

Radicchio und Zuckerhut (*Cichorium intybus var. Foliosum*) - Entwicklung von Populationen und Züchtungsmethodik für den ökologischen Gemüsebau

Italian chicory and Sugarloaf (*Chicorium intybus var. foliosum*) - development of populations and evaluation of breeding methods useful for organic horticulture

FKZ: 10OE109

Projektnehmer:

Georg-August-Universität Göttingen
Abteilung Pflanzenzüchtung
Von Siebold Str. 8, 37075 Göttingen
Tel.: +49 551 39-4362
Fax: +49 551 39 4601
E-Mail: bhorneb@gwdg.de
Internet: <http://www.uni-goettingen.de/de/48115.html>

Autoren:

Becker, Heiko; Horneburg, Bernd

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.

**Georg-August-Universität Göttingen,
Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Pflanzenzüchtung
Von Siebold Str. 8, 37075 Göttingen**

Prof. Heiko C. Becker und Dr. Bernd Horneburg

**Verbundprojekt
Radicchio und Zuckerhut (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) -
Entwicklung von Populationen und Züchtungsmethodik für den
ökologischen Gemüsebau**

**Teilprojekt Uni Göttingen 2810OE109
Laufzeit 12.4.2011 bis 1.9.2014**

Abschlussbericht

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
1.1 Gegenstand des Vorhabens	
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN	4
1.3 Planung und Ablauf des Projektes	4
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	5
3. Material und Methoden	6
4. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	12
5. Diskussion der Ergebnisse	26
6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse	28
7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	29
8. Zusammenfassung	29
9. Literaturverzeichnis	31
10. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.), bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse	31

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Im Projekt verwendete Genotypen und ihre Herkunft	7
Abb. 1: Blattformen von Zuckerhut und Radicchio	8
Tab. 2: Diverse Populationen Radicchio und Zuckerhut für die ökologische Züchtung I	13
Tab. 3: Diverse Populationen Radicchio und Zuckerhut für die ökologische Züchtung II	15
Tab. 4: % überlebende Pflanzen in Abhängigkeit von der Art der Überwinterung 2011/2012	17
Tab. 5: % überlebende Pflanzen in Abhängigkeit von der Art der Überwinterung 2012/2013	18
Tab. 6: Frischgewicht, Kopfdurchmesser, Blattrandnekrose und Schosser im Mittel der drei Prüferte mit und ohne Inzucht	19
Tab. 7: Radicchio Variegata di Chioggia im einortigen Vergleich von Population, Vollgeschwistern und Selbstung auf dem Kamp 2013	20
Tab. 8: Varianzkomponenten für Frischgewicht, Kopfdurchmesser, Blattrandnekrose und Schosser im Vergleich +/- Inzucht	21

Abb. 2: Bonitur der Blattgröße in Herbst- und Frühanbau.	22
Abb. 3: Rosetten-Durchmesser in Herbst- und Frühanbau.	22
Abb. 4: Bonitur der Umblattstellung in Herbst- und Frühanbau.	23
Abb. 5: Deckungsgrad in Herbst- und Frühanbau.	23
Abb. 6: Kopfbildung in Herbst- und Frühanbau.	24
Tab. 9: Korrelationen im Herbstanbau	24
Tab. 10: Korrelationen im Frühanbau	24
Tab. 11: Kopfbildung und Schosser in Herbst- und Frühanbau	25

1. Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Zuckerhut und Radicchio bereichern das Spektrum der späten und lagerfähigen Freilandsalate im Gemüsebau. Das dem ökologischen Erwerbsanbau zur Verfügung stehende Sortenangebot ist sehr begrenzt. Es gibt nur wenige samenfeste Sorten bzw. Herkünfte. Diese entsprechen jedoch im Hinblick auf Einheitlichkeit, Kopffestigkeit und Widerstandsfähigkeit meist nicht den aktuellen Anforderungen des Erwerbsanbaues. Im Erwerbsanbau werden F_1 -Hybriden bevorzugt, die im Ertrag und in der Uniformität den Populationssorten (= offen abblühenden oder samenfesten Sorten) überlegen sind. F_1 -Hybriden nehmen stark zu; häufig sind sie zwar im Gemeinsamen Sortenkatalog der EU (2010) als solches gekennzeichnet, nicht aber in Katalogen der Saatgut anbietenden Unternehmen. Praxisanbauer schätzen gerade an Populationssorten gegenüber Hybridsorten den besseren Geschmack und damit die höhere Genussqualität.

Ein Aspekt, der neben der geringen Sortenauswahl die Züchtung von offen abblühenden Sorten dieser Salatkulturen dringend erscheinen lässt, ist die Entwicklung von CMS-Hybriden mittels Zellfusion im Bereich der Zichoriensalate. Diese Züchtungsmethode wird vom Weltdachverband IFOAM (2008) geächtet und als unvereinbar mit den Grundsätzen des ökologischen Anbaues angesehen. Daher stehen mit Hilfe dieser Technik entstandene Sorten für den ökologischen Erwerbsanbau nicht zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass die CMS-Hybriden zunehmend die „klassischen“ Hybriden und vielmehr noch die alten Populationssorten verdrängen werden. Damit reduzieren sich die Möglichkeiten einer den Anforderungen des Ökolandbaus entsprechenden *On-farm*-Züchtung, die gleichzeitig Anpassungs- und Neuzüchtung unter den Bedingungen des Ökolandbaus realisieren kann.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN

Ziel des Vorhabens ist die züchterische Entwicklung von Populationssorten der Zichoriensalate Radicchio und Zuckerhut (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) für den ökologischen Erwerbsgemüsebau. Wichtige Eigenschaften sind Ertrag und Ertragssicherheit, Einheitlichkeit, Pflanzengesundheit und sensorische Eigenschaften. Zuchtmethoden, die mit den Prinzipien und Richtlinien des Ökolandbaus vereinbar sind, werden geprüft und entwickelt.

Durch Selektion aus samenfesten Sorten und durch die Kreuzung ausgewählter Hybrid- und samenfester Sorten werden Populationen für die ökologische Züchtung entwickelt. Die Basis bilden Sortenvergleiche aus den Vorarbeiten der Jahre 2009 und 2010, die durch den Einsatz der Abteilung Pflanzenzüchtung, der Bingenheimer Saatgut AG und von Kultursaat e.V. durchgeführt werden konnten. *Cichorium intybus* ist eine allogame Art mit biannuellem Lebenszyklus. Um die Züchtung zu optimieren, sollen

- 1) verschiedene Überwinterungsmethoden (mit Kopf, entblättert, zurückgeschnitten) verglichen werden,
- 2) das Inzucht-Risiko durch Vergleich von Selbstungs- mit Populations-Saatgut abgeschätzt werden und
- 3) Methoden zur Verkürzung des Lebenszyklus' entwickelt werden. Dazu wird in Feldversuchen untersucht, wie weit im Rosettenstadium erkennbare Merkmale bei sehr früher Aussaat mit dem Normalanbau im Herbst korrelieren. Durch Vernalisation und anschließende Kultur im beheizten Gewächshaus soll eine Methode zur Winter-annualen Kultur von Radicchio und Zuckerhut entwickelt werden.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Es soll geprüft werden, wie weit durch die Methoden der Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft und der positiven Massenauslese in diversen Populationen von Radicchio und Zuckerhut für den ökologischen Gemüsebau angepasste Sorten mit genügend hoher Einheitlichkeit und Anbauwürdigkeit entwickelt werden können.

Es soll bestimmt werden, wie weit im Rosettenstadium erkennbare relevante Merkmale (Umblattgröße und -stellung, Deckungsgrad, Färbung, sonstige Blattmorphologie) auch bei Pflanzung im Frühjahr selektiert werden können, um den Züchtungsgang zu beschleunigen.

Die Überwinterung von im Herbst selektierten Samenträgern soll optimiert werden.

Eine Methode zur Winter-annualen Kultur von im Herbst selektierte Einzelpflanzen durch Vernalisation und weiteren Kultur im beheizten Gewächshaus soll entwickelt werden. Damit könnte der Züchtungszyklus halbiert werden.

Das Ausmaß der Inzuchtdepression bei Radicchio und Zuckerhut soll bestimmt werden.

Durch das Projekt sollen

- diverse Populationen von Radicchio und Zuckerhut für die weitere Selektion zur Verfügung gestellt werden.
- Diese Populationen werden nach Projektende in der Erhaltungszuchtbank des Kultursaat e.V. gesichert (FKZ 06OE154; www.kultursaat.org/index.php); sie stehen für on-farm Züchtarbeit bereit.
- Die Optimierung der Überwinterung, Ergebnisse zum Inzucht-Risiko und Untersuchungen zur Verkürzung des biannualen Lebenszyklus werden für Neu- und Erhaltungszüchtung zur Verfügung stehen.
- Wissenstransfer in Praxis und Forschung wird über Züchtungstage, Praxistag, bei Tagungen (z.B. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, IFOAM-Konferenz) und Veröffentlichungen in Zeitschriften gewährleistet.
- Online-Veröffentlichungen wie die Online-Datenbank www.kultursaat.org werden genutzt.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

In der konventionellen Gemüsezüchtung hat sich in den letzten Jahrzehnten bei vielen Arten die Hybridzüchtung durchgesetzt. In der Regel sind Hybridsorten vor allem hinsichtlich Einheitlichkeit und Ertragsleistung heutigen Populationssorten überlegen. Diese Überlegenheit beruht nicht allein auf dem Heterosiseffekt der Hybridzüchtung sondern erscheint auch deshalb so groß, weil gleichzeitig Pflege und Entwicklung der bestehenden Populationssorten nicht weitergeführt worden sind.

Da *Cichorium intybus* keine 100%ige Hybridisierung zulässt (George 2009), streben konventionelle Züchterhäuser seit längerem an, mittels Zellfusion CMS-Plasma der Sonnenblume in Radicchio-Linien einzuführen, um CMS-Hybriden zu erzeugen (Lucchin et al. 2008). Diese Methode wird vom Weltdachverband IFOAM (2008) geächtet und als unvereinbar mit den Grundsätzen des ökologischen Anbaues angesehen. Daher stehen mit Hilfe dieser Technik entstandene Sorten für den ökologischen Erwerbsanbau nicht zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass die CMS-Hybriden zunehmend die „klassischen“ Hybriden und vielmehr noch die alten Populationssorten verdrängen werden.

