanzen wurde der Fa. satimex für den weiteren Zuchtaufbau übergeben. Teilmengen wurden im JKI für weitere Forschungsaktivitäten eingelagert.

Untersuchungen zum Resistenzniveau des Zuchtmaterials (JKI)

Im Projektrahmen wurden insgesamt 76 Zuchtlinien und 4 Standards auf ihr Resistenzverhalten gegen *A. radicina* getestet (Speicherwurzel, Petiolen), davon parallel 45 Zuchtlinien auch gegen *A. dauci* (Blattsegmente) (Tab. 2). Bei *A. radicina* zeigten im Vergleich die violetten Zuchtlinien die geringsten Befallssymptome, die roten Möhrenlinien signifikant den stärksten Befall. Zum Teil sehr starke, signifikante Befallsunterschiede wurden bei den orangen, weißen und gelben Linien festgestellt. Signifikante Befallsunterschiede waren auch im Blattsegmenttest gegen *A. dauci* nachweisbar, auch wenn die Prozentwerte nicht so hoch ausfielen wie bei *A. radicina* (Tab.2). Die violetten Linien konnten bisher nicht getestet werden, da diese z.T. auch Anthozyan in den Blättern ausbildeten. Da die Anthozyanausprägung und *A. dauci* - Symptome im DIAS nicht eindeutig getrennt werden konnten, wurde bisher auf die Testung verzichtet. Die Ergebnisse der Resistenzprüfungen wurden und werden bei der Selektion und beim Zuchtaufbau berücksichtigt.

Wurzelfarbe	<i>A. radicina</i>		<i>A. dauci</i>	
	n	Befall	n	Befall
Orange	17	22 - 77%	11	17 - 41%
Weiß	4	34 - 51%	4	20 - 70 %
Gelb	19	6 - 83%	10	7 - 52%
Rot	26	17- 79%	20	5 - 27%
Violett	14	3 - 19%	n.t.	n.t.
Σ	80		45	

n.t. – nicht getestet

Tab. 2: Anzahl getesteter Zuchtlinien auf Resistenz gegen *A. radicina* und *A. dauci*. Befallsvariation in Prozent zwischen den getesteten Zuchtlinien basierend auf den Mittelwerten.

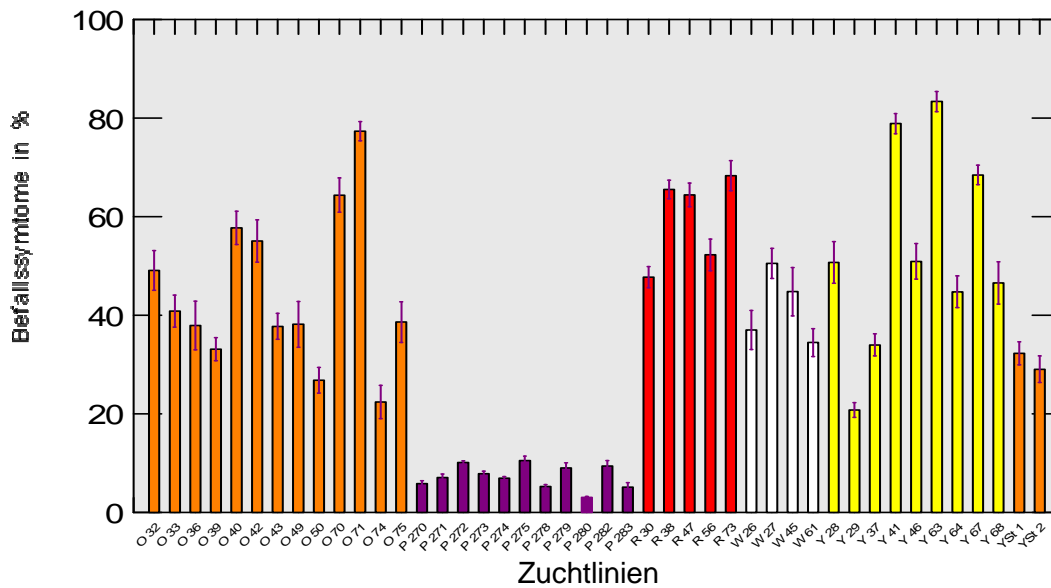


Abb. 5: Resistenzprüfungen (Bioassay) gegen *Alternaria radicina* im Vergleich verschiedener Farbklassen

Parallele Vergleiche von aussichtsreichen Zuchtlinien mit beiden Pathogenen zeigten z.T. signifikante Unterschiede. Beispielsweise zeigte im Experiment (Abb. 6) Genotyp 145 bei beiden Pilzen signifikant den niedrigsten Befall, auch niedriger als die Standards, dagegen war Genotyp 142 am stärksten befallen. Bei der Prüfung gegen *A. dauci* war nur Genotyp 142 und 147 signifikant stärker befallen als die Standards, der Rest war teilweise signifikant besser. Bei der Prüfung gegen *A. radicina* zeigten die Genotypen 143, 145, 147, 149, 150 ein vergleichbares Niveau wie die Standards, die übrigen Genotypen waren signifikant schlechter.

Blätter *Alternaria dauci*

Petiole - *Alternaria radicina*

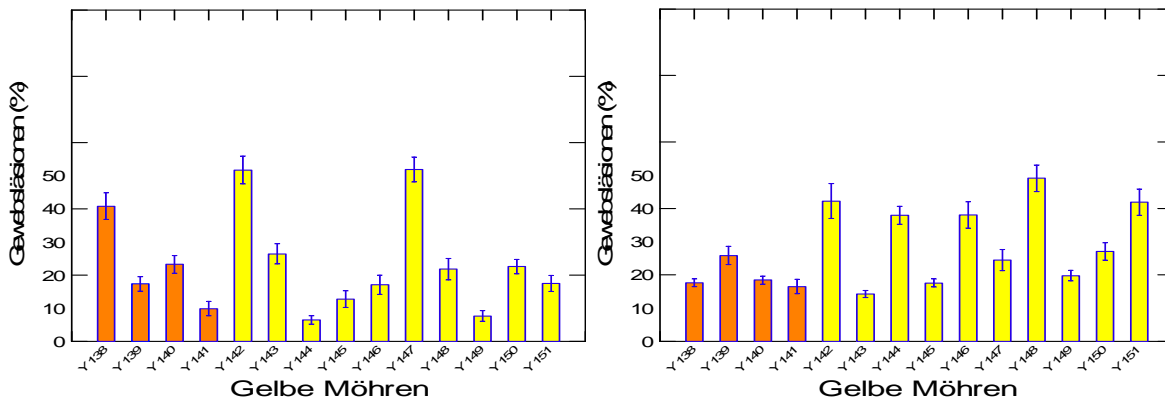


Abb. 6: Ergebnisse der parallelen Resistenzbewertung aussichtreicher Genotypen mit gelber Wurzel hinsichtlich *Alternaria dauci* (links) und *A. radicina* (rechts) im Vergleich zu orangefarbenen Standards.

Sensorische Untersuchungen und Analyse der flüchtigen Inhaltsstoffe (Volatiles)

Insgesamt wurden 45 Zuchtlinien mittels headspace-SPME-GC-FID analysiert und parallel 37 Zuchtlinien in sensorischen Untersuchungen geprüft (Tab. 3). In den sensorischen Untersuchungen zeigte sich, dass Geschmack und Aroma in den verschiedenen Farbvarianten ganz unterschiedlich ausgeprägt sind und damit den Genusswert und die Akzeptanz der Möhren beeinflussen. In Profilanalysen wurden umfangreiche pro- und retronasale sensorische Parameter bestimmt und statistisch erfasst. In Abb. 7 sind jeweils zwei Beispiele für gelbe und rote Möhren im Vergleich als Spinnendiagramm dargestellt. Die Abbildungen zeigen die unterschiedlich starke Ausprägung bestimmter sensorischer Parameter bei Genotypen, die als beliebt (grün) bzw. als unbeliebt (rot) eingestuft wurden. Die sensorischen Parameter sind wichtige Entscheidungshilfen im Selektions- und Zuchtprozess. Die mit dem gleichen Probenmaterial durchgeführten Akzeptanzanalysen waren sehr gut geeignet, Ausgangs- und Zuchtmaterial zu diskriminieren. In allen Farbklassen wurden Genotypen mit hoher und niedriger Akzeptanz detektiert. (vergl. Abb. 8).

