

Neue Züchtungsstrategien bei Salat zur Anpassung an ökologische Anbaubedingungen und Verbesserung der Resistenz gegen *Bremia lactucae*

New breeding strategies in lettuce for better adaptability to conditions of organic farming and improved resistance against *Bremia lactucae*

FKZ: 10OE069

Projektnehmer:

Julius Kühn-Institut

Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Außenstelle Kleinmachnow
Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Tel.: +49 033203 48-0

Fax: +49 033203 48-425

E-Mail: gf@jki.bund.de

Internet: www.jki.bund.de

Autoren:

Gärber, Ute; Behrendt, Ulrike

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.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Neue Züchtungsstrategien bei Salat zur Anpassung an ökologische Anbaubedingungen und Verbesserung der Resistenz gegen *Bremia lactucae*



Förderkennzeichen: 2810OE069

Gesamtlaufzeit: 05.05.2011 – 28.02.2015

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft

Zuwendungsempfänger: Julius Kühn-Institut (JKI)

Forschungsvorhaben: Neue Züchtungsstrategien bei Salat zur Anpassung an ökologische Anbaubedingungen und Verbesserung der Resistenz gegen *Bremia lactucae*

FKZ 2810OE069

Laufzeit: 05.05.2011 – 28.02.2015

Projektleitung: Dr. Ute Gärber

Kontaktdaten:

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Außenstelle
Kleinmachnow

Stahnsdorfer Damm 81,

14532 Kleinmachnow

Tel.: 033203 48 240

Fax: 033203 48 425

e-mail: ute.gaerber@jki.bund.de

Projektpartner: Oldendorfer Saatzucht

Dipl. Ing. Ulrike Behrendt

Oldendorfer Landstr. 10

277729 Holste

Tel.: 04748 / 3237

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft

Kurzfassung

Neue Züchtungsstrategien bei Salat zur Anpassung an ökologische Anbaubedingungen und Verbesserung der Resistenz gegen *Bremia lactucae*

Der starken Nachfrage nach Gemüse aus ökologischem Anbau kann bei Salat nur durch die Erweiterung des Sortimentes und einer Ertragsstabilisierung entsprochen werden. Hohe Anbausicherheit und Qualität erfordern Sorten mit einer verbesserten Stresstoleranz bei gutem Nährstoffverwertungsvermögen und geringem Wasserbedarf sowie einer hohen Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern, insbesondere gegenüber dem Falschen Mehltau. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in einem im Bundesprogramm „Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ gefördertes Projekt zwei Züchtungsmethoden erprobt und evaluiert. Zum einen wurden Liniengemische aus reinen Linien phänotypisch ähnlicher Salate gemischt aufgepflanzt und mit den entsprechenden Nachkommenschaften aus Ramschen verglichen. Zum anderen wurde die Arbeit mit Kreuzungspopulationen als Zuchtmethod erprobt. Hierzu wurden Kreuzungen mit phänotypisch ähnlichen Linien hergestellt, die bis in die F4 als Ramsche weitergeführt werden und dann noch leicht heterozygot in den Anbau gelangen sollen. Im Ergebnis vierjähriger Untersuchungen im Feldanbau an drei Standorten zeigte sich, dass Liniengemische und Kreuzungspopulationen sich weitaus stabiler gegenüber Stressoren verhalten als reine Sorten. Hohe Verluste durch *B. lactucae* traten seltener und reduziert auf. Totalverluste wie bei den Sorten waren nicht zu verzeichnen. Die Homogenität der Gemische ist zumindest für die Direktvermarktung und den Einzelhandel im Habitus hoch genug. Die Homogenität der Erntereife kann durch die Zusammensetzung der Gemische vergleichbar mit reinen Linien erreicht werden. Ein erster Probeanbau in ökologisch produzierenden Betrieben wurde positiv eingeschätzt.

Abstract

New breeding strategies in lettuce for better adaptability to conditions of organic farming and improved resistance against *Bremia lactucae*

The increasing demand of organically produced lettuce can be met only by enlarging the assortment and stabilizing the yield. Cultivating lettuce of a high quality safely requires varieties with improved stress tolerance, a well-developed ability to utilize nutrients, a low demand of water, as well as a high resistance to pathogens, particularly to downy mildew. To achieve this aim, two breeding methods were tested and evaluated in a project supported in the framework of the German Federal Programme of Organic Farming and Other Forms of Sustainable Agriculture. One of them was planting mixtures of pure, phenotypically similar lines comparing them with their offspring, which was harvested in bulk. The other one comprised testing the work with crossed populations. For that aim phenotypically similar lines were crossed, which was continued to the F4 generation, always harvesting in bulk, which should result in a slightly heterozygous plant to be brought to cultivation in the field. The results of four-year studies in the field in three locations showed that line mixtures and crossed populations reacted in a far more stable way to stressors than pure varieties. High losses caused by *B. lactucae* occurred less often, and infection was less severe. Total losses like in pure varieties were not noticed. The homogeneity of mixtures in the habitus is high enough at least for direct marketing and retail. The homogeneity in harvest maturity comparable with the one in pure lines may be achieved by the composition of the line mixtures. A first field cropping test in organic farms has been assessed very positively.