Eigene, bereits als Vorleistung für dieses Vorhaben durchgeführte Sortenvergleiche zeigten, dass unter den Populationssorten bzw. Herkünften viel versprechendes Ausgangsmaterial zu finden ist. Getestet wurden je knapp 30 Hybrid- und samenfeste Sorten von Radicchio und Zuckerhut aus dem Handel, dem Sortenarchiv von Arche Noah / Österreich, privater Erhaltung und der Erhaltungszuchtbank des Kultursaat e.V. Im Öko-Zuchtgarten der Universität Göttingen traten 2009 und 2010 *Alternaria*-Infektionen auf, die eine Selektion auf Genotypen mit Feldresistenz zuließen.

Radicchio und Zuckerhut sind zweijährige Kulturpflanzen. Zur Optimierung der Züchtung ist es sinnvoll, zu prüfen, an welchen Punkten erfolgreich mit einem einjährigen Zyklus gearbeitet werden kann.

(Nicht nur) in *on-farm*-Züchtungsprogrammen wird auch bei Fremdbefruchtern häufig mit sehr kleinen Gruppen von Elitepflanzen gearbeitet. Dem erwünschten Effekt der strengen Auslese steht die Gefahr der Inzuchtdepression entgegen. Durch die Bestimmung des Ausmaßes der Inzuchtdepression kann die Selektion effektiver

gestaltet werden. Bei *Cichorium intybus* sind sowohl selbstfertile als auch selbstinkompatible Genotypen bekannt (Kiær et al. 2009, Eenink 1981).

Schutzrechte wurden nicht berührt.

3. Material und Methoden

Jungpflanzen-Anzucht und Topfkultur wurden im Öko-Gewächshaus am Department für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen durchgeführt. Für zusätzliche Versuche wurden zeitweise auch andere Gewächshaus-Abteile gemäß der Richtlinien für ökologischen Landbau genutzt. Als Substrat wurden verwendet Kleeschulte Anzuchtsubstrat organisch und Kleeschulte Substrat ohne Torf organisch.

Die Vernalisation erfolgte in einem Vernalisations-Container.

Die Zichorien wurden in Pikierschalen gesät und für Feldversuche in Multitopfplatten vom Typ QP 96 pikiert. Für Topfkultur wurde in QP 35 pikiert.

Freiland-Versuchsort wären ökologisch bewirtschaftete Flächen (Tönjeswinkel, Kamp) auf dem Reinshof unmittelbar südlich von Göttingen. Zusätzlich wurde in zwei Versuchen eine Fläche neben dem Öko-Gewächshaus genutzt (Institut), die über mehrere Jahre nicht mit Öko-Richtlinien-widrigen Mitteln behandelt worden war.

Die verwendeten Genotypen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Im Projekt verwendete Genotypen und ihre Herkunft

Nr.	Genotyp			Herkunft
1	Variegata di Castelfranco	Radicchio	Samenfest	Dreschflegel GbR
2	Orchidea Rossa	Radicchio	Samenfest	Franchi Sementi / Haase
3	Roter von Treviso	Radicchio	Samenfest	Franchi Sementi / Haase
3a	Rossa di Treviso	Radicchio	Samenfest	Dürr Samen
4	Variegata di Chioggia	Radicchio	Samenfest	Franchi Sementi / Haase
6	Roter Ball "Pagoda"	Radicchio	Samenfest	Franchi Sementi / Haase
6a	Palla Rossa sel. "Pagoda"	Radicchio	Samenfest	Franchi Sementi / Stochay
9	Palla di Fuoco Rossa	Radicchio	Samenfest	Arche Noah
10	Radicchio Rosso	Radicchio	Samenfest	Arche Noah
15	Variegata di Castelfranco	Radicchio	Samenfest	Arche Noah
35	Rouge de Chioggia	Radicchio	Samenfest	Germinance
19	Firestorm öko	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
20	Leonardo öko	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
21	Fiero öko	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
22	Palermo	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
23	Caspio	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
24	Indigo	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
25	Balou	Radicchio	Hybrid	Bejo Samen GmbH
5	Bianca di Bergamo	Zuckerhut	Samenfest	Franchi Sementi / Haase
30	Zuckerhut Costa	Zuckerhut	Samenfest	Hild Samen GmbH
31	Zuckerhut	Zuckerhut	Samenfest	Hild Samen GmbH
32	Zuckerhut Stamm Vatter	Zuckerhut	Samenfest	früher Haase, jetzt Arche Noah
34	Zuckerhut	Zuckerhut	Samenfest	Bingenheimer Saatgut AG
36	Fredeburg	Zuckerhut	Samenfest	Domäne Fredeburg
27	Uranus öko	Zuckerhut	Hybrid	Bejo Samen GmbH
28	Virtus öko	Zuckerhut	Hybrid	Bejo Samen GmbH
29	Jupiter	Zuckerhut	Hybrid	Bejo Samen GmbH

A) Entwicklung diverser Populationen für die ökologische Züchtung.

2010 in den Vorarbeiten angebaute und selektierte Elitepflanzen wurden überwintert und **2011** im Gewächshaus in Paaren bzw. Gruppen zur Kreuzung isoliert und zur Blüte gebracht. Zur Bestäubung wurden Fliegen eingesetzt, die sich mit ca. 10 Tagen Entwicklungszeit aus Maden aus dem Angelbedarf entwickelt hatten. Verwendet wurden quadratische 18 cm-Töpfe mit 5 l Volumen. Isoliert wurden die Pflanzen mit Moskitonetzen der Firma Ikea.

Da genügend Pflanzen und Genotypen vorhanden waren und zur Absicherung des Vorhabens wurden über den ursprünglich geplanten Umfang hinaus F_2 der besten Hybridsorten (Zuckerhut),

- 1 Kreuzung der besten Hybridsorten (Zuckerhut),
- Kreuzungen der besten samenfesten Sorten (Radicchio, Zuckerhut) und
- Kreuzungen zwischen besten Hybrid- und besten samenfesten Sorten (Radicchio, Zuckerhut) erstellt.

Da es bei der Überwinterung (besonders der Radicchio-Pflanzen) zu hohen Ausfällen kam, wurde zusätzlich eine Nachsaat gezogen, die im Gewächshaus abblühte.

Daraus wurden F_2 der besten Hybridsorten (Radicchio), 1 Kreuzung der besten Hybridsorten (Radicchio), und 6 Kreuzungen zwischen besten Hybrid- und besten samenfesten Sorten (Radicchio) gewonnen.

Einzelpflanzen-Auslesen wurden aus 4 Populationen samenfester Genotypen (Orchidea Rossa, Variegata di Chioggia, Bianca di Bergamo, Zuckerhut Hild) erstellt, die 2010 gewachsen waren. Saatgut wurde 2011 im Freiland unter Bestäubung durch Fliegen in Isolationskabinen gewonnen.

Zusätzlich konnten von dem Genotyp Variegata de Chioggia frostharte Pflanzen selektiert werden.

2012 wurden 15 Populationen Zuckerhut und 15 Populationen Radicchio am 8.6. gesät, am 15.6. pikiert und 12.7. fünfzeilig im Abstand von 33 x 33 cm in 2 Wiederholungen mit je 15 Pflanzen auf dem Reinshof (Tönjeswinkel) ausgepflanzt. Als Referenz und zur Prüfung, ob die Kreuzung gelungen war, wurden neben bzw. in der Nähe jeder Population die Elternsorten angebaut.

Erfasst wurden:

Blattgröße 28.8.2012: 1 = sehr klein, 9 = sehr groß; größte Blätter ca. 30 cm lang

Durchmesser 28.8.2012: Projektion auf Boden an der breitesten Stelle

Umblattstellung 28.8.2012: 1 = waagrecht 9 = senkrecht im Parzellenmittel.

Blattform 28.8.2012 nach Abbildung 1.

Kopfbildung 2.10.2012: 1 = keine Köpfe; 5 = geschlossen, aber leer; 9 = alle marktreif.

Homogenität der Kopfform 27.11.2012: 1 = inhomogen, 9 = homogen.

Kopffestigkeit 27.11.2012; 1 = sehr locker, 9 = sehr fest bei ausgewachsenen Köpfen.

Kopfgröße reifer Köpfe 27.11.2012: 1 = sehr klein, 9 = sehr groß.

Der Versuch blieb zur Bonitur der Winterhärte bis Ende März **2013** im Feld.

Weitere 6 Populationen wurden nicht getestet, da das Saatgut zur Aussaatzeit noch nicht reif war.

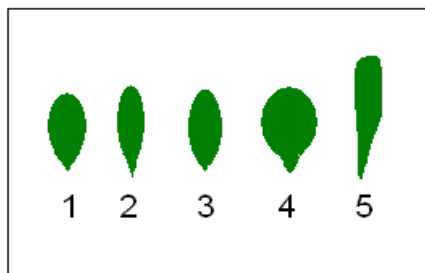


Abb. 1

Abb. 1: Blattformen von Zuckerhut und Radicchio

B) Die Überwinterung im Herbst selektierter Samenträger soll optimiert werden.

2011 wurde der Versuch am 8.6. gesät, am 16.6. pikiert, am 10.7. gepflanzt. Am Ende der Saison am 2. + 3. November wurden 4 Genotypen Zuckerhut (Uranus F₁, Jupiter F₁, Stamm Vatter, Domäne Fredeburg) mit je 24 Pflanzen und ein Genotyp Radicchio (Leonardo F₁) mit 48 Pflanzen getopft. Bei Radicchio wurde mit dem Bioland-Betrieb Rote Rübe - Schwarzer Rettich zusammen gearbeitet. Die Pflanzen wurden in den Varianten

- a) mit Kopf,
- b) Kopf entblättert,
- c) Kopf entfernt und
- d) verpflanzt ins Frühbeet auf Überwinterung getestet.

Die im Frühbeet gepflanzten Pflanzen wurden bei den stärksten Frösten Anfang bis Mitte Februar 2012 mit einem Vlies abgedeckt. Die anderen Varianten befanden sich in einem Foliengewächshaus mit Temperaturen zwischen 2°C bis 12°C, wobei es Anfang Februar auch zu Frost bis zu -3°C kam und ab Anfang März die Temperaturen zwischen 7°C und 21°C lagen.

2012 wurde der Versuch am 8.6. gesät, am 15.6. pikiert, am 12.7. gepflanzt und am 2.10. getopft. Außer den Genotypen 2011 wurden zwei weitere Sorten Radicchio (Firestorm F₁, Orchidea Rossa) untersucht. Zusätzlich zu den Varianten 2011 wurde e) Kopf zurückgeschnitten (aus der Kultursaat-Praxis) getestet. Dabei wird der Kopf horizontal etwa halbiert, so dass der Vegetationspunkt des Haupttriebes intakt bleibt. Außerdem blieben Pflanzen auf der Versuchsfäche. Die klimatischen Bedingungen in der Lagerung entsprachen denen des Vorjahres.