Wurzelfarbe	Sensorik	GC- Analytik
Orange	10	10
Weiß	4	4
Gelb	12	12
Rot	9	9
Violett	2	10
Σ	37	45

Tab. 3: Anzahl sensorisch und gaschromatographisch untersuchter Zuchtlinien der verschiedenen Farbklassen

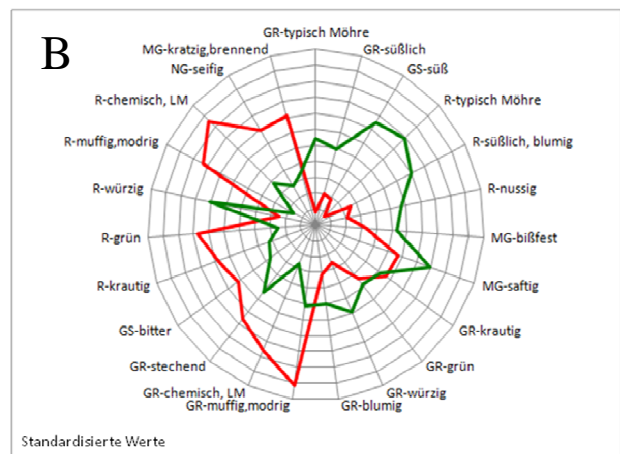
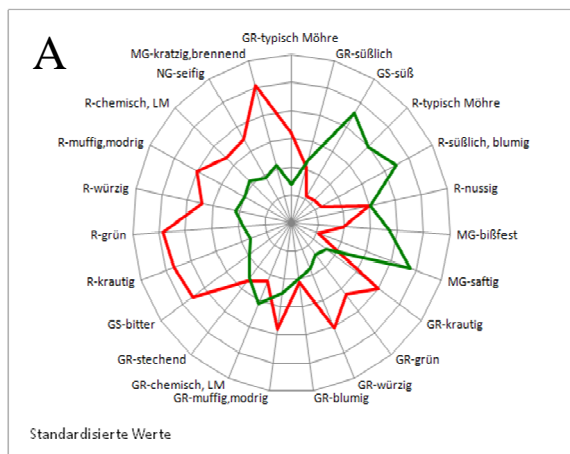


Abb. 7: Grafische Darstellung der sensorischen Analyse für je zwei gelbe und rote Genotypen
 A: Sensorik Beispiel - gelbe Möhren, rote Linie: Persia 242 S (unbeliebt), grüne Linie: Gelbe Rheinische S (beliebt)
 B: Sensorik Beispiel - rote Möhren, rote Linie: DC Gajar S (unbeliebt), grüne Linie: Panipat Special S (beliebt)
 (Die sensorischen Parameter sind differenziert nach R – retronasal, GS - Geschmack, MG - Mundgefühl, GR – Geruch, NG – Nachgeschmack)

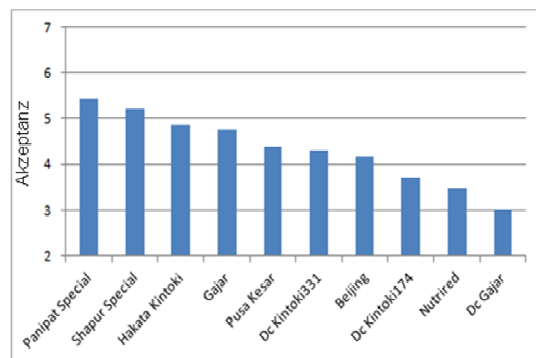
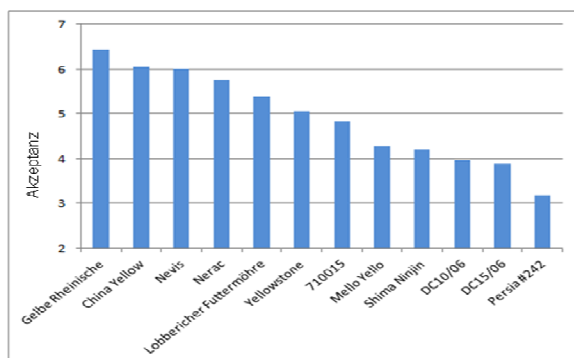


Abb. 8: Akzeptanzbewertung von Ausgangsmaterial und Zuchtlinien im Rahmen der sensorischen Untersuchungen. Links: gelbe Möhrengentypen, Rechts: rote Möhrengentypen (Skala: 9 – höchster Akzeptanzwert)

In den chemischen Untersuchungen der Volatiles wurden je Genotyp zwischen 80 und 120 Inhaltstoffe (Peaks) detektiert, davon konnten bisher im Durchschnitt 30 chemisch identifiziert werden (vgl. Abb. 9). Viele der identifizierten Stoffe gehören zu den Terpenoiden, welche zu den Schlüsselsubstanzen des Möhrenaromas zählen. Für die unterschiedlichen Farbtypen konnten z.T. sehr verschiedene Konzentrationenmuster nachgewiesen werden. Beispielsweise enthalten rote Möhren im Durchschnitt einen drei- bis vierfachen Gehalt an β -Pinen, welcher zu einem typisch frisch-grünen Duft im Möhrenaroma führt. Beispielhaft sind in Abb. 9 als zweidimensionale Heat Map, die relativen Konzentrationenmuster der detektierten Inhaltsstoffe für eine Teilkollektion der roten Möhrengenotypen dargestellt. Die untersuchten Genotypen sind auf der y-Achse in Reihenfolge absteigender Akzeptanz dargestellt. Die Muster der flüchtigen Inhaltsstoffe (Volatiles) stimmen nur bedingt mit der in den sensorischen Analysen festgestellten Akzeptanz überein, d.h. das es bisher nicht möglich ist hohe oder niedrige Bewertungen in der Akzeptanz und Sensorik einem bestimmten Profil im Volatile-Spektrum zuzuordnen.

Daraus ist zu schlussfolgern, dass die Volatiles nicht allein ausschlaggebend für das Möhrenaroma und die Akzeptanz sind und weitere Inhaltstoffe eine Rolle spielen.

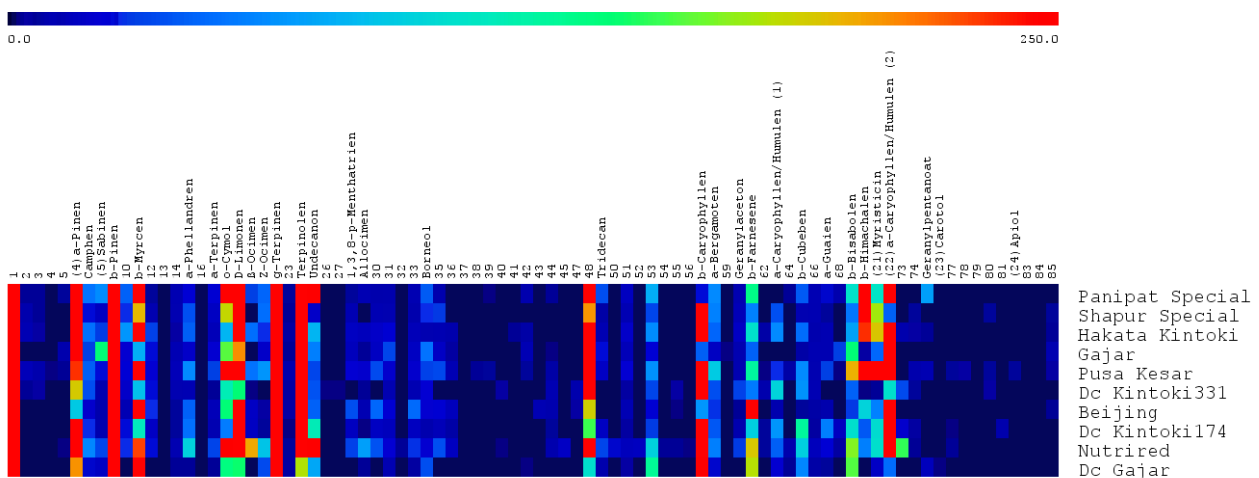


Abb. 9: Heat Map: 85 flüchtige Inhaltsstoffe, analysiert mittels headspace-SPME-GC-FID. Darstellung der GC-Rohdaten in Counts. Vorläufige Identifizierung von 32 VOCs mittels Massenspektrometrie. Auf der Y-Achse sind hier rote Möhrengenotypen in der Reihenfolge absteigender Akzeptanz angeordnet.

Lagerprüfung (LLFG)

Zusätzlich zum ursprünglichen Projektplan wurden durch die LLFG Lagerversuche durchgeführt. 2012 wurden aus der Feldernte des Praxisbetriebes (A) insgesamt 6 Zuchtlinien (3x orange, je 1x weiß, gelb, violett) für einen Lagerversuch eingelagert. Dazu wurden alle aus dem Feldversuch verfügbaren marktfähigen und gesunden Möhren über einen Zeitraum von 200 Tagen in ein Kistenlager eingelagert. Im Abstand von 14 bis 20d wurden die eingelagerten Möhren gewogen und kranke Möhren entfernt. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Prüfgliedern. In Abb.10 ist beispielhaft die Situation im Lager nach 100 und 200 d im Vergleich zur Einlagerung dargestellt.