Autoren

Dr. Ute Gärber

Julius Kühn-Institut
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Tel. 0049 33203 48 240

e-mail: ute.gaerber@jki.bund.de

Dipl. Ing. Ulrike Behrendt

Oldendorfer Landstr. 10
277729 Holste
Tel.: 04748 / 3237

e-mail: ulrikebehrendt@freenet.de

Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis	6
1. Einführung	7
1.1. Gegenstand des Vorhabens	7
1.2. Ziele und Aufgaben.....	7
1.3. Planung und Ablauf	7
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	8
3. Material und Methoden	9
3.1. Liniengemische und Kreuzungspopulationen.....	9
3.2. Zucht- und Selektionsmethode	11
3.3. Standorte	11
3.4. Feldversuche mit Liniengemischen und Kreuzungspopulationen	11
3.5. Prüfmerkmale	11
3.6. Gewächshausversuche zur Prüfung der Resistenz von ausgewählten Liniengemischen gegenüber <i>B. lactucae</i>	12
3.7. Anbau ausgewählter Liniengemische in Praxisbetrieben	12
4. Wichtigste Ergebnisse	12
4.1. Anbau von Liniengemischen und Kreuzungspopulationen	12
4.2. Resistenztests gegenüber <i>B. lactucae</i> im Gewächshaus mit ausgewählten Liniengemischen.....	19
4.3. Probeanbau in der Praxis	19
5. Diskussion der Ergebnisse.	20
5.1. Liniengemische und Kreuzungspopulationen.....	20
5.2. Untersuchungen zur Resistenz im Gewächshaustest.....	21
5.3. Erste Bewertung des Anbaus von Liniengemischen in der Praxis und Schlussfolgerungen ...	21
6. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für die Praxis und Beratung	21

7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen.....	22
8. Zusammenfassung.....	23
9. Literaturverzeichnis	24
10. Veröffentlichungen zum Projekt, bisherige und geplante Aktivitäten zu Verbreitung der Ergebnisse.	24
11. Anhang	25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ablaufplan der geplanten Versuche am Julius Kühn-Institut (JKI) und den Praxisstandorten (gelb - JKI, ocker - alle Standorte, blau - Standort Holste, grün - Praxisstandorte).....	8
Abb. 2: Prozentualer Anteil erntefähiger Kopfsalate im Vergleich Liniengemische zu reinen Sorten im Frühjahrs- und Herbstsatz, Holste 2011 bis 2014 (Mittelwertvergleich).....	15
Abb. 3: Prozentualer Anteil erntefähiger Kopfsalate im Vergleich Liniengemische zu reinen Sorten/Linien im Herbstsatz, Kleinmachnow 2011 bis 2014 (MW -Vergleich der Mittelwerte über alle Liniengemische bzw. reine Sorten).....	16
Abb. 4: Habitus LG 10 in der Grundzusammenstellung (links) und nach dreimaligem Nachbau am Standort Kleinmachnow (rechts)	17
Abb. 5: Habitus LG 8 in der Grundzusammenstellung (links) und nach dreimaligem Nachbau am Standort Überlingen (rechts)	17

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Von 2011 bis 2014 im Feld angebaute Liniengemische und Kreuzungspopulationen an drei Standorten in Deutschland	10
Tab. 2: Erntefähigkeit (%) der im Ramsch geernteten Liniengemische (LG2eigen bis LG10eigen) im Vergleich zu ihren Grundmischungen (LG2 bis LG10) und den Kreuzungspopulationen (LG58 bis LG62) im Frühjahrssatz (Satz 1).....	13
Tab. 3: Erntefähigkeit (%) der im Ramsch geernteten Liniengemische (LG2eigen bis LG10eigen) im Vergleich zu ihren Grundmischungen (LG2 bis LG10) und den Kreuzungspopulationen (LG58 bis LG62) im Herbstsatz (Satz 2)	13
Tab. 4: Erntefähigkeit (%) von Liniengemische (LG1, LG11, LG21 bis LG9, LG19, LG29) mit veränderter Grundzusammenstellung in den Anbaujahren von 2011 bis 2013, Frühjahrssatz (Satz 1).....	14
Tab. 5: Erntefähigkeit (%) von Liniengemische (LG1, LG11, LG21 bis LG9, LG19, LG29) mit veränderter Grundzusammenstellung in den Anbaujahren von 2011 bis 2013, Herbstsatz (Satz 2) ...	14
Tab. 6: Ausfälle durch <i>B. lactucae</i> (%) der im Ramsch geernteten Liniengemische (LG2eigen bis LG10eigen) im Vergleich zu ihren Grundmischungen (LG2 bis LG10) und den Kreuzungspopulationen (LG58 bis LG62) im Herbstsatz (Satz 2)	18
Tab. 7: Ausfälle durch <i>B. lactucae</i> (%) in den Liniengemischen (LG1, LG11, LG21 bis LG9, LG19, LG29) mit veränderter Grundzusammenstellung in den Anbaujahren von 2011 bis 2013, Herbstsatz (Satz 2).....	18