C) Das Ausmaß der Inzuchtdepression bei Radicchio und Zuckerhut soll bestimmt werden.

2012 wurde ein zusätzlicher Versuch mit den verwendeten vier Genotypen auf der Fläche Institut sehr früh angelegt. Saat 27.2., pikiert 7.3. und Pflanzung 10.4. in 2 Wiederholungen in einer randomisierten Blockanlage mit 52 Pflanzen / Parzelle.

Zwei Genotypen Radicchio (Leonardo F₁, Variegata de Chioggia) und zwei Genotypen Zuckerhut (Uranus F₁, Fredeburg) wurden jeweils als Population von 50 Pflanzen isoliert und blühten in Gewächshäusern ab mit Fliegen zur Bestäubung. Von den Hybridsorten wurde so das F₂-Saatgut erzeugt. Von den beiden Populationssorten wurden jeweils ebenfalls 20 Einzelpflanzen und 10 Paare isoliert um Saatgut aus Selbstung bzw. von Vollgeschwistern zu ernten. Die Pflanzen waren vernalisiert worden.

Im Winter **2012/2013** blühten Paare von den bereits hergestellten Vollgeschwistern von Variegata di Chioggia und Fredeburg im Gewächshaus zur Saatgutgewinnung isoliert ab.

In dreierartigen Feldversuchen wurde **2013** die Leistung mit und ohne Inzucht verglichen. Die Aussaat erfolgte am 5.6., am 12.6. wurden Leonardo F₁, Variegata de Chioggia und Uranus F₁ pikiert; Fredeburg am 13.6., Uranus F₁ und F₂ lief zu wenig auf; Nachsaat für Tönjeswinkel 12.6., pikiert 19.6., Gepflanzt auf 33 x 33 cm wurde wie folgt:

9.7. Tönjeswinkel : Fredeburg, Variegata de Chioggia

10.7. Tönjeswinkel: Leonardo

10.7. Institut: Leonardo, Fredeburg, 27 Uranus

11.7. Tönjeswinkel: Uranus 2. Aussaat,

11.7. Kamp: Variegata de Chioggia, Leonardo, Fredeburg, Uranus

12.7. Institut: Variegata de Chioggia

Innerhalb der vier Genotypen wurden zwei Varianten (mit bzw. ohne Inzucht) in einer vollständig randomisierten Blockanlage mit 6 Wiederholungen an drei Orten verglichen. Von Variegata di Chioggia konnte zusätzlich an einem der Orte (Kamp) auch Selbstung als dritte Variante angelegt werden.

Der genaue Versuchsumfang:

Radicchio Leonardo

Variante 1, ohne Inzucht (F₁): 6 x 16 Pflanzen Institut, Kamp. 6 x 15 Pflanzen Tönjeswinkel.

Variante 2, mit Inzucht (F₂): 6 x 16 Pflanzen Institut, Kamp. 6 x 15 Pflanzen Tönjeswinkel.

Radicchio Variegata di Chioggia

Variante 1, ohne Inzucht (Population): 6 x 16 Pflanzen Institut, Kamp. 6 x 15 Pflanzen Tönjeswinkel.

Variante 2, mit Inzucht (Saat aus Vollgeschwisterpaarungen): 6 x 20 Pflanzen je Ort.

Variante 3, mit stärkerer Inzucht (Selbstung): 6 x 12 Pflanzen; nur Kamp.

Zuckerhut Uranus

Variante 1, ohne Inzucht (F₁): 6 x 16 Pflanzen je Ort.

Variante 2, mit Inzucht (F₂): 6 x 16 Pflanzen je Ort.

Zuckerhut Fredeburg

Variante 1, ohne Inzucht (Population): 6 x 12 Pflanzen je Ort.

Variante 2, mit Inzucht (Saat aus Vollgeschwisterpaarungen): 6 x 20 Pflanzen je Ort.

Schösser wurden ab dem 5.9. bis kurz vor der Ernte gezählt.

Blattrandnekrosen wurden am 23.9. (Institut und Tönjeswinkel) und 28.9. (Kamp) bonitiert. 1 = keine Blattrandnekrosen; 9 = maximale Blattrandnekrosen.

Der Kopfdurchmesser wurde mit einer Schieblehre am 28.9. (Kamp) und 29.9. (Tönjeswinkel und Institut) bestimmt.

Das Frischgewicht umfasste die gesamte, direkt über der Bodenoberfläche abgeschnittene Pflanze direkt nach der Ernte. Geerntet wurden am 30.9. Tönjeswinkel und Institut (Leonardo und Wiederholung A-C Variegata di Chioggia). 2.10. Rest Institut und Kamp außer Fredeburg. 8.10. Kamp Fredeburg.

D) Es soll bestimmt werden, wie weit im Rosettenstadium erkennbare relevante Merkmale (Umblattgröße und –stellung, Deckungsgrad, Färbung, sonstige Blattmorphologie) auch bei Pflanzung im Frühjahr selektiert werden können, um den Züchtungsgang zu beschleunigen.

16 Genotypen Radicchio und 8 Genotypen Zuckerhut wurden am 19.3.2012 gesät, am 26.3. pikiert und am 25.4. in 2 Wiederholungen mit je 12 Pflanzen in einer randomisierten Blockanlage angelegt.

Der Herbstanbau zur Verrechnung war im Rahmen der Vorarbeiten auf die gleiche Weise angelegt worden; Saat 1.7.2010, pikiert 6.7., 5.8. gepflanzt. Es wurde der Pearson-Korrelationskoeffizient bestimmt.

Früher Zuckerhut (33) war 2012 nicht mehr verfügbar. Bei den Genotypen Roter von Treviso / Rossa di Treviso wurde 2012 3a statt a verwendet und bei Pagoda 6a statt a.

Erfasste Merkmale und ihre Bonitur:

Blattgröße (6.8.2010; 21.5.2012): 1 = sehr klein, 9 = sehr groß; längste Blätter ca. 12 cm lang.

Durchmesser der Pflanzen (15.9.2010; 14.6.2012): Projektion auf Boden gemessen an der breitesten Stelle.

Umblattstellung (15.9.2010; 6.6.2012): 1= waagrecht, 9= senkrecht im Parzellenmittel.

Deckungsgrad (15.9.2010; 6.6.2012): Für die Fläche der Parzelle geschätzt.

Kopfbildung (7.10.2010; 13.7.2012): 1 = keine Köpfe; 5 = geschlossen, aber leer; 9 = alle marktreif.

Zusätzlich konnte die Schossfestigkeit im frühen Anbau ermittelt werden. Im Herbstanbau waren keine Schosser aufgetreten.

E) Eine Methode zur Winter-annuellen Kultur von im Herbst selektierten Einzelpflanzen durch Vernalisation und weitere Kultur im beheizten Gewächshaus soll entwickelt werden. Damit könnte der Züchtungszyklus halbiert werden.

2011 wurden 4 Genotypen Zuckerhut (Uranus F₁, Jupiter F₁, Vatter, Fredeburg) mit je 16 Pflanzen und 1 Genotyp Radicchio (Leonardo F₁) angebaut: Saat 8.6., pikiert 16.6., Pflanzung 10.7.. 64 Pflanzen wurden in zwei Wiederholungen mit 6 bzw. 8 Wochen bei 2-5,5 °C und 71-97 % relativer Feuchte vernalisiert, dann 2 Wochen in einem frostfreien, unbeheizten Gewächshaus und schließlich die erste Wiederholung Ende Dezember, die zweite Mitte Januar mit 16 h Licht und Temperatureinstellungen von minimal 18 °C tags und 15 °C nachts gestellt.

2012 wurden außer den 2011 verwendeten Genotypen zwei weitere Sorten Radicchio (Firestorm F₁, Orchidea Rossa) am 2.10. getopft.

4. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

A) Entwicklung diverser Populationen für die ökologische Züchtung.

Es wurden Einzelpflanzen-Auslesen aus 4 Populationen samenfester Genotypen erstellt, die 2010 im Rahmen der Vorarbeiten angebaut worden waren. Saatgut wurde 2011 im Freiland unter Bestäubung durch Fliegen in Isolationskabinen gewonnen.

Saatgut liegt vor von

Radicchio Orchidea Rossa, 20 Einzelpflanzen

Radicchio Variegata di Chioggia, 21 Einzelpflanzen

Zuckerhut Bianca di Bergamo, 36 Einzelpflanzen

Zuckerhut Hild, 34 Einzelpflanzen

Das Saatgut wird in die Erhaltungszuchtbank des Kultursaat e.V. überführt.

Die Isolation mit Moskitonetzen im Gewächshaus unter Einsatz von Fliegen zur Bestäubung hat funktioniert. Im Freiland wäre diese Technik ungeeignet, da viele kleinere Insekten wie z.B. Glanzkäfer Zichorien-Blüten besuchen und durch die Moskitonetzen wegen der zu großen Maschenweite nicht abgehalten werden würden.

Die 15 Populationen Zuckerhut und 15 Populationen Radicchio, die 2012 ausgepflanzt wurden, sind in Tabelle 2 charakterisiert. Weitere 6 Populationen (ohne Angaben, nur Nummern) wurden nicht getestet, da das Saatgut zur Aussaatzeit noch nicht reif war.

Die Variabilität der aus Kreuzungen entstandenen Populationen war besonders für die Kopfbildung und Neigung zum frühen Schossen weitaus größer als die Variation der Eltern. Aufgrund der Witterung wurde nicht bei allen Genotypen die optimale Kopfbildung erreicht. Einige Population sollten wegen frühen Schossens, schlechter Blattgesundheit und sehr später Kopfbildung ausgeschieden werden.

Es wurden keine verwertbaren genotypischen in der Winterhärte Unterschiede beobachtet.

Gemäß der Tabelle 3 steht Saatgut für Folgeprojekte zur Verfügung; das Saatgut wird ebenfalls in die Erhaltungszuchtbank des Kultursaat e.V. überführt. Das Saatgut soll dort im Langzeitlager bei -18°C eingelagert werden; diese Art der Lagerung wird in der Genbank des IPK Gatersleben seit vielen Jahren genutzt.