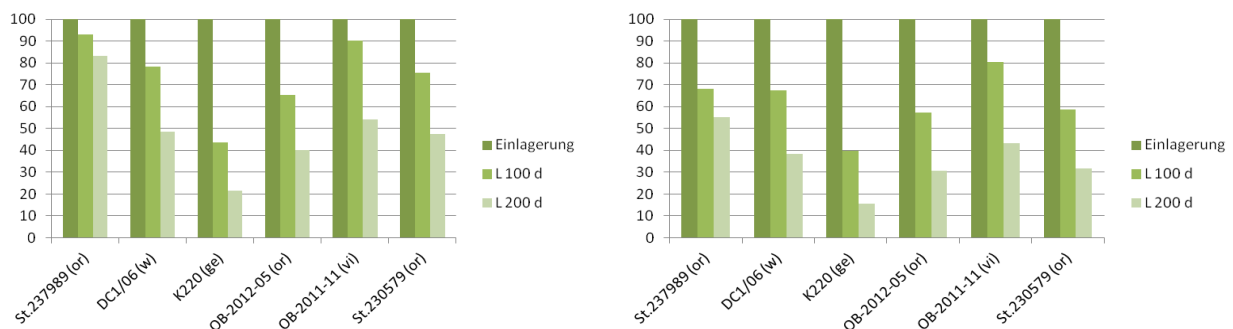


Abb. 10: Lagerversuch 2012/2013 mit sechs Zuchtlinien über einen Zeitraum von 200 Tagen. Links: Relative Abnahme der Anzahl marktfähige Möhren von der Einlagerung bis zur Auslagerung nach 200 d. Rechts:

Relative Abnahme der Gesamtmasse an marktfähigen Möhren von der Einlagerung bis zur Auslagerung nach 200 d.

So nahm die Anzahl der marktfähigen Möhren im Lagerzeitraum bei der St.237989 (or) nur geringfügig ab (83% nach 200d), während bei dem gelben Zuchtstamm K220 bereits nach 100 d durch Krankheiten über 50 % marktfähige Möhren aussortiert werden mussten und nach 200d nur noch 20% der Möhren vermarktungsfähig waren. Die gleiche Tendenz spiegelt sich auch im Gesamtgewicht der vermarktungsfähigen Möhren wieder (Abb. 10, rechts). Der prozentual stärkere Gewichtsverlust über die Lagerzeit hinweg ist vor allem auf Atmungsverluste zurückzuführen.

Aus Versuchen in den fünf Praxisbetrieben 2013 wurden insgesamt 38 Proben von 9 Zuchtlinien für Lagerversuche im LLFG eingelagert und ausgewertet.

Insgesamt zeigten alle Zuchtlinien eine gute bis sehr gute Lagereignung. Der durchschnittliche Verlust an marktfähigen Möhren lag über alle Versuche hinweg bei 14% bezogen auf einen Lagerzeitraum von 120d. Leichte Unterschiede waren bei der Betriebsherkunft des Materials feststellbar. Während die Lagermöhren aus Betrieb B im Versuchsmittel nur 11% Verluste aufwiesen, lagen die mittleren Verluste bei Betrieb E im Bereich von 19%. Die Lagerverluste waren hauptsächlich auf Atmungsverluste im Lager zurückzuführen, da nur sehr wenige Möhre (< 1%) wegen Krankheitssymptomen ausgesondert werden mussten. (Abb. 11; Vergl. Abb. 4A, Tab. 5A, Anhang).

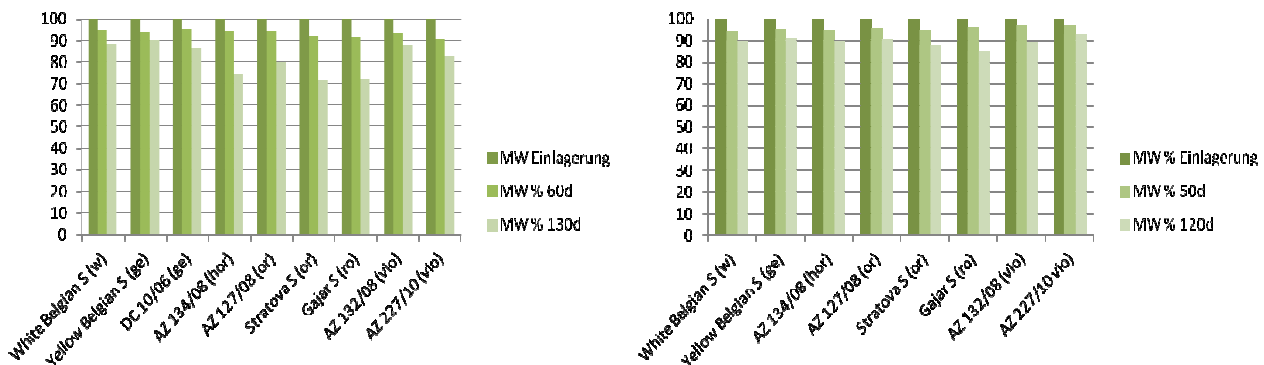


Abb. 11: Lagerversuch 2013/2014 mit Möhren-Zuchtlinien die im Gartenbaubetrieb Hohendodeleben (E) (links) und im Öko-Gartenbau Loitsche (B) (rechts) angebaut wurden. Dargestellt ist die relative Gewichtsabnahme (%) über einen Zeitraum von 120 bzw. 130 Tagen. (MW – marktfähige Ware)

4. Diskussion der Ergebnisse

Pre-Breeding, Initiativzüchtung und Kreuzungsprogramm

PreBreeding und Initiativzüchtung erfolgten wie im Projektantrag geplant, wobei Primärselektion und Kreuzungsprogramm durch das JKI ausgeführt wurden und satimex die Folgeselektionen zum Zuchtaufbau übernommen hat. Im Projektrahmen wurde bei der satimex eine Kollektion von Möhrenzuchtlinien in allen Farbvarianten etabliert, die Grundlage der zukünftigen Möhrenzüchtung sein wird.

Durch das Kreuzungsprogramm wurde insbesondere im Farbbereich gelb und rot umfangreiches Material mit neuer genetischer Variabilität geschaffen, was sowohl für die Züchtung bei satimex als auch für weitere Forschungsprojekte zur Verfügung steht.

Das im Projektrahmen entwickelte bzw. angewendete Methodenspektrum zur Evaluierung und Selektion von Zuchtmaterial ist auch zukünftig in Möhrenzuchtprogrammen nutzbar.

Saatgutproduktion

Die Erzeugung von Möhrensaatgut muss aus wissenschaftlicher Sicht hier nicht diskutiert werden. Sie soll aber erwähnt werden, da sie ca. 20% der Projektkapazität ausmachte. Sie war absolut notwendig um die erzeugten Zuchtlinien nachhaltig nutzen zu können und überhaupt Saatgut für Testzwecke zur Verfügung zu haben. Der weitgehend problemlose Ablauf der Saatgutproduktion ist vor allem den technischen Fachkräften bei satimex und im JKI zu danken.

Feldversuche

Das gartenbauliche Niveau der beteiligten Bio-Betriebe muss als sehr unterschiedlich angesehen werden, insbesondere was die materiell-technische Basis betrifft. Mit Ausnahme eines Betriebes lagen keine Kenntnisse oder Erfahrungen zu wissenschaftlichen Versuchsanstellungen vor. Dementsprechend gestaltete sich die eigentlich geplante Datenerfassung durch die Biobetriebe und die Bereitstellung erhobener Daten schwierig. Um schlussendlich vergleichbare auswertbare Daten zu erhalten, wurden diese durch Mitarbeiter

der LLFG und des JKI erfasst. Zusammenfassend sind die generierten sehr umfangreichen Daten aber eine sehr wertvolle Hilfe für die Bewertung des Zuchtmaterials.

Vermarktung

Insgesamt blieb auch der Datenrücklauf aus der Vermarktungsresonanz in den Betrieben deutlich hinter den Erwartungen zurück. Trotzdem konnten einige interessante Erkenntnisse gewonnen werden, die für die züchterische Entscheidungsfindung wertvoll sind. So ist zunächst die allgemein positive Resonanz auf „Bunte Möhren“ und auch die wiederholte Konsumentennachfrage wichtig, um züchterischen Input zu rechtfertigen. Die Aussagen zum Geschmack zeigen deutlich ein gewachsenes Konsumenteninteresse an diesem Merkmal und stellen damit die Bedeutung für die züchterische Entwicklung klar.

Resistenzbewertung

Die Resistenzuntersuchungen haben zwei wesentliche Erkenntnisse gebracht. i) Im Zuchtmaterial ist ein unterschiedliches Resistenzpotential vorhanden, sodass eine Selektion möglich ist und ii) dass die Resistenzreaktion gegen die beiden getesteten Pathogene bei einigen Genotypen sehr ähnlich war, was eine Selektion in Richtung „*Doppelresistenz*“ möglich erscheinen lässt.

Sensorik und chemische Analyse der Volatiles

Sensorik und chemische Analyse griffen auf bereits etablierte Methoden der AG Dr. D. Ulrich (Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz (JKI)) zurück und konnten hier im Rahmen eines Züchtungsprojektes genutzt werden. Während die sensorische Beurteilung direkt in den züchterischen Selektionsprozess einfließt, sind die chemischen Analysedaten (GC-Daten der Volatiles) noch Gegenstand der Grundlagen- und Züchtungsforschung. Nach weiterführenden Untersuchungen und abschließender Auswertung am JKI sollen die Ergebnisse publiziert werden und für zukünftige Züchtungsprojekte zur Verfügung stehen.

5. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes konnten für die fünf Hauptfarben – weiß, gelb, orange, rot, violett – jeweils zwei bis drei Genotypen selektiert und in das Züchtungsprogramm der Fa. satimex überführt werden. Die weiss-, gelb- und orange-farbenen Typen kommen dem gewünschten Züchtungsniveau bezüglich Ertragspotential, Homogenität und Qualität inzwischen sehr nahe. Im Bereich rote und violette Möhren sind deutliche Fortschritte gemacht worden, die bisher entwickelten Genotypen entsprechen allerdings noch nicht vollständig dem benötigten Züchtungsniveau hinsichtlich Wurzelhomogenität und Schossfestigkeit welches für eine Sortenanmeldung Voraussetzung wäre. Satimex wird auch zukünftig an einer kompletten Farbpalette bei Möhren arbeiten. National und auch international ist kein vergleichbarer Projektansatz bekannt, somit wird für satimex ein deutlicher Wettbewerbsvorteil erwartet. Inwieweit der Biomarkt ein breiteres Möhrenspektrum, insbesondere farbiger Möhren aufnimmt, kann noch nicht realistisch abgeschätzt werden. Eine wirtschaftliche Anschlussfähigkeit des Projektes wird durch die Fa satimex in Form von Sortenzulassungen auf Basis des entwickelten Materials als realistisch gesehen. Vier Zuchtlinien sind bei Fa. Satimex derzeit im Auswahlverfahren für eine mögliche Sortenzulassung. Die Anmeldung einer violetten Zuchtlinien für die Sortenzulassung beim BSA wird derzeit vorbereitet und ist für 2016 vorgesehen.

Das im Projektrahmen durchgeführte Kreuzungsprogramm zur Erweiterung der genetischen Variabilität bei den rot gefärbten Möhren ist bisher als sehr positiv zu bewerten. Aus dem Programm sind über 100 F₂ und bisher 61 F₃ Linien insbesondere in den Farbklassen rot, gelb und weiß hervorgegangen. Die werden noch über das 1. Halbjahr 2015 unter Gewächshausbedingungen im JKI getestet und potentielle Linien für die Weiternutzung im Zuchtprogramm der Fa. satimex selektiert.

Eine wissenschaftliche Anschlussfähigkeit wird vor allem in der extremen genetischen Breite und morphologischen Variabilität des entwickelten Zuchtmaterials gesehen, welche es für weitere wissenschaftliche Fragestellungen und Forschungsansätze interessant macht. Forschungsbedarf besteht speziell in zwei Richtungen: i) Verbesserung der Resistenz bei allen roten (Lycopin) Genotypen und ii) Verbesserung der Schossresistenz bei allen roten aber auch einzelnen gelben, violetten, weißen und orangen Genotypen.

Die im Projektrahmen gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse werden über Veröffentlichungen und Vorträge zeitnah der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Grundsätzlich gilt dies auch für das entwickelte Pflanzenmaterial soweit es nicht den Interessen der Projektpartner entgegensteht. Der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn wird der gesamten Züchtungscommunity Möhre zu gute kommen.

6. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Im Projektrahmen wurden die geplanten Ziele in weiten Bereichen erreicht. Notwendige Veränderungen im Projektablauf z.B. Materialbereitstellung für Resistenzuntersuchungen und sensorische Prüfungen beeinflussten das Gesamtergebnis nur geringfügig. Pre-Breeding und Initialzüchtung für verschiedenfarbige Möhren für den Biolandbau konnten erfolgreich beim Projektpartner satimex initiiert werden und können somit als etabliert betrachtet werden. Satimex verfügt inzwischen über eine solide Basis an Zuchtmaterial für die fünf Wurzelgrundfarben und wird das Züchtungsprogramm „Verschiedenfarbige Möhren für den Bioanbau“ fortsetzen. Nach derzeitiger Einschätzung kommen mindestens 3 Zuchtstämme in die engere Wahl für eine Sortenanmeldung.

Forschungsbedarf besteht speziell in zwei Richtungen: i) Verbesserung der Resistenz bei allen roten (Lycopin) Genotypen und ii) Verbesserung der Schossresistenz insbesondere im verfügbaren Gen-Pool der roten und violetten Möhren.

Ein großer Teil der entwickelten Zuchtlinien wurde hinsichtlich Aroma-relevanter Inhaltsstoffe (Volatiles) und sensorischer Eigenschaften geprüft. Bisher sind nur die Ergebnisse der sensorischen Beurteilung direkt in den züchterischen Selektionsprozess eingeflossen. Die chemischen Analysedaten (GC) sind Gegenstand weiterer Grundlagen- und Züchtungsforschung. Die Daten werden in ein aktuelles JKI-Forschungsprojekt zur genetischen Kartierung der Volatiles bei der Möhre einfließen. Die Forschungsergebnisse sollen zeitnah publiziert werden.

Das gartenbauliche Niveau der am Projekt beteiligten Bio-Betriebe war sehr unterschiedlich, nur ein Betrieb hatte Grundkenntnisse zu wissenschaftlichen Versuchsanstellungen. Dementsprechend gestaltete sich die eigentlich geplante Datenerfassung durch die Biobetriebe und die Bereitstellung erhobener Daten schwierig. Um schlussendlich vergleichbare auswertbare Daten zu erhalten wurden die Datenerfassungen durch Mitarbeiter der LLFG und des JKI durchgeführt. Insgesamt gesehen konnten wichtige Erkenntnisse für die züchterische Bewertung des Zuchtmaterials gewonnen werden. Der Datenrücklauf aus der Vermarktung in den Betrieben blieb allerdings unter den Erwartungen.

Von den Projektpartnern wird die direkte Zusammenarbeit mit Praxisbetrieben im Bio-Landbau als eine wichtige und wertvolle Erfahrung betrachtet.

Die Testung der Lagereignung der entwickelten Zuchtlinien wurde zusätzlich in das Forschungsprogramm genommen. Dabei wurde auf Vorkenntnisse im LLFG zurückgegriffen. Die generierten Ergebnisse sind sehr wertvoll für die Bewertung des Zuchtmaterials. Der methodische Ansatz wird als sehr effektiv bewertet.

7. Zusammenfassung

Das abgeschlossene FuE- Projekt kann insgesamt als sehr erfolgreich betrachtet werden. Alle geplanten Projektziele sind im Wesentlichen erreicht worden. Das übergeordnete Projektziel - Pre-Breeding und Etablierung eines Möhrenzüchtungsprogramms für verschiedenfarbige Möhren bei Fa. satimex – ist umgesetzt worden. Projektpartner satimex steht mit Projektabschluss auf sehr breiter Basis ein Zuchtmaterial in allen Farbvarianten der Möhre sowie umfangreiches Datenmaterial als Grundlage einer zukünftigen Züchtung zur Verfügung.

Umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich des Resistenzverhaltens gegen *Alternaria* spp., sensorischer Parameter, flüchtiger Inhaltsstoffe sowie agronomischer Merkmale ermöglichten eine detaillierte Beschreibung und Bewertung der entwickelten Zuchtlinien und stellen eine wichtige Entscheidungshilfe für das zukünftige Zuchtprogramm dar. Darüber hinaus wurden aussichtsreiche Zuchtlinien unter Praxisbedingungen in Bio-Betrieben getestet, Daten zu Vermarktungschancen erhoben und eine Lagereignungsprüfung durchgeführt.

Es wird eingeschätzt, dass mit dem Projektabschluss ein umfangreiches Zuchtmaterial in allen geplanten Farbklassen zur Verfügung steht. Farb- und Formenvielfalt ist bereits ausreichend realisiert, weiterer Züchtungsbedarf besteht insbesondere bei der äußeren und inneren Wurzelqualität, der Schossfestigkeit und der Resistenz bzw. Toleranz gegen biotische und abiotische Stressfaktoren.

Eine wissenschaftliche Anschlussfähigkeit ist durch die extreme genetische Breite und morphologische Variabilität des entwickelten Zuchtmaterials gegeben, welche es für weitere wissenschaftliche Fragestellungen interessant macht. Forschungsansätze werden speziell in drei Richtungen gesehen: i) Verbesserung der Resistenz bei allen roten (Lycopin) Genotypen, ii) Aufklärung des genetischen Hintergrundes der Blühinduktion zur Verbesserung der Schossresistenz und iii) Entwicklung von molekularen Markern für Aromakomponenten der Möhre auf der Basis sensorischer und chemisch analytischer Untersuchungen.