Tab. 2: Diverse Populationen Radicchio und Zuckerhut für die ökologische Züchtung

Genotyp	Radicchio	Blattgröße 28.8. 1)	Durchmesser 28.8. 2)	Blattstellung 28.8. 3)	Blattform 28.8. 4)	Deckungsgrad [%] 2.10.	Kopfbildung 2.10. 5)	Schosser / Parzelle 2.10.
	a) Einzelpflanzen-Auslese aus 2 samenfesten Populationen							
2	Orchidea Rossa	8,5	29	3-9	3-4	99	5	0
4	Variegata di Chioggia frosthart	7,5	30	3-9	4	100	3	0
4	Variegata di Chioggia	8,5	29	3-9	4	100	4	0
	b) F₂ der besten Hybridsorten							
24	Indigo F ₂	6	27,5	1-8	4	95,5	5,5	0
25	Balou F ₂	6	25	1-9	4	82,5	5	0
19								
20								
	c) Kreuzung der besten Hybridsorten							
25 x 20 x 19 x 24	Balou F ₁ x Leonardo F ₁ x Firestorm F ₁ x Indigo F ₁	5	23	1-9	4	85	7	0
	d) Kreuzung der besten samenfesten Sorten							
9 x 2 x 35	Palla di Fuoca Rossa x Orchidea Rossa x Rouge de Chioggia	8	30,5	1-9	3,5	100	5	0
	e) Kreuzung der besten Hybridsorten und der besten samenfesten Sorten							
2 x 19	Orchidea Rossa x Firestorm F ₁	7,5	27,5	1-9	4	98	7,5	0
9 x 20	Palla di Fuoca Rossa x Leonardo F ₁	6,5	27,5	1-8	4	94	5	0
2 x 24	Orchidea Rossa x Indigo F ₁	6,5	26,5	2-9	4	95	8,5	0
2 x 25	Orchidea Rossa x Balou F ₁	9	33,5	2-9	3,5	100	5	0
9 x 25	Palla di Fuoca Rossa x Balou F ₁	5,5	24	2-9	4	84	6	0
20 x 35	Leonardo F ₁ x Rouge de Chioggia	6,5	26,5	2-9	4	100	4	0
25 x 35	Balou F ₁ x Rouge de Chioggia	7	27	1-9	4	94	6,5	0
24 x 35	Indigo F ₁ x Rouge de Chioggia	7,5	28	1-9	4	96,5	6,5	0
2 x 20								
9 x 24								
19 x 35								

Tab. 2: (Fortsetzung)

Genotyp		Blattgröße 28.8. 1)	Durchmesser 28.8. 2)	Blattstellung 28.8. 3)	Blattform 28.8. 4)	Deckungsgrad [%] 2.10.	Kopfbildung 2.10. 5)	Schosser / Parzelle 2.10.
	Zuckerhut							
	a) Einzelpflanzen-Auslese aus 2 samenfesten Populationen							
5	Bianca di Bergamo	8,5	29	1-9	2	100	5,5	0
31	Zuckerhut (Hild)	7,5	30	1-9	1	100	6	5
	b) F₂ der besten Hybrid-Sorten							
27	Uranus F ₂	7,5	31	1-9	3,5	97,5	8	0
29	Jupiter F ₂	7	27	3-9	3	100	6,5	0
30	Costa F ₂	6,5	28	1-9	3	100	7	0
	c) Kreuzung der besten Hybridsorten							
30 x 27 x 29	Costa F ₁ x Uranus F ₁ x Jupiter F ₁	8,5	32	1-9	3	100	8	0
30 x 31								
	d) Kreuzung der besten samenfesten Sorten							
32 x 5 x 31	Stamm Vatter x Bianca di Bergamo x Zuckerhut (Hild)	8,5	30	2-9	3	99	4,5	0
	e) Kreuzung der besten Hybridsorten und der besten samenfesten Sorten							
27 x 5	Uranus F ₁ x Bianca di Bergamo	8,5	31	1-9	3,5	100	7	0,5
29 x 5	Jupiter F ₁ x Bianca di Bergamo	7	31,5	1-9	3	99	5	0
30 x 5	Costa F ₁ x Bianca di Bergamo	8,5	31	1-9	4	100	6,5	2
27 x 31	Uranus F ₁ x Zuckerhut (Hild)	7,5	44	1-9	3	100	8,5	0
29 x 31	Jupiter F ₁ x Zuckerhut (Hild)	9	32	1-9	3,5	100	7,5	1,5
27 x 32	Uranus F ₁ x Stamm Vatter	8	31,5	1-9	2	100	7,5	0
29 x 32	Jupiter F ₁ x Stamm Vatter	7	31	2-9	3	100	7	0
30 x 32	Costa F ₁ x Stamm Vatter	7,5	30	1-9	3	100	7	0

- 1) 1 = sehr klein, 9 = sehr groß; größte Blätter ca. 30 cm lang
- 2) Projektion auf Boden an der breitesten Stelle, repräsentativer Durchschnitt
- 3) Parzellenmittel. 1 = waagrecht 9 = senkrecht
- 4) Nach Abb. 1
- 5) Kriterien aus Bonitur im Rosettenstadium: 1 = keine Köpfe; 5 = geschlossen, aber leer; 9 = alle marktreif

Tab. 3: Diverse Populationen Radicchio und Zuckerhut für die ökologische Züchtung

II

Genotyp	Radicchio	Homo- genität Kopfform (6)	Kopffestigkeit (7)	Kopfgröße (reife Köpfe) (8)	Färbung Kopf; Adern 27.11.
	a) Einzelpflanzen- Auslese aus 2 samenfesten Populationen				
2	Orchidea Rossa	4	7	5-8	gesprenkelt rot-grün; grün-weiß, breit
4	Variegata di Chioggia frosthart ⁹⁾	2,5	6	6-7	grün-rot; grün-weiß, (breit)
4	Variegata di Chioggia	4	8	7-8	grün-rot; weiß bis grün-weiß, breit
	b) F₂ der besten Hybrid-Sorten				
24	Indigo F ₂ ¹⁰⁾	5,5	7	5-7	rot; weiß, breit
25	Balou F ₂	5	8	4-5	rot; weiß bis grün-weiß
19					
20					
	c) Kreuzung der besten Hybridsorten				
25 x 20 x 19 x 24	Balou F ₁ x Leonardo F ₁ x Firestorm F ₁ x Indigo F ₁	5,5	8	5	rot; weiß
	d) Kreuzung der besten samenfesten Sorten				
9 x 2 x 35	Palla di Fuoca Rossa x Orchidea Rossa x Rouge de Chioggia	8	7,5	8	dunkel rot; weiß bis grün-weiß
	e) Kreuzung der besten Hybridsorten und der besten samenfesten Sorten				
2 x 19	Orchidea Rossa x Firestorm F ₁	5,5	8	5-8	dunkel rot bis rot; weiß bis grün-weiß, (breit)
9 x 20	Palla di Fuoca Rossa x Leonardo F ₁	6	7	7	dunkel rot bis rot; grün-weiß, (breit)
2 x 24	Orchidea Rossa x Indigo F ₁	4,5	8	6-8	rot; weiß bis grün-weiß, (breit)
2 x 25	Orchidea Rossa x Balou F ₁ ¹¹⁾	5	8	6-7	dunkel rot; grün-weiß, (breit)
9 x 25	Palla di Fuoca Rossa x Balou F ₁	3,5	7,5	5-7	rot; weiß
20 x 35	Leonardo F ₁ x Rouge de Chioggia	4	8	7	dunkel rot bis rot; grün-weiß, breit
25 x 35	Balou F ₁ x Rouge de Chioggia	6,5	8,5	4-8	rot; weiß bis grün-weiß
24 x 35	Indigo F ₁ x Rouge de Chioggia	6	8	5-7	dunkel rot bis rot; weiß bis grün-weiß
2 x 20					
9 x 24					
19 x 35					

Tab. 3: (Fortsetzung)

Genotyp		Homogenität Kopfform (6)	Kopfestigkeit (7)	Kopfgröße (reife Köpfe) (8)	Färbung Kopf; Adern 27.11.
	Zuckerhut				
	a) Einzelpflanzen- Auslese aus 2 samenfesten Populationen				
5	Bianca di Bergamo	7,5	5	7	hell grün bis mittel grün
31	Zuckerhut (Hild)	4	7,5	7	hell grün bis mittel grün
	b) F₂ der besten Hybrid-Sorten				
27	Uranus F ₂	6	8	8	dunkel grün
29	Jupiter F ₂	6,5	6-8	5-7	hell grün bis mittel grün
30	Costa F ₂	6,5	7,5	6-8	mittel grün bis dunkel grün
	c) Kreuzung der besten Hybridsorten				
30 x 27 x 29	Costa F ₁ x Uranus F ₁ x Jupiter F ₁	7,5	7,5	7-8	dunkel grün
	d) Kreuzung der besten samenfesten Sorten				
32 x 5 x 31	Stamm Vatter x Bianca di Bergamo x Zuckerhut (Hild)	4,5	1-8?	6-8	hell grün bis mittel grün
30 x 31					
	e) Kreuzung der besten Hybridsorten und der besten samenfesten Sorten				
27 x 5	Uranus F ₁ x Bianca di Bergamo	5,5	7	8	mittel grün
29 x 5	Jupiter F ₁ x Bianca di Bergamo	6,5	7	6-8	hell grün
30 x 5	Costa F ₁ x Bianca di Bergamo	3,5	6,5	7-8	hell grün bis dunkel grün
27 x 31	Uranus F ₁ x Zuckerhut (Hild)	5,5	7	7-8	hell grün bis mittel grün
29 x 31	Jupiter F ₁ x Zuckerhut (Hild)	3	6-8	6-7	hell grün
27 x 32	Uranus F ₁ x Stamm Vatter	6,5	6-8	7-9	hell grün bis mittel grün
29 x 32	Jupiter F ₁ x Stamm Vatter	6,5	7	7-8	hell grün
30 x 32	Costa F ₁ x Stamm Vatter	6	6,5	6-8	hell grün bis mittel grün

6) 27.11.; 1 = inhomogen, 9 = homogen

7) 27.11.; 1 = sehr locker, 9 = sehr fest bei ausgewachsenen Köpfen

8) 27.11.; 1 = sehr klein, 9 = sehr groß

9) Nicht frosthart; Saat alle

10) Saat fehlt?

11) Kreuzung misslungen

B) Die Überwinterung im Herbst selektierter Samenträger soll optimiert werden.

Die Überwinterung im Freiland führte in beiden Versuchsjahren zum Totalausfall. Die weiteren Ergebnisse sind in den Tabellen 4 und 5 dargestellt.

Bei den Zuckerhüten gab es nennenswerte Ausfälle nur in der Variante Ohne Kopf. Es konnte kein Unterschied zwischen den verschiedenen Genotypen festgestellt werden.

Die Überlebensrate der Radicchios war halb so hoch, wie der Zuckerhüte, oder noch geringer. Es gab deutliche genotypische Unterschiede: Von den beiden jüngeren Sorten Leonardo F₁ und Firestorm F₁, beide vom sehr kompakten Typ der jüngeren konventionellen Züchtungen, überlebten nur ca. halb so viele Pflanzen, wie von der lockereren Orchidea Rossa. Die kompakten Sorten überlebten umso weniger schlecht, je mehr Blätter vom Kopf entfernt wurden (also ohne Kopf). Die Saatgutgewinnung von so behandelten Pflanzen ist wegen des fehlenden Haupttriebs stark eingeschränkt. Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) war besonders im ersten Winter ein großes Problem.

Tab. 4: % überlebende Pflanzen in Abhängigkeit von der Art der Überwinterung 2011/2012

	Mit Kopf	Kopf entblättert	Kopf zurückgeschnitten	Ohne Kopf	Mittel
Zuckerhut					
Uranus F ₁	100	100	-	66,6	88,9
Jupiter F ₁	100	100	-	33,3	77,8
Vatter	100	100	-	33,3	77,8
Fredeburg	83,3	100	-	33,3	72,2
Radicchio					
Leonardo F ₁	16,6	16,6	-	33,3	22,2
Zuckerhut Mittel	95,8	100		41,6	79,2
Radicchio Mittel	16,6	16,6		33,3	22,2

Tab. 5: % überlebende Pflanzen in Abhängigkeit von der Art der Überwinterung
2012/2013

	Mit Kopf	Kopf entblättert	Kopf zurückge- schnitten	Ohne Kopf	Mittel
Zuckerhut					
Uranus F ₁	100	100	100	100,	100,
Jupiter F ₁	100	100	100	100	100
Vatter	100	66,7	100	100	91,7
Fredeburg	100	100	100	100	100
Radicchio					
Leonardo F ₁	0,0	50,0	33,3	66,7	37,0
Orchidea					
Rossa	33,3	100	66,7	83,3	69,0
Firestorm F ₁	33,3	0,0	16,7	66,7	32,1
Zuckerhut Mittel	100	91,7	100	100	97,9
Radicchio Mittel	22,2	50,0	38,9	72,2	46,0

C) Das Ausmaß der Inzuchtdepression bei Radicchio und Zuckerhut soll bestimmt werden.

Der erste Versuch der Vernalisation 2011 nach der Methode von Wiebe (1997) mit 3 Wochen Vernalisation hatte nicht zum Schossen geführt. Die Arbeiten mussten 2011/2012 wiederholt werden, wobei eine 6- bzw. 8-wöchige Vernalisation bei 2-5,5 °C und 71-97 % relativer Feuchte angewendet wurde.

In der am 10.4.2012 im Freiland gepflanzten Anlage gab es die folgenden Anteile Schosser: Variegata di Chioggia 67,3 %; Leonardo F₁ 0 %; Fredeburg 1,9 % und Uranus 0,95 %. Die drei letztgenannten Genotypen waren ganzjährig anbauwürdig.

Die Selbstinkompatibilität war bei den untersuchten Genotypen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Bei den Sorten Variegata de Chioggia und Fredeburg konnte nicht genug Saat aus Selbstung geerntet werden. Deswegen blühten im Winter 2012/2013 Paare von bereits hergestellten Vollgeschwistern im Gewächshaus gezogen. In drei parallelen Feldversuchen wurde 2013 die Leistung der Varianten Population und Selbstung bzw. Vollgeschwisterpaarung verglichen.

In Tabelle 6 ist für 2 Genotypen Radicchio (Leonardo F₁, Variegata de Chioggia) und 2 Genotypen Zuckerhut (Uranus F₁, Fredeburg) die Reaktion Gewicht, Kopfgröße, Gesundheit und Schossverhalten auf Inzucht dargestellt: Die Ertragsdepression durch Inzucht lag signifikant zwischen 15 % und 23 %; ein unterschiedliches Verhalten von Zuckerhut versus Radicchio oder Hybrid- versus samenfester Sorte konnte nicht beobachtet werden. Der Kopfdurchmesser hat in drei Fällen leicht abgenommen, in einem Fall signifikant. Die Ausprägung von Blattrandnekrosen war nicht durch Inzucht beeinflusst. Signifikante Unterschiede in der Ausbildung von Schossern gab es durch Inzucht nicht. Fredeburg und Leonardo F₁ fielen durch absolute Schossfestigkeit auf.

Das Gewicht der Pflanzen war in den Versuchen zuverlässig zu ermitteln, wie auch ein Blick auf Tabelle 8 zeigt: Die Heritabilität für dieses Merkmal lag für jeden Genotyp über 95 %. Die Ortseffekte waren für alle Merkmale größer, als die Effekte durch Inzucht.

Tab. 6: Frischgewicht, Kopfdurchmesser, Blattrandnekrose und Schosser im Mittel der drei Prüforte mit und ohne Inzucht

	Zuckerhut	Uranus F ₁	Uranus F ₂	Grenzdifferenz	Inzuchtdepression
Gewicht g		1.076	833	122,6 *	22,6 %
Kopfdurchmesser mm		107	104	8,7	
Blattrandnekrose		1,77	1,79	0,35	
Schosser %		1,78	2,92	2,69	
	Zuckerhut	Fredeburg Population	Fredeburg Vollgeschwister	Grenzdifferenz	Inzuchtdepression
Gewicht g		769	653	48,7 *	15,1 %
Kopfdurchmesser mm		105	95	6,1	
Blattrandnekrose		3,19	2,22	0,34	
Schosser %		0,00	0,00	--	
	Radicchio	Leonardo F ₁	Leonardo F ₂	Grenzdifferenz	Inzuchtdepression
Gewicht g		668	560	45,2 *	16,2 %
Kopfdurchmesser mm		130	121	8,7	
Blattrandnekrose		1,64	1,84	0,29	
Schosser %		0,00	0,00	--	
	Radicchio	Variegata di Chioggia Population	Variegata di Chioggia Vollgeschwister	Grenzdifferenz	Inzuchtdepression
Gewicht g		594	478	56,8 *	19,5 %
Kopfdurchmesser mm		86	56	12,2 +	
Blattrandnekrose		1,80	1,89	0,28	
Schosser %		12,76	3,39	5,57	

+; * statistisch signifikant bei $p < 0,1$ bzw. $0,05$

Lediglich bei Variegata di Chioggia konnten Population und Vollgeschwister auch mit Selbstung verglichen werden, siehe Tabelle 7. Es wurden ein signifikanter Effekt der Inzucht auf das Gewicht beobachtet; erstaunlicher Weise lag allerdings das Gewicht der Pflanzen aus Selbstung zwischen dem der Population und Vollgeschwistern und nicht niedriger, als Letztere. Die Köpfe der Pflanzen aus Selbstung waren sogar die Größten. Am meisten Schosser gab es in der Population.

Tab. 7: Radicchio Variegata di Chioggia im einortigen Vergleich von Population, Vollgeschwistern und Selbstung auf dem Kamp 2013

Radicchio	Population	Vollgeschwister	Selbstung	Grenzdifferenz	Heritabilität
Gewicht g	694	554	592	87,2 *	84,16
Inzuchtdepression		20,2 %	14,7 %		
Kopfdurchmesser mm	117	72	134	21,2 **	95,25
Blattrandnekrose	1,41	1,46	1,82	0,49	48,37
Schosser %	19,03	6,76	8,46	8,81 *	80,69

*, ** statistisch signifikant bei $p < 0,05$ bzw. $0,01$

Tab. 8: Varianzkomponenten für Frischgewicht, Kopfdurchmesser, Blattrandnekrose und Schosser im Vergleich +/- Inzucht

	Varianzursache			Heritabilität
	Inzucht	Ort	Inzucht x Ort	
Zuckerhut Uranus F₁				
Gewicht	28.119 *	41.790 **	3.338 *	95,27
Kopfdurchmesser	3,02	23,75 *	0	63,64
Blattrandnekrose	0,00	0,77 **	0,00	0,00
Schosser	0,00	3,38 *	1,35	0,00
Zuckerhut Schulz				
Gewicht	6.622 *	44.842 **	144	97,64
Kopfdurchmesser	49,2	134,9 **	16,0 *	88,06
Blattrandnekrose	0,38	3,35 **	0,24 **	80,63
Schosser	--	--	--	--
Radicchio Leonardo F₁				
Gewicht	5.654 *	8.713 **	425	96,13
Kopfdurchmesser	24,15	142,00 **	30,48 *	65,48
Blattrandnekrose	0,01	0,09 **	0,004	68,63
Schosser	--	--	--	--
Radicchio Variegata di Chioggia				
Gewicht	6.615 *	19.443 **	0	98,66
Kopfdurchmesser	417,2 †	513,0 **	67,8 †	93,00
Blattrandnekrose	0,003	0,299 **	0,00	75,54
Schosser	37,14	35,39 **	15,95 *	84,68

†; *, ** statistisch signifikant bei $p < 0,1$; 0,05 und 0,01

D) Es soll bestimmt werden, wie weit im Rosettenstadium erkennbare relevante Merkmale (Umblattgröße und –stellung, Deckungsgrad, Färbung, sonstige Blattmorphologie) auch bei Pflanzung im Frühjahr selektiert werden können, um den Züchtungsgang zu beschleunigen.

In Abb. 2 ist keine Korrelation der Blattgröße im Herbst und im Frühjahr zu erkennen. Im Rosetten-Durchmesser (Abb. 3) gibt es eine gewisse Abhängigkeit mit einem Pearson-Korrelationskoeffizienten von 0,456; die Umblattstellung in Herbst und Frühjahr korreliert sogar mit 0,623 (Abb. 4). Fast keine Beziehung gibt es zwischen dem Deckungsgrad in Herbst und Frühjahr in Abb. 5.