8. Literaturverzeichnis

- AMI (2012). AMI Markt Bilanz Gemüse 2012. ISSN 1869-8905
- Baranska M, Schulz H, Baranski R, Nothnagel T, Christensen L.P. (2005). In situ simultaneous analysis of polyacetylenes, carotenoids and polysaccharides in carrot roots. *J. Agric. Food Chem.* 53: 6565-6571.
- Baranska M, Baranski R, Schulz H, Nothnagel T. (2006). Tissue-specific accumulation of carotenoids in carrot roots. *Planta* **224**: 1028-1037.
- Baranski R, Maksylewicz-Kaul A, Kaminska I, Leja M, Schulz-Witte J, Schulz H, Nothnagel T, Carle R. (2010). Characterisation of carrots of various root colour. *Ecological Chemistry and Engineering* **17**, 1053-1059.
- Baranski R, Baranska M, Schulz H, Simon P, Nothnagel T. (2006). Single seed raman measurements allow taxonomical discrimination of *Apiaceae* accessions collected in gene banks. *Biopolymers* **81**: 497-505.
- Cardoso HG, Campos MD, Costa AR, Campos MC, Nothnagel T, Arnoldt-Schmitt B. (2009). Carrot alternative oxidase gene AOX2a demonstrates allelic and genotypic polymorphisms in intron 3. *Physiol. Plant.* **137**: 592-608.
- Frese L, Nothnagel T. (2008). *Daucus* species promise a glossy future in carrot production. *Crop wild relative* **6**: 4-7.
- Hoberg E, Ulrich D. (2006) Quality of old and new carrot cultivars from ecological cultivation. In: *Flavour Science. Recent Advances and Trends*. Eds.: Bredie, W.; Petersen, M.A. Elsevier B. V., pp 545-548.
- IPGRI (1998). Descriptors for wild and cultivated Carrots (*Daucus carota* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rom, Italy, ISBN 92-9043-392-2.
- Kramer M, Bufler G, Nothnagel T, Carle R, Kammerer DR. (2012a) Effects of cultivation conditions and cold storage on polyacetylene contents of carrot (*Daucus carota* L.) and parsnips (*Pastinaca sativa* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **87**: 101-106.
- Kramer M, Maksylewicz-Kaul A, Baranski R, Nothnagel T, Carle R, Kammerer DR. (2012b). Effects of cultivation year and growing location on the phenolic profile of differently coloured carrot cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality* **85**: 235-247.
- Nothnagel T, Frese L. (2004). Partner final report, Final technical report 2003 CEC Contract no: GenRes-CT99-105. In: ASTLEY, D.: *The future of European carrot: A program to conserve, characterise, evaluate and collect carrot and wild species*, HRI Wellesbourne, Warwick, 19-29.
- Nothnagel T, Baranski R. (2005). Evaluation of *Daucus* genetic resources for resistance to leaf fungal diseases. *Umbelliferae Improvement Newsletter* **15**: 7-9.
- Schulz-Witte J, Schulz H, Ulrich D, Kammerer DR, Carle R, Nothnagel T. (2009). Evaluierung genetischer Ressourcen von *Daucus carota* L. als Quelle gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe. 2. Nachwuchswissenschaftlerforum 17.-19.11.2009 in Berlin Dahlem. *Julius-Kühn-Archiv* **424**: 28-29 (2009)
- Simon PW, Freeman RE, Vieira JV, Boiteux LS, Briard M, Nothnagel T, Michalik B, Kwon YS. (2008). Carrot. In: Prohens J. and Nuez F., *Handbook of Plant Breeding, Volume 2, Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae*. Springer, 327-357.
- Ulrich D, Nothnagel T. (2006). Effective screening of aroma pattern in carrots. *Acta Hort.* **712**: 907-910.
- Ulrich D, Nothnagel T, Dunemann F. (2012). Assessment of aroma quality by holistic analysis methods. *Acta Hort.* **944**: 23-27.
- UPOV (2004). Carrot (*Daucus carota* L.). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Geneva, TG/49/7 – 2004-03-31.

9. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen und Präsentationen zum Projekt

- Nothnagel T (2012) Feldbesichtigung und Diskussion in Bernburg: Landwirtschaftsminister Dr. H.O. Aekens, Bund der Steuerzahler, Presse (02. August 2012)
- Fischer F. (2012) Vorstellung des Forschungsprojektes beim Tag der offenen Tür in der LLFG Difturt (01. September 2012)
- Nothnagel T, Krämer R, Ulrich D (2013) Möhren für den Biolandbau – Krankheitsresistenz und sensorische Qualität von Biomöhren. Meeting der Senatsarbeitsgruppe Ökologischer Landbau, 24.-25. Januar 2013, VTI – Dummerstorf (*Vortrag*)
- Nothnagel T, Krämer R, Ulrich D (2013) Züchtungsforschung für den Ökolandbau – Beispiel Möhre. 13.-16. Februar, BioFach2013, Nürnberg (*Poster*)
- Ulrich D, Nothnagel T (2013) Sensorik in der Pflanzenzüchtung. 13.-16. Februar, BioFach2013, Nürnberg (*Poster*)
- Krämer R, Nothnagel T, Ulrich D (2013) Black rot caused by *Alternaria radicina* in colored carrots. 36th International Carrot Conference, August 15-17, 2013, Madison, WI, USA (*Vortrag*)
- Nothnagel T, Krämer R, Ulrich D (2013) Breeding coloured carrots for organic production. 36th International Carrot Conference, August 15-17, 2013, Madison, WI, USA (*Poster*)
- Nothnagel T (2013) Pre-breeding and carrot wild relatives (CWRs) in Germany. Global Crop Diversity Trust - Workshop on the use of carrot crop wild relatives. 2013-08-17, Madison, WI, USA (*Vortrag*)
- Nothnagel T, Krämer R, Ulrich D (2013) Mehr als nur die Farbe – Bunte Möhren in der Züchtungsforschung. ForschungsReport Spezial Ökologischer Landbau 2013, **2**: 16-17
- Nothnagel T, Krämer R, Ulrich D (2014) Mehr als nur die Farbe – Bunte Möhren in der Züchtungsforschung. Nachdruck genehmigt für: www.oekolandbau.nrw.de

II. Anhang zum Schlussbericht:

Tab.1A: Abstammung des Ausgangsmaterial verschiedenfarbiger Möhren welches im vorliegenden FuE-Projekt verwendet wurde

PG	Abstammung ¹		Wurzelfarbe ²	Selektionsstufe ³
	Genbank / Akzession	Landrasse, Sorte, Zuchtlinie		
OB-2011-01	WGRU / 3931	Persia No. 242	y-y	EPN -I ₂
OB-2011-02	DAU / 52121	Landrasse	o-oy	EPN -I ₂
OB-2011-03	MKS	Hakata Kintoki	r-r	I ₂ -Pop
OB-2011-04	MKS	China Yellow	y-y	I ₂ -Pop
OB-2011-05	MKS	Kokubu Senko	o-o	I ₂ -Pop
OB-2011-06	MKS	Sapporo Futo	o-o	I ₂ -Pop
OB-2011-07	BVRC / BL-H119	Landrasse	(p)o-o	I ₂ -Pop
OB-2011-08	WGRU / 8720	White Belgian	w-w	I ₂ -Pop
OB-2011-09	WGRU / 10146	Gajar -Landrasse	r-r, r-y	I ₂ -Pop
OB-2011-10	BL-JKI-1	JKI-Selektion	(p)o-y	I ₂ -Pop
OB-2011-11	BL-JKI-1.1	JKI-Selektion	(p)o-y	I ₂ -Pop
OB-2011-12	WGRU / 7172	D.c. Carrot	p-y	I ₂ -Pop
OB-2011-13	WGRU / 13912	D.c. Purple Carrot	p-o, p-y, p-p	I ₂ -Pop
OB-2011-14	WGRU / 13405	Mestnaya-Landrasse	w-w	I ₂ -Pop
OB-2011-15	DAU / 437	Senta	o-o	I ₂ -Pop
OB-2011-16	WGRU / 8720	White Belgian	w-w	I ₂ -Pop
OB-2011-17	DAU / 333	Yellow Belgian	y-ly	I ₂ -Pop
OB-2011-18	WGRU / 10197	Bitolski	o-o	EPN -I ₁
OB-2011-19	WGRU / 10146	Gajar-Landrasse	ly-ly	EPN -I ₁
OB-2011-20	WGRU / 13405	Mestnaya-Landrasse	seg	I ₂ -Pop
OB-2011-21	WGRU / 10146	Gajar-Landrasse	r-r	I ₂ -Pop
OB-2011-22	WGRU / 6752	Shahpur Special	r-r,r-y	I ₂ -Pop
OB-2011-23	WGRU / 13405	Mestnaya-Landrasse	y-y	I ₂ -Pop
OB-2011-24	WGRU / 13405	Mestnaya-Landrasse	p-p	I ₂ -Pop
OB-2011-25	WGRU / 10626	Stratova	o-o	I ₂ -Pop
OB-2011-26	WGRU / 13405	Mestnaya-Landrasse	o-seg	I ₂ -Pop
OB-2011-27	WGRU / 10146	Gajar-Landrasse	y-seg	I ₂ -Pop
OB-2011-28	WGRU / 6755	Pusa Kesar	r-r,r-y	I ₂ -Pop
OB-2011-29	WGRU / 6755	Pusa Kesar	seg	I ₂ -Pop
OB-2011-30	WGRU / 6754	Panipat Special	p-o, seg	I ₂ -Pop
OB-2011-31	WGRU / 6754	Panipat Special	y-y	I ₂ -Pop
OB-2011-32	BL-JKI-2	Pusa Kesar	r-seg	I ₂ -Pop
OB-2011-33	BL-JKI-3	Shapur Special	r-seg	I ₂ -Pop
OB-2011-34	WGRU / 6754	Panipat Special	r-seg	I ₂ -Pop
OB-2011-35	WGRU / 10331	KINTOKI	r-r,r-y	EPN -I ₁
OB-2011-36	WGRU / 10208	RED CARROT	o-o	EPN -I ₁
OB-2011-37	WGRU / 13913	PURPLE CARROT	p-p	EPN -I ₁
OB-2011-38	DAU / K220	Landrasse, Afghanistan	y-y	EPN -I ₁
Standard 1	St. 237989	satimex - Nantes	o-o	ZL
Standard 2	St. 230579	satimex - Flakkee	o-o	ZL

¹ WGRU - Warwick Genetic Resources Unit, Warwick University, Wellesbourne, Great Britain; DAU - Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, IPK-Gatersleben, Germany; BL-JKI.. - Zuchtmaterial aus JKI; MKS – Mikado Kyowa Seed Co. Ltd., Chosei, Japan; BVRC – Beijing Vegetable Research Center, Beijing, China;

² (Periderm) Phloem - Xylem; w-weiss, y-gelb, o-orange, r-rot, p-purple, l-hell..., seg-spaltend

³ EPN-Einzelpflanzennachkommenschaft, I-Inzuchtstufe, ZL-Zuchtlinie

Tab. 2A: Bio-Gartenbaubetriebe aus Sachsen – Anhalt die an der Studie im Rahmen des FuE-Projektes teilgenommen haben und wichtige Standortkriterien

	Bio-Gartenbaubetriebe (Sachsen-Anhalt)	email- Adresse	2012	2013	2014	Boden- art*	Ackerzahl	Niedersch. LM (mm)	Temp. LM** (°C)
A	Ökologischer Gartenbau 38822 Halberstadt OT Klein Quenstedt	t.handrik@gmx.de	x	x	x	Lö	98	450	9,4
B	Öko – Gartenbau Godenhart / Pirke 39326 Loitsche	oeke-gartenbau@t-online.de	x	x	x	sL	~60	558	8,6
C	Börde Gärtnerei 39343 Erleben	boerdegartnerei@gmx.de	x		x	sL	70	520	9,5
D	Biotopia 06333 Stadt Arnstein OT Greifenhagen	Info@biotopia-greifenhagen.de		x	x	sL	52	480	8,3
E	Gartenbaubetrieb Thomas Weißmeyer 39164 Wanzleben OT Hohendodeleben	info@biohof-weissmeyer.de		x	x	Lö	98	500	10
F	Bio-Gut Stichelsdorf 06188 Landsberg Ortsteil Stichelsdorf	info@biogut-stichelsdorf.de		x		Lö	75	562	9,6

*Lö – Lössboden, sL- sandiger Lehm; **LM – langjähriges Mittel

Tab. 3A: Versuchsrelevante Daten der einzelnen Biobetriebe

Betrieb	2012 Aussaat/Ernte	2013 Aussaat/Ernte	2014 Aussaat/Ernte	Reihen- abstand (cm)	Aussaat- verfahren	Saatstärke (Korn / lfm)	Anbau	Beregnung
A	19.04.-16.08.	30.04.-04.09.	20.04.-03.09.	32	Drillsaat	100	Flachbeet	Ja
B	08.05.-19.09.	30.04.-14.08.	08.04.-13.08.	50	Drillsaat	100	Flachbeet	Ja
C	08.05.- Umbr.		23.04.-20.08.	40	Drillsaat	70-80	Flachbeet	Ja
D		21.05.-27.08.	03.04.-24.07.	75	Drillsaat	120	Dammkultur	Ja
E		16.06.-09.10.	02.06.-07.10.	30	Drillsaat	75	Flachbeet	Ja
F		06.06.-01.10.		40	Handsaat	100	Flachbeet	Nein

Tab. 4A: Übersicht der in den Feldversuchen erfassten morphologischen und agronomischen Merkmale. Die Bonituren orientieren sich nach den Richtlinien der UPOV (2004) sowie den IPGI (1998) Richtlinien zur Beschreibung genetischer Ressourcen. Die aufgeführten Merkmale wurden bei allen Parzellen erfasst und ausgewertet, der Datensatz steht den Projektpartnern zur Verfügung.

	Boniturmerkmale	Code
	Bestandsbonitur (je Parzelle)	
1	Sämlingsauflauf /Bestandsdichte in %	
2	Position der Wurzel im Boden	
3	Blattfarbe im Bestand (Homogenität)	IPGRI 7.1.16
4	Blattgliederung (Homogenität)	IPGRI 7.1.14
5	Bestandhöhe in (cm)	IPGRI 7.1.10
6	Auftreten von Schossern (Datum + %)	IPGRI 7.2.3-4
	Bewertung des Gesundheitszustandes (jeParzelle)	
7	Blattlausbefall (allgemein)	
8	Auftreten von <i>Alternaria</i> / <i>Cercospora</i> - Symptomen	IPGRI 10.3.1/6

9	Auftreten von Falschem Mehltau	IPGRI 10.3.11
	Erntebonitur (je Parzelle)	
10	Anzahl marktfähige Möhren	
11	Gewicht marktfähiger Möhren in (g)	
12	Anzahl beiniger Möhren	
13	Gewicht an beinigen Möhren in (g)	
14	Anzahl geplatzter Möhren	
15	Gewicht an geplatzten Möhren in (g)	
16	Anzahl Möhren mit Übergrösse	
17	Gewicht an Möhren mit Übergrösse in (g)	
18	Anzahl Schosser	
19	Gewicht an Schossern in (g)	
20	Anzahl kranke Möhren	
21	Gewicht kranker Möhren in (g)	
22	Anzahl Möhren mit Mäusefrass	
23	Gewicht an Möhren mit Mäusefrass in (g)	
24	Anzahl Möhren mit Erntebeschädigung	
25	Gewicht an Möhren mit Erntebeschädigung in (g)	
	Wurzelbonitur (10 Einzelmöhren)	
26	Form der Wurzelschulter	IPGRI 7.4.16
27	Grünverfärbung der Schulter	IPGRI 7.4.17
28	Anthozyanverfärbung der Schulter	IPGRI 7.4.18
29	Wurzeloberfläche	IPGRI 7.4.11
30	Wurzelfarbe aussen (Rinde)	IPGRI 7.4.22
31	Wurzelfarbe aussen (Phloem)	IPGRI 7.5.5
32	Wurzelfarbe innen (Xylem)	IPGRI 7.5.7
33	Durchmesser Xylem	IPGRI 7.5.6
34	Grünanteil Xylem	IPGRI 7.5.7.1
35	Wurzelform	IPGRI 7.4.14 / 19
36	Wurzelspitze	IPGRI 7.4.20-21
37	Wurzelgewicht (g)	
38	Wurzellänge (cm)	
39	Wurzeldurchmesser oben (mm)	
40	Wurzeldurchmesser - 1cm von unten (mm)	

Zusammengefasste Ergebnisse der Feldversuchen (Praxisbetriebe) für 2012, 2013, 2014

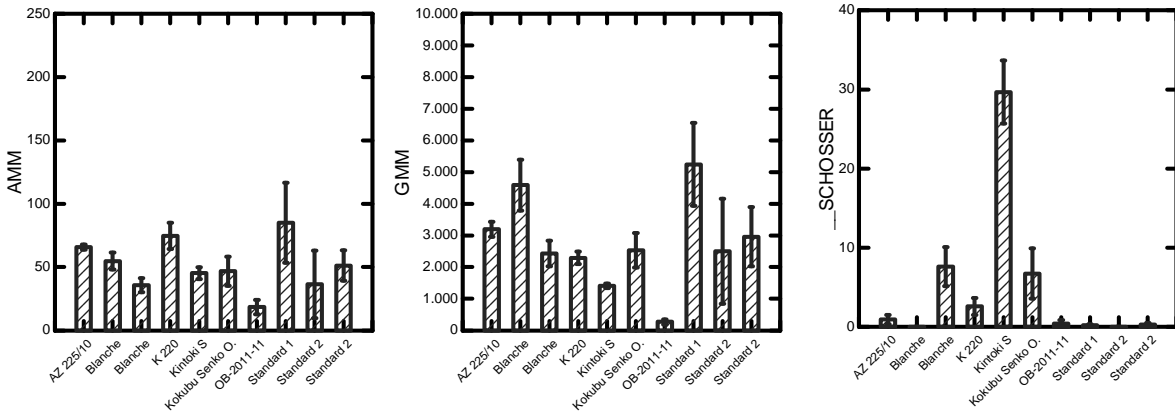


Abb. 1A: Mittlere Anzahl marktfähiger Möhren (AMM St./Parz., links), mittlerer Masseertrag an marktfähigen Möhren (GMM in g/Parz., Mitte) sowie der relative Anteil an ‚Schossern‘ (rechts) in 2012. (Zusammengefasste Daten aus zwei Betrieben)