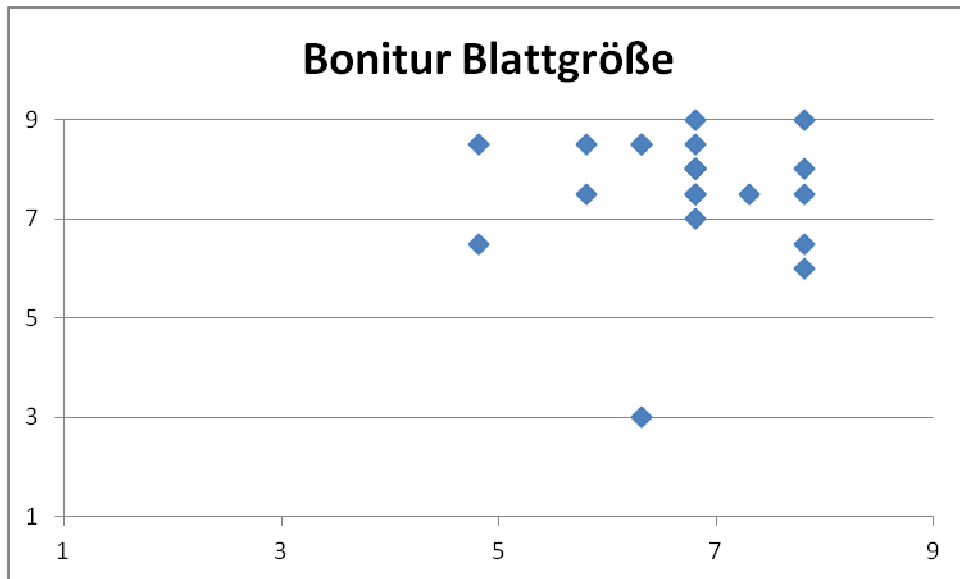


Abb. 2: Bonitur der Blattgröße in Herbst- (x-Achse) und Frühanbau.

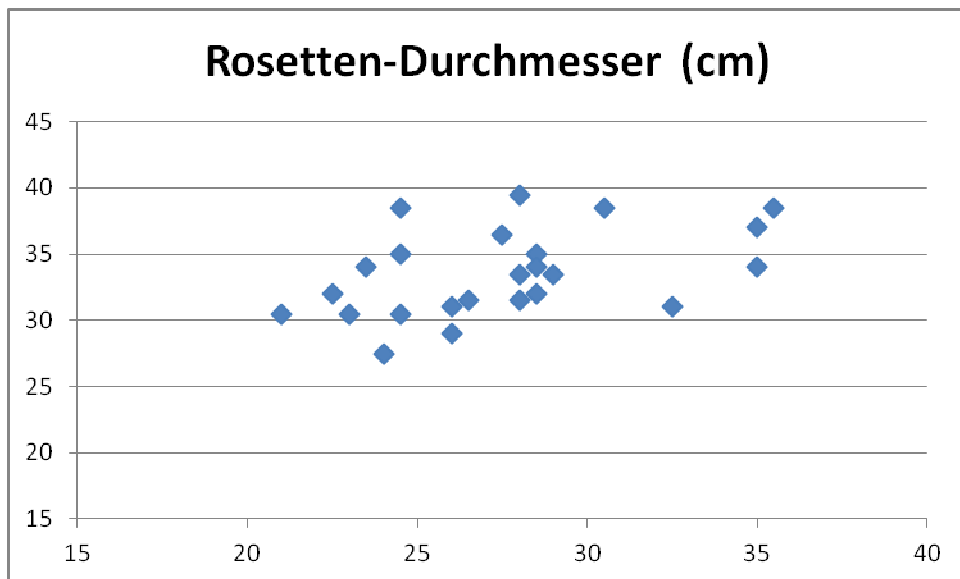
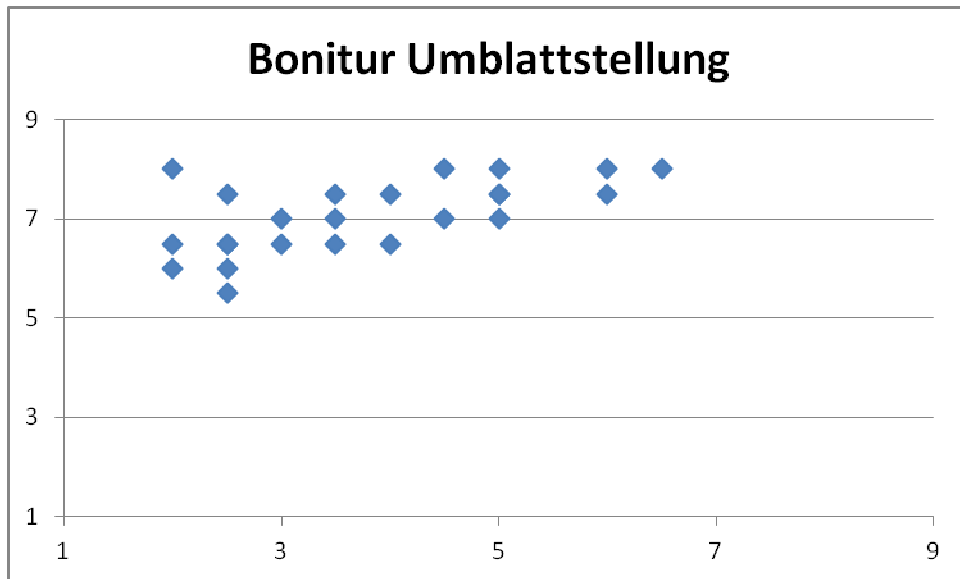
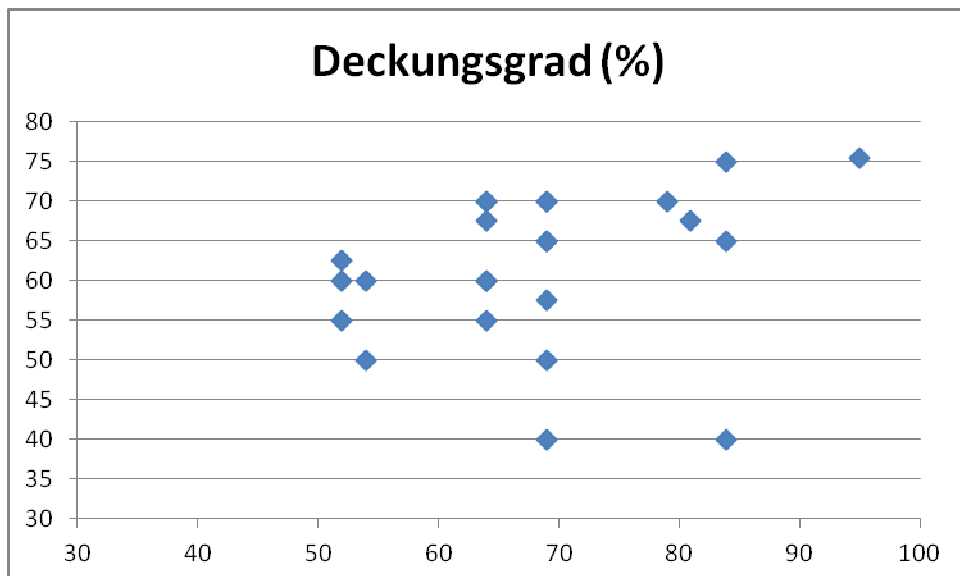


Abb. 3: Rosetten-Durchmesser in Herbst- (x-Achse) und Frühanbau.



$r = 0,6238$

Abb. 4: Bonitur der Umblattstellung in Herbst- (x-Achse) und Frühanbau.

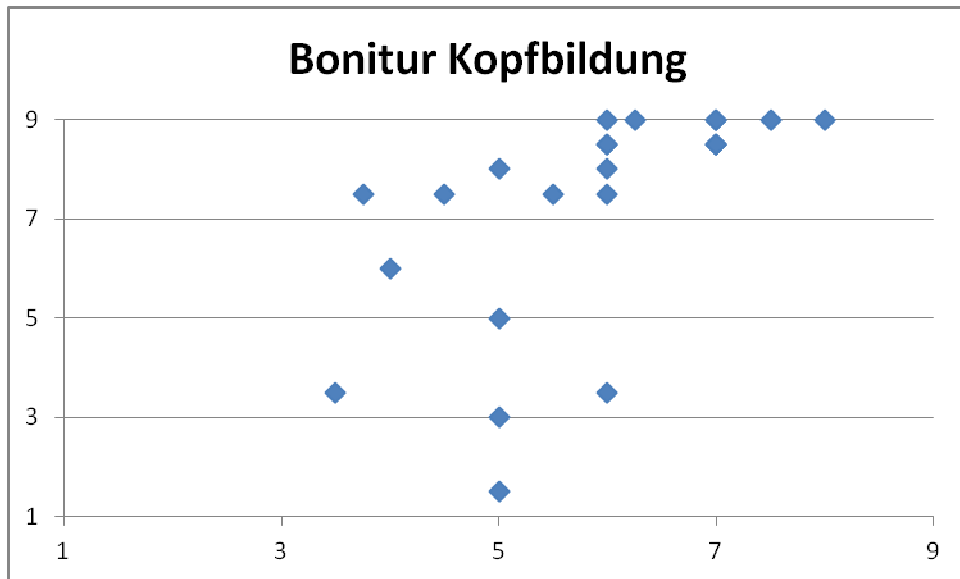


$r = 0,2749$

Abb. 5: Deckungsgrad in Herbst- (x-Achse) und Frühanbau.

Die Kopfbildung in Herbst- und Frühanbau (Abb. 6) korreliert mit $r = 0,5909$. Die Korrelation wäre noch deutlich höher ohne die fünf Genotypen mit sehr geringer Kopfbildung im Frühanbau (siehe auch Tab. 11).

In den Tabellen 9 und 10 werden die Merkmalskorrelationen jeweils für den Herbst- und den Frühanbau dargestellt. Beim Vergleich fällt auf, dass die im Frühanbau bestehende Korrelation zwischen Blattgröße und Deckungsgrad bzw. Kopfbildung im Herbst nicht existiert hat.



$r = 0,5909$

Abb. 6: Kopfbildung in Herbst- (x-Achse) und Frühanbau.

Tab. 9: Korrelationen im Herbstanbau

Durchmesser	-0.197			
Blattstellung	-0.008	-0.106		
Deckungsgrad	-0.294	0.859**	0.077	
Kopfbildung	-0.021	-0.118	-0.276	-0.211
	Blatt- größe	Durch- messer	Blatt- stellung	Deckungs- grad

** statistisch signifikant bei $p < 0,01$

Tab. 10: Korrelationen im Frühanbau

Durchmesser	0.176				
Blattstellung	-0.044	0.274			
Deckungsgrad	0.620**	0.641**	0.031		
Kopfbildung	0.642**	-0.026	-0.108	0.142	
Schossler	0.040	0.043	0.098	0.351	-0.487*
	Blatt- größe	Durch- messer	Blatt- stellung	Deckungs- grad	Kopf- bildung

*; ** statistisch signifikant bei $p < 0,05$ bzw. $0,01$

Tab. 11: Kopfbildung und Schosser in Herbst- und Frühanbau.