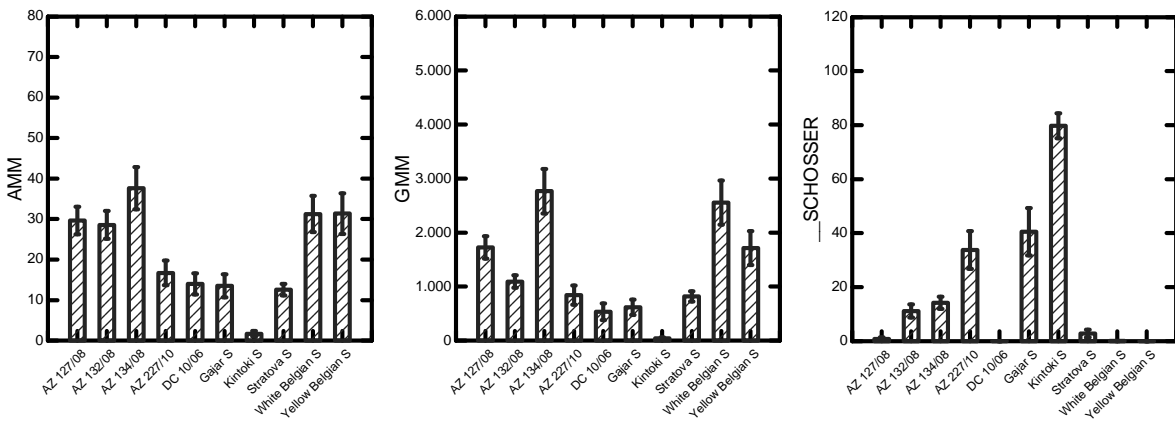


Abb. 2A: Mittlere Anzahl marktfähiger Möhren (AMM St./Parz., links), mittlerer Masseertrag an marktfähigen Möhren (GMM in g/Parz., Mitte) sowie der relative Anteil an ‚Schossern‘ (rechts) in 2013. (Zusammengefasste Daten aus vier Betrieben)

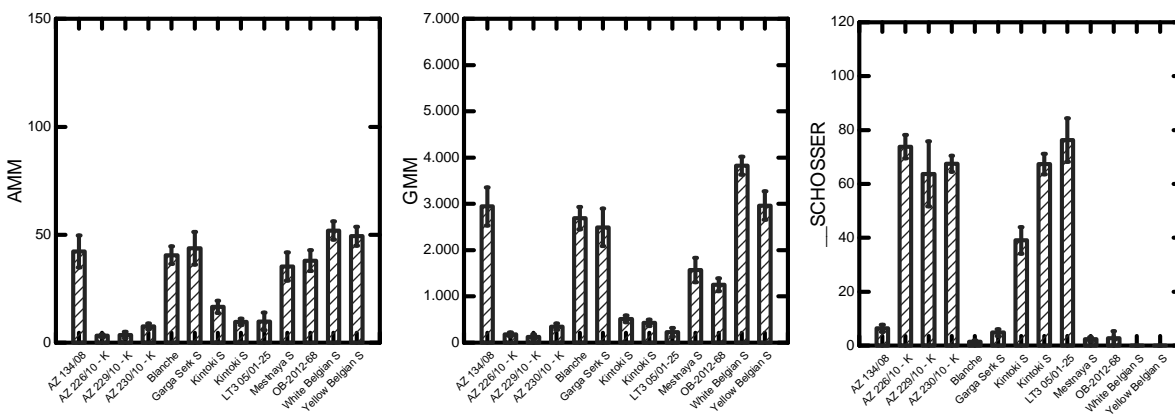
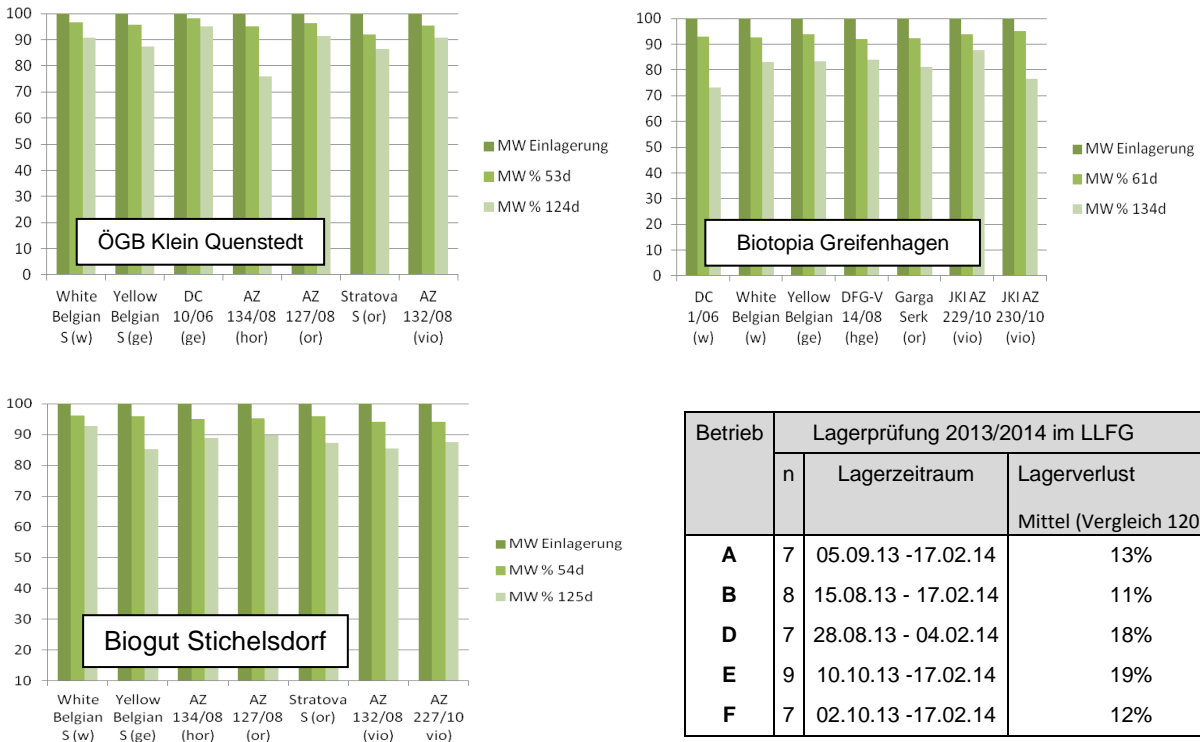


Abb. 3A: Mittlere Anzahl marktfähiger Möhren (AMM St./Parz., links), mittlerer Masseertrag an marktfähigen Möhren (GMM in g/Parz., Mitte) sowie der relative Anteil an ‚Schossern‘ (rechts) in 2014. (Zusammengefasste Daten aus fünf Betrieben)

Lagerversuche im LLFG



Betrieb	Lagerprüfung 2013/2014 im LLFG		
	n	Lagerzeitraum	Lagerverlust
			Mittel (Vergleich 120d)
A	7	05.09.13 - 17.02.14	13%
B	8	15.08.13 - 17.02.14	11%
D	7	28.08.13 - 04.02.14	18%
E	9	10.10.13 - 17.02.14	19%
F	7	02.10.13 - 17.02.14	12%

Abb. 4A: Ergebnisse der Lagerprüfung mit Möhrenzuchtlinien die in Praxisbetrieben angebaut wurden.
 Tab. 5A: Übersicht über die Lagerprüfung 2013/2014 im LLFG

Tab. 6A: Überblick über die erzeugten Zuchtlinien im Rahmen der Saatgutproduktion

Material	Vermehrung ¹	JKI	satimex
Populationen nach PMA ²	GK	35	21
Populationsramsche (PMA nach Kreuzung)	GK	5	4
I ₁ – Linien (EPN) ³	GWH	11	9
F ₁ (EPN-Primärkreuzungen)	GWH	52	8
F ₂ - Linien (EPN)	GWH	121	47
F ₃ –Linien (EPN)	GWH	61*	13*

¹GK – Gazekabine/Folie (Feld); GWH – Gewächshaus; ²PMA - positive Massenauslese;
³EPN-Einzelpflanzennachkommenschaft; *Stand: 12/2014



Abb. 6A: Obere Bildreihe: Pflanzenbestand der Pflanzlingsanzucht am LLFG-Standort Bernburg am 24.08.2012 (o.l.) und zur Ernte am 11.09.2012 (o.r.). Mittlere Bildreihe: Bestandsaufnahmen in den Praxisbetrieben. Links Feldbestand Standort Loitsche (24.07.12), Mitte und rechts Aufnahmen am Standort Klein Quenstedt (24.07.12). Deutlich erkennbar sind einzelne Zuchtlinien mit hohem Schosseranteil. Untere Bildreihe: Beispiele für Zuchtlinien in den Farben gelb, violett und rot.



Abb. 7A: Pflanzlingsanzucht und Selektion am Standort in Bernburg. Isolierkabine für Möhrensamentträger (rechts)



Abb. 8A: A: Fa. T. Weißmeyer (Hohendodeleben, 31.07.13); B: Fa. Biotopia (Arnstein, 26.08.13); C: Fa. Handick (Klein Quenstedt, 31.07.13); D: Bio-Gut-Stichelsdorf (Stichelsdorf, 09.08.13); E: Öko-Gartenbau (Loitsche, 08.08.13); F-I Erntegut verschiedener Zuchtlinien von unterschiedlichen Standorten



Abb. 9A: Samenträgerbestand im Gewächshaus der Firma satimex mit Fliegeneinsatz (l.) und Kleinisolierung am Standort in Bernburg mit Bieneneinsatz (r.)

Abb. 10A: Fragebogen zur Konsumentenbefragung. Die Fragebögen wurden den Praxisbetrieben übergeben mit der Bitte, sie an die Konsumenten farbiger Möhren zu verteilen und ausgefüllt wieder zurückzusenden

Konsumentenbefragung 2012 zum Kauf farbiger Möhren		
Vermarkter		
Welche Farbvariationen haben Sie heute gekauft?		
<hr/>		
Wie schätzen Sie die gekauften farbigen Möhren ein, z.B. hinsichtlich		
	positiv	negativ
Aussehen	•	•
Geschmack	•	•
sonstiges? _____	•	•
_____	•	•
Haben Sie sich für den Kauf der farbigen (und nicht orangen) Möhren entschieden wegen		
<ul style="list-style-type: none"> • guter Erfahrungen bei einem früheren Kauf • der anderen Inhaltsstoffe • des besseren Geschmacks • des interessanten Aussehens, der Formenvielfalt • ohne besonderen Grund? (gern auch mehrere Angaben!)		
Werden Sie wieder farbige Möhren kaufen?		
• ja		• nein
Sonstige Bemerkungen:		
<hr/>		
<hr/>		
Vielen Dank für Ihre Unterstützung!		

III. Merkblatt mit den Projektergebnissen

1. Allgemeine Angaben zum Projekt

Ziel des Projektes war die Entwicklung von samenechtem Möhrenzuchtmaterial für den Bioanbau, speziell für den Nischenbereich – verschiedenfarbige Möhren. Als Ausgangsmaterial sollten dabei Möhrenphänotypen dienen, welche in einem DFG-Vorläuferprojekt am JKI aus umfangreichen Genbankherkünften selektiert worden waren.

Das Projekt war maßgeblich auf die züchterische Weiterentwicklung der genannten Phänotypen bis zum Niveau der möglichen Sortenanmeldung beim Bundessortenamt fokussiert. Der Pre-Breeding Bereich wurde als Kooperationsprojekt im Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen (JKI) und der Fa. satimex realisiert und schloss intensive Selektionsarbeiten, die Prüfung der Leistungsfähigkeit, der Qualität (Inhaltsstoffe, Sensorik) sowie der Widerstandsfähigkeit gegen Pilzkrankheiten (z. B. *Alternaria* spp.) ein.

Parallel zum Züchtungsaufbau wurde eine Prüfung von aussichtreichen Möhrenlinien unter Praxisbedingungen in ausgewiesenen Biolandbaubetrieben mit eigener Vermarktung unter Anleitung der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) durchgeführt. Die Auswertung der Labor und Praxisergebnisse wurde zur Abschätzung des Potentials der entwickelten Zuchtlinien vor einer möglichen Sortenanmeldung genutzt.

2. Bedeutung der Thematik für die Praxis

Literaturrecherchen, Berichte in den Medien sowie die durchgeführten Versuche in den Biobetrieben zeigen ein stabiles Konsumenteninteresse an farbigen Möhren. Während die internationalen Züchterhäuser F_1 - Hybridsorten im Farbmöhrenbereich anbieten, sind samenfeste Sorten kaum zu finden. Für Biolandbaubetriebe die nach ihren Richtlinien keine F_1 - Hybriden verwenden dürfen oder wollen, ist es derzeit äußerst schwierig entsprechendes Saatgut zu beschaffen.

Die im Projektrahmen getesteten Genbankherkünfte (alte Sorten und Landrassen) decken zwar grundsätzlich alle Farbbereiche ab, sie entsprechen aber in Leistungsfähigkeit und Qualität nicht dem gegenwärtig geforderten Niveau, sodass ohne einen erheblichen züchterischen Input eine Wiedereinführung am Markt nicht zu erwarten ist.

Im Projektrahmen wurden für die Fa. satimex die zuchtmethodischen Voraussetzungen geschaffen, zukünftig Möhrenzüchtung für den Bioanbau einschließlich Farbmöhrensektor durchzuführen. Für den Bioanbau steht damit zukünftig Fa. satimex als deutscher Ansprechpartner aus der Züchtung zur Verfügung.

3. Kurzfassung der Ergebnisse

Das abgeschlossene FuE- Projekt kann insgesamt als sehr erfolgreich betrachtet werden. Alle geplanten Projektziele sind im Wesentlichen erreicht worden. Das übergeordnete Projektziel - Pre-Breeding und Etablierung eines Möhrenzüchtungsprogramms für verschiedenfarbige Möhren bei satimex – ist umgesetzt worden. Dem Projektpartner satimex steht mit Projektabschluss auf sehr breiter Basis ein Zuchtmaterial in allen Farbvarianten der Möhre sowie ein umfangreiches Datenmaterial als Grundlage einer zukünftigen Züchtung zur Verfügung.

Umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich Resistenzverhalten gegen *Alternaria* spp., sensorischer Parameter, flüchtiger Inhaltsstoffe sowie agronomischer Merkmale ermöglichten eine detaillierte Beschreibung und Bewertung der entwickelten Zuchtlinien und stellen eine wichtige Entscheidungshilfe für das zukünftige Zuchtprogramm dar. Darüber hinaus wurden aussichtreiche Zuchtlinien unter Praxisbedingungen in Bio-Betrieben getestet, Daten zu Vermarktungschancen erhoben und eine Lagereignungsprüfung durchgeführt.

Es wird eingeschätzt, dass mit dem Projektabschluss ein umfangreiches Zuchtmaterial in allen Farbklassen zur Verfügung steht. Farb- und Formenvielfalt ist bereits ausreichend realisiert, weiterer Züchtungsbedarf besteht insbesondere bei der äußeren und inneren Wurzelqualität, der Schossfestigkeit und der Resistenz bzw. Toleranz gegen biotische und abiotische Stressfaktoren. Eine wirtschaftliche Anschlussfähigkeit des Projektes wird durch die Fa. satimex in Form von Sortenzulassungen auf Basis des entwickelten Materials als realistisch gesehen. Derzeit sind drei Zuchtlinien in der Vorprüfung für eine mögliche Sortenzulassung. Die Anmeldung einer violetten Zuchtlinien für die Sortenzulassung beim BSA wird gegenwärtig vorbereitet und ist für 2016 vorgesehen.

Eine wissenschaftliche Anschlussfähigkeit ist durch die extreme genetische Breite und morphologische Variabilität des entwickelten Zuchtmaterials gegeben, welche es für weitere wissenschaftliche Fragestellungen interessant macht. Forschungsansätze werden speziell in drei Richtungen gesehen: i) Verbesserung der Resistenz bei allen roten (Lycopin) Genotypen, ii) Aufklärung des genetischen Hintergrundes der Blühinduktion zur Verbesserung der Schossresistenz und iii) Entwicklung von molekularen Markern für Aromakomponenten der Möhre auf der Basis sensorischer und chemisch-analytischer Untersuchungen.

4. Empfehlungen für die Praxis und Beratung

Für Biobetriebe die keine F₁ - Hybridsorten einsetzen wollen, ist die Produktion von Sortimenten verschiedenfarbiger Möhren schwierig, da samenfeste verschiedenfarbige Möhrensorten derzeit nur bedingt verfügbar sind oder nicht den geforderten Qualitäten entsprechen.

5. Kontaktdaten (Projektleiter, Projektpartner)

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
 Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen
 Erwin Baur Str. 27
 D-06484 Quedlinburg
 Dr. Thomas Nothnagel (Projektleiter)
Thomas.nothnagel@jki.bund.de
 +49 3946 47430

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
 Zentrum für Gartenbau und Technik
 Feldmark rechts der Bode 6
 D-06484 Quedlinburg
 Dipl. Ing. Thomas Schlegel
Thomas.Schlegel@lflg.mlu.sachsen-anhalt.de
 +49 3946 970427

satimex Züchtersaaten GmbH
 Groß Orden 19
 D-06484 Quedlinburg
 Dipl. Ing. Eike Kampe
zucht@satimex.de
 +49 3946 689739

6. Hinweis auf Darstellung der Projektergebnisse auf www.bundesprogramm.de und www.orgprints.org

Der Forschungsbericht und generierte Veröffentlichungen werden zeitnah unter o.g. web Adressen eingestellt und verfügbar sein.

7. Angaben zur Förderung im BÖLN

Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wurde im Rahmen des BÖLN für den Bereich „Pflanzenzüchtung für den ökologischen Landbau“ gefördert.