Nr.	Genotyp	Kopfbildung Herbst	Kopfbildung Frühanbau	Schosser Frühanbau
1	Variegata di Castelfranco	5,00	3,00	62,5
2	Orchidea Rossa	6,00	7,50	45,8
3a	Rossa di Treviso	5,00	1,50	24,1
4	Variegata di Chioggia	5,00	5,00	87,5
6a	Palla Rossa sel. "Pagoda"	4,50	7,50	41,0
9	Palla di Fuoco Rossa	6,00	8,00	33,3
10	Radicchio Rosso	4,00	6,00	39,8
15	Variegata di Castelfranco	3,50	3,50	66,7
19	Firestorm F ₁ öko	6,25	9,00	0,0
20	Leonardo F ₁ öko	7,50	9,00	12,5
21	Fiero F ₁ öko	4,00	*	100
22	Palermo F ₁	7,00	8,50	20,9
23	Caspio F ₁	7,00	9,00	40,2
24	Indigo F ₁	7,00	8,50	0,0
25	Balou F ₁	8,00	9,00	30,3
35	Rouge de Chioggia	3,75	7,50	20,9
5	Bianca di Bergamo	6,00	3,50	69,7
27	Uranus F ₁ öko	6,00	9,00	12,5
28	Virtus F ₁ öko	7,00	8,50	0,0
29	Jupiter F ₁	7,00	9,00	0,0
30	Zuckerhut Costa	6,00	8,50	0,0
31	Zuckerhut	5,50	7,50	87,5
32	Zuckerhut Stamm Vatter	5,00	8,00	25,8
34	Zichoriensalat Zuckerhut	6,00	8,50	83,3
	Mittel	5,75	7,17	37,7

In Tabelle 11 sind Kopfbildung in Herbst- und Frühanbau, sowie die Bildung von Schossern dargestellt, um die Eignung für den Ganzjahresanbau prüfen zu können. Die Heritabilität der Kopfbildung war hoch (Herbst 82,1; Frühanbau 93,6). Bei fünf Genotypen traten keine Schosser auf; die Heritabilität war mit 95,2 sehr hoch.

E) Eine Methode zur Winter-annuellen Kultur von im Herbst selektierten Einzelpflanzen durch Vernalisation und weitere Kultur im beheizten Gewächshaus soll entwickelt werden. Damit könnte der Züchtungszyklus halbiert werden.

2011 kamen die Zuckerhüte nach der Vernalisation alle zur Blüte. 6 Wochen nach Ende der Vernalisation (unabhängig ob 6 oder 8 Wochen vernalisiert), blühten bereits mehr als die Hälfte der Pflanzen. Es konnte kein Unterschied zwischen den Genotypen festgestellt werden. Von den Radicchios sind nur 6,25 % der Pflanzen bis zur Blüte gekommen. Schon Anfang Februar waren nur noch 23,4 % der Pflanzen am Leben.

2012 wurden außer den 2011 verwendeten Genotypen zwei weitere Sorten Radicchio (Firestorm F₁, Orchidea Rossa) untersucht und am 2.10. getopft. Nach sechswöchiger Vernalisation blühten bis zum 15.2. 49% der Pflanzen, nach achtwöchiger Vernalisation nur 32%. Die Unterschiede zwischen Zuckerhut und Radicchio waren erneut groß. Unter den Radicchio-Genotypen kamen besonders schlecht die jüngeren, kompakten Sorten Firestorm F₁ und Leonardo F₁ zur Blüte; viele Pflanzen fielen durch Fäulnis aus.

5. Diskussion der Ergebnisse

A) Entwicklung diverser Populationen für die ökologische Züchtung.

Von allen Populationen steht Saatgut für Folgeprojekte zur Verfügung. Das Saatgut wird im Langzeitlager des Kultursaat e.V. bei -18°C langfristig zur Verfügung stehen. Diese Art der Lagerung wird in der Genbank des IPK Gatersleben seit vielen Jahren mit Erfolg genutzt.

Von den meisten Populationen stehen wenig Samen (< 100) zur Verfügung. Das Saatgut sollte für Folgeprojekte effektiv genutzt werden: Der Anbau vieler Populationen gleichzeitig wird empfohlen, um ggf. ähnlich Pflanzen zu Querschnitt-Populationen vereinigen zu können. Sichere Überwinterung selektierter Pflanzen und kontrollierte, isolierte Blüte und Samengewinnung im Folgejahr müssen gewährleistet sein.

Die weitreichendste Nutzung in einem Folgeprojekt wäre die Selektion auf Ganzjahresanbau – unsere Empfehlung - bzw. Schossfestigkeit bei relativ früher Aussaat in nördlichen Anbaubereichen.

B) Die Überwinterung im Herbst selektierter Samenträger soll optimiert werden.

Die Überwinterung von Zuckerhut ist insgesamt wenig problematisch. Die Ausfälle bei Radicchio können erheblich sein; besonders schwierig ist die Arbeit mit den jüngeren, sehr kompakten Sorten.

Die untersuchten Verfahren waren so gewählt, dass das Spektrum der Möglichkeiten vom Belassen im Feld bis zu sehr starkem Rückschnitt mit Entfernen des Kopfes, ausgeschöpft wurde. Es ist deutlich geworden, dass alle getesteten Verfahren für Radicchio unbefriedigend sind. Belassen im Feld ist für beide Kulturen keine Option, wenn mehr als milde Fröste auftreten.

Zuckerhut ist sehr viel einfacher zu überwintern; besonders zu empfehlen ist das regelmäßige Putzen = Entblättern während des Winters.

Aus den Teilversuchen A und E ist bekannt, dass die Überwinterung bei 2-5,5 °C und 71-97 % relativer Feuchte und mit Zusatzlicht zu fast keinen Ausfällen führt. Wenn möglich, sollte diese Methode eingesetzt werden. Entsprechende Einrichtungen sind als praxisübliche Kühlräume in vielen Gärtnereien und landwirtschaftlichen Betrieben vorhanden.

C) Das Ausmaß der Inzuchtdepression bei Radicchio und Zuckerhut soll bestimmt werden.

Dieser anspruchsvolle Versuchsteil war mit erheblichen Schwierigkeiten behaftet. Der erste Versuch der Vernalisation nach der Methode von Wiebe (1997) mit 3 Wochen Vernalisation hatte im Sommer 2011 nicht zum Schossen geführt; eine 6- bzw. 8-wöchige Vernalisation bei 2-5,5 °C und 71-97 % relativer Feuchte brachte das gewünschte Ergebnis.

Bei den Sorten Variegata de Chioggia und Domäne Fredeburg konnte nicht genug Saat aus Selbstung geerntet werden; scheinbar liegt starke Selbstinkompatibilität vor. Für diesen Fall war vorgesehen, Paare von bereits hergestellten Vollgeschwistern im Gewächshaus zu ziehen.

Für den Radicchio Variegata di Chioggia konnte an einem Ort die Leistung von Pflanzen aus Population, von Vollgeschwistern und aus Selbstung verglichen werden. Das aus diesen Vollgeschwister-Paaren gewonnene Saatgut unterliegt theoretisch 50% der Inzucht der Selbstungen. Im Versuch war die Inzuchtdepression der Selbstung jedoch geringer, als die der Vollgeschwister. Der Versuch konnte zwar nur einortig angelegt werden, insgesamt war die Heritabilität des Merkmals Gewicht aber sehr gut, so dass das unerwartete Ergebnis nicht erklärt werden kann.

Als Fazit kann die Inzuchtdepression durch Selbstung oder Vollgeschwisterpaarung erheblich sein. In Züchtung und Erhaltung sollten Populationsengpässe vermieden und Populationsgrößen von mindestens 50 Individuen angestrebt werden.

D) Es soll bestimmt werden, wie weit im Rosettenstadium erkennbare relevante Merkmale (Umblattgröße und –stellung, Deckungsgrad, Färbung, sonstige Blattmorphologie) auch bei Pflanzung im Frühjahr selektiert werden können, um den Züchtungsgang zu beschleunigen.

Die im Versuche verwendeten 24 Genotypen repräsentierten sehr unterschiedliche Formen von Radicchio und Zuckerhut; die Ergebnisse sind aussagekräftig.

Die Merkmale Blattgröße und Deckungsgrad sind kombinierte physiologische und morphologische Eigenschaften, die sich deshalb in Herbst- und Frühjahrsanbau unterschiedlich ausprägen können. Die Umblattstellung ist vermutlich ganz weitgehend vom Genotyp abhängig und nicht von Pflanzenernährung oder Temperatur.

Als Bonus konnte die Schossfestigkeit bei sehr frühem Anbau ermittelt werden. Die Radicchios Firestorm F₁ und Indigo F₁ und die Zuckerhüte Virtus F₁, Jupiter F₁ und Costa waren geeignet für den Ganzjahresanbau.

Als Fazit ist die Selektion im Rosettenstadium bei sehr früher Pflanzung nur in beschränktem Umfang möglich.

Züchterisch sehr viel sinnvoller wäre die Selektion von Genotypen für den Ganzjahresanbau bzw. nördliche Regionen in denen erhöhte Schosstoleranz benötigt wird. Potenzielle Kreuzungseltern sind unter den hier untersuchten Genotypen zu finden.

E) Eine Methode zur Winter-annuellen Kultur von im Herbst selektierten Einzelpflanzen durch Vernalisation und weitere Kultur im beheizten Gewächshaus soll entwickelt werden. Damit könnte der Züchtungszyklus halbiert werden.

Das Versagen der Vernalisation nach der Methode von Wiebe (1997) mit 3 Wochen Vernalisation war ein Rückschlag. Die alternativ erprobten Verfahren mit 6 bzw. 8 Wochen Vernalisation brachten zwar das gewünschte Ergebnis, aber mit großem Zeitaufwand.

Um den Zyklus zu beschleunigen, müssen bereits relativ junge Pflanzen vernalisiert werden. Im Projekt wurde die Vernalisation im Jungpflanzenstadium erfolgreich eingeleitet. Im Gewächshaus gezogene Pflanzen erreichen nicht die Größe und Standfestigkeit von Pflanzen, die aus dem Beet kommen, überwintert werden und wieder im Freiland abblühen. Es muss also im Gewächshaus mit einer stark reduzierten Saatgutmenge je Pflanze gerechnet werden.

Die Zeit vom Ende der Vernalisation bis zur Samenreife beträgt ca. 3,5-4,5 Monate.

Als Fazit ist es möglich, einen Winter-annuellen Zyklus züchterisch zu nutzen mit einer sechswöchigen Vernalisation. Allerdings kann nicht mit allen Genotypen unkompliziert gearbeitet werden. Die Zeit bleibt außerdem knapp; die Problematik verstärkt sich über Mittel- nach Norddeutschland, wenn die Kultur im Herbst noch gelingen soll. Perspektivisch ist es deshalb empfehlenswert, auf Ganzjahresanbau zu selektieren und den vollen biannualen Zyklus zu durchlaufen.

6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse. Wurden im Projekt praxisrelevante Ergebnisse erzielt? Falls nein, bitte begründen, falls ja: erläutern, inwiefern diese Ergebnisse direkt praktisch anwendbar sind. Sofern praxisrelevante Erkenntnisse gewonnen wurden, Erstellung eines Merkblatts zwecks Transfer dieser Ergebnisse in die Praxis (s. III.)

Für die zukünftige ökologische Züchtung von Zuckerhut und Radicchio stehen diverse Populationen in der Erhaltungszuchtbank des Kultursaat e.V. zur Verfügung.

Die optimale Überwinterung von Zuckerhut und Radicchio für Saatgutgewinnung und Züchtung kann optimiert werden.

Die Inzuchtdepression von Zuckerhut und Radicchio kann erheblich sein. In Züchtung und Erhaltung sollten Populationsengpässe vermieden und Populationsgrößen von mindestens 50 Individuen angestrebt werden.

Die Selektion im Rosettenstadium bei sehr früher Pflanzung zur Auslese für den Herbstanbau ist nur in beschränktem Umfang möglich.

Es ist möglich, einen Winter-annuellen Zyklus züchterisch zu nutzen mit einer sechswöchigen Vernalisation. Allerdings kann nicht mit allen Genotypen unkompliziert gearbeitet werden. Die Zeit bleibt außerdem knapp; die Problematik verstärkt sich über Mittel- nach Norddeutschland, wenn die Kultur im Herbst noch gelingen soll.

Als Fazit aus verschiedenen Teilprojekten ist es perspektivisch empfehlenswert, auf Ganzjahresanbau zu selektieren und den vollen biannualen Zyklus zu durchlaufen. Dadurch würden auch Schossfeste Sorten für nördliche Anbaugelände entwickelt.

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

Der Arbeitsplan wurde in erweiterter Form durchgeführt:

- B) Es wurde die zusätzliche Variante „Rückschnitt des Kopfes auf ca. die Hälfte“ untersucht.
- C) Trotz großer Schwierigkeiten und erheblichem Mehraufwand, weil die Vernalisation nicht wie in der Literatur beschrieben funktionierte (der Versuchsteil musste wiederholt werden) und die Selbstung Probleme bereitete (Herstellung von Vollgeschwisterpaarungen war nötig), konnte dieser Versuchsteil zeitgerecht durchgeführt werden.
Um bei Problemen genügend Pflanzen zur Verfügung zu haben, wurde 2012 ein zusätzlicher Versuch mit den verwendeten vier Genotypen sehr früh angelegt. Dieser Versuch wie auch Teilversuch D boten zwei Zusatznutzen: Erstens konnte die Schossfestigkeit im nördlicheren Anbaubereich erfasst werden und zweitens konnte die Eignung für den Ganzjahresanbau getestet werden.

Eine sinnvolle Weiterführung des Projektes wäre die Entwicklung von Sorten, die für den ganzjährigen Anbau geeignet sind. Entsprechende Genotypen wurden bereits in das Kreuzungsprogramm einbezogen. Ein solcher Ansatz würde auch nördlichere Anbaubereiche mit verbesserten Sorten versorgen: Zurzeit gibt es in ungünstigen Jahren Probleme mit der rechtzeitigen Kopfbildung, weil nicht schossfeste Sorten nicht früher gesät werden können.

8. Zusammenfassung

Verbundprojekt

Radicchio und Zuckerhut (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) - Entwicklung von Populationen und Züchtungsmethodik für den ökologischen Gemüsebau

Teilprojekt Uni Göttingen 2810OE109

Zuckerhut und Radicchio bereichern das Spektrum der späten und lagerfähigen Freilandsalate im Gemüsebau. Das dem ökologischen Erwerbsanbau zur Verfügung stehende Sortenangebot ist sehr begrenzt. Es gibt nur wenige samenfeste Sorten bzw. Herkünfte. Ein weiterer Aspekt, der die Züchtung von offen abblühenden Sorten dringend erscheinen lässt, ist die Entwicklung von CMS-Hybriden mittels Zellfusion im Bereich der Zichoriensalate. Diese Züchtungsmethode wird vom Weltdachverband IFOAM als unvereinbar mit den Grundsätzen des ökologischen Anbaues angesehen.

Ziel des Vorhabens ist die züchterische Entwicklung von Populationssorten der Zichoriensalate Radicchio und Zuckerhut (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) für den ökologischen Erwerbsgemüsebau. Züchtmethoden, die mit den Prinzipien und Richtlinien des Ökolandbaus vereinbar sind, werden geprüft und entwickelt. Die Feldversuche wurden auf ökologisch bewirtschafteten Flächen des Versuchsgutes Reinshof bei Göttingen durchgeführt.

Durch Selektion aus samenfesten Sorten und durch die Kreuzung ausgewählter Hybrid- und samenfester Sorten wurden Populationen für die ökologische Züchtung entwickelt. Von diversen Populationen aus dem Kreuzungsprogramm steht Saatgut für Folgeprojekte in der Erhaltungszuchtbank des Kultursaat e.V. zur Verfügung.

Die optimale Überwinterung bei Temperaturen von 2-6 °C, hoher relativer Feuchte >80 % und mit Zusatzlicht führt zu fast keinen Ausfällen. Wenn möglich, sollte diese Methode eingesetzt werden. Entsprechende Einrichtungen sind als praxisübliche Kühlräume in vielen Gärtnereien und landwirtschaftlichen Betrieben vorhanden. Zuckerhut ist viel einfacher zu überwintern, als Radicchio. Besonders zu empfehlen ist das regelmäßige Putzen = Entblättern während des Winters bei kalter und feuchter Lagerung.

Die Inzuchtdepression durch Selbstung oder Vollgeschwisterpaarung kann erheblich sein. In vier untersuchten Genotypen (2 Radicchio, 2 Zuckerhut; 2 samenfest, 2 hybrid) lag die Ertragsdepression durch Inzucht signifikant zwischen 15 % und 23 %; ein unterschiedliches Verhalten von Zuckerhut versus Radicchio oder Hybrid- versus samenfester Sorte konnte nicht beobachtet werden. Das Gewicht der Pflanzen war in den Versuchen sehr zuverlässig zu ermitteln: Die Heritabilität für dieses Merkmal lag für jeden Genotyp über 95 %. Als Fazit sollten in Züchtung und Erhaltung Populationsengpässe vermieden und Populationsgrößen von mindestens 50 Individuen angestrebt werden.

Mit 24 Genotypen Radicchio und Zuckerhut wurde untersucht, ob die Ausprägung relevanter Merkmale in Früh- und Herbstanbau korreliert. Die Selektion im Frühjahr mit anschließender Saatgutproduktion im gleichen Jahr würde die Züchtung beschleunigen. Die Selektion im Frühjahr ist nur stark eingeschränkt möglich, da wichtige Merkmale wie Blattgröße und Deckungsgrad nicht oder nur schwach korrelierten. Die Kopfbildung wurde wesentlich durch die Schossfestigkeit im Frühjahr beeinflusst.

Es ist möglich, einen Winter-annuellen Zyklus züchterisch zu nutzen mit einer sechswöchigen Vernalisation im Vernalisationscontainer. Allerdings kann nicht mit allen Genotypen unkompliziert gearbeitet werden. Es ist deshalb empfehlenswert, auf Ganzjahresanbau zu selektieren und den vollen biannualen Zyklus zu durchlaufen.

Die weitreichendste Nutzung in einem Folgeprojekt wäre die Selektion der im Projekt entwickelten Populationen auf Ganzjahresanbau – unsere Empfehlung – bzw. Schossfestigkeit bei relativ früher Aussaat in nördlichen Anbaubereichen. Relevante Eigenschaften sind in den neuen Züchtungspopulationen vorhanden.

9. Literaturverzeichnis

- Dielen V, Notté C, Lutts S, Debavelaere V, van Herck J-C, Kinet J-M (2005) Bolting control by low temperatures in root chicory (*Cichorium intybus* var. *sativum*). Field Crops Research 94: 76-85
- Eenink AH (1981) Compatibility and incompatibility in witloof-chicory (*Cichorium intybus* L.) 1. The influence of temperature and plant age on pollen germination and seed production. Euphytica 30: 71-76
- George RAT (2009) Vegetable seed production. Wallingford, Oxon, (UK) CABI. 3rd Edition, 328 S.
- Kiær LP, Philipp M, Jørgensen RB, Hauser TP (2007) Genealogy, morphology and fitness of spontaneous hybrids between wild and cultivated chicory (*Cichorium intybus*). Heredity 99: 112–120
- Lucchin M, Varotto S, Barcaccia G, Parrini P (2008) *Chicory and endive*. In: Wiebe (1997).
- Wiebe H.-J (1997) Ursachen für die generative Entwicklung von Radicchio (*Cichorium intybus* var. *foliosum*). Gartenbauwissenschaft 62: 72-77

10. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.), bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

28.6.2014 hr fernsehen: service: garten. <http://www.hr-online.de/website/fernsehen/sendungen/mediaplayer.jsp?mkey=52221453&rubrik=54011>

26.9.2013 Exkursion zum Versuchsgut Reinshof der Uni Göttingen im Rahmen der Tagung „Breeding for Nutrient Efficiency“ der EUCARPIA-Sektion Organic & Low-Input Agriculture.

Am 10.3.2013 wurden die Versuche 2012 im ARD Ratgeber Haus + Garten gezeigt (geschätzt 2 Mio Zuschauende).

Die Versuche wurden am 7.9.2012 einer Fachöffentlichkeit aus der Wertschöpfungskette am Rande eines Treffens im Freiland-Tomatenprojekt präsentiert.

2.9.2011 Alternativen in Saatgutversorgung und Züchtung. Seminar auf dem Reinshof bei Göttingen mit VertreterInnen von Verbänden und Initiativen.

Die Projektansätze sind in die Lehre im Bachelor- und Masterstudium eingeflossen; die Ergebnisse werden weiter dort verwendet werden.

Die Vorstellung und Diskussion der Projektergebnisse bei einer Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau ist geplant.

Ergebnisse werden ebenfalls über die Online-Datenbank www.kultursaat.org verfügbar gemacht.