1. Einführung

1.1. Gegenstand des Vorhabens

Die Anbaufläche verschiedener Salatformen ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Ware aus ökologischem Anbau ist dabei verstärkt gefragt. Am Markt fehlen Sorten verschiedener Salatformen, die eine große Anbausicherheit im ökologischen Anbau mit einer guten Produktqualität vereinen. Auch im ökologischen Anbau wird Salat häufig in großen Sätzen und mit unzureichendem Fruchtwechsel angebaut. Zudem sind die Pflanzen durch schwankende Klimabedingungen mit zunehmend extremen Witterungsbedingungen einem hohen abiotischen Stress ausgesetzt. Dieses führt dazu, dass häufig ganze Sätze unter dem wachsenden Druck von Pflanzenkrankheiten wie Falschem Mehltau zusammenbrechen. Um die Ertragssicherheit im ökologischen Salatanbau zu sichern, sollen in dem Projekt neue Lösungswege bearbeitet werden. Diese umfassen zwei Züchtungsmethoden, die im Rahmen des Projektes erprobt und evaluiert werden sollten.

1.2. Ziele und Aufgaben

Die beiden Methoden umfassen zum einen die Herstellung von Liniengemischen und zum anderen die Erprobung der Arbeit mit Kreuzungspopulationen. Somit kann für den ökologischen Landbau eine Alternative zu den bestehenden Sorten geschaffen werden, die sich durch eine verbesserte Stresstoleranz bei gutem Nährstoffverwertungsvermögen und geringem Wasserbedarf sowie durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern auszeichnen und damit eine hohe Anbausicherheit und Qualität gewährleisten.

Die Liniengemische sollten aus vorhandenen Zuchtlinien der Oldendorfer Saatzucht sowie anderen Sorten aus ökologischer Vermehrung hergestellt werden. Liniengemische aus reinen Linien phänotypisch ähnlicher Salate sollten gemischt aufgepflanzt und mit den entsprechenden Nachkommenschaften aus Ramschen verglichen werden. Bei den Kreuzungspopulationen sollten aus neuen Kreuzungen ähnlicher Linien genetisch heterogene Populationen hergestellt werden, die phänotypisch und anbautechnisch weitgehend homogen sind. Diese werden jeweils bis zur F4 weitergeführt. Da der Grad der Heterozygotie kontinuierlich abnimmt, müssen sie dann neu hergestellt werden. Diese Zuchtmethode wird hier Kreuzungspopulationszüchtung genannt.

Ein wichtiges Merkmal ist die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Falschen Mehltau. Der Erreger *Bremia lactucae* hat durch seine Variabilität und die Bildung einer Vielzahl regional vorkommender Erregerformen mit hohen Virulenzen in seiner Bedeutung stark zugenommen. Mit den am Markt verfügbaren Sorten ist die Krankheit derzeit nicht mehr kontrollierbar. Weitere wichtige Zuchtmerkmale waren eine erhöhte Trockenheitstoleranz, Schoßfestigkeit und Innenbrandtoleranz, die im Zuge der veränderten Bedingungen durch Trockenheit von hoher Relevanz sind.

1.3. Planung und Ablauf

Wie unter 1.2. beschrieben sollten zwei Lösungswege evaluiert werden. Durch die Herstellung von Liniengemischen phänotypisch ähnlicher Linien und ihre Weiterführung mit Ramschzüchtung wäre der Pflanzenbestand genetisch durchmischt, die einzelnen Pflanzen blieben jedoch bis auf spontane Kreuzungsnachkommen homozygot.

Der zweite Lösungsweg der Kreuzungspopulationszüchtung sah Kreuzungen sehr ähnlicher Salatlinien vor, die jeweils bis in die F3 oder F4 weitergeführt werden, in denen sie noch einen gewissen Anteil heterozygoter Gene haben, aber den Anforderungen des Erwerbsanbaues an die Homogenität Genüge leisten. Der Züchter erhält die Elternlinien und stellt die Kreuzungen jeweils wieder neu her. Bei dieser Zuchtmethode wären die einzelnen Pflanzen in Teilen heterozygot.

Der Ablaufplan für die Jahre 2011 bis 2015 ist in Abb. 1 dargestellt. Mit der Verlängerung der Projektlaufzeit bis 2015 konnten vergleichende Prüfungen im Feld der besten Liniengemische zu ihren Grundmischungen und den Kreuzungspopulationen in der F3 durchgeführt werden. Zusätzlich

konnten ausgewählte Liniengemische an vier Praxisbetrieben auf ihre Anbauwürdigkeit geprüft werden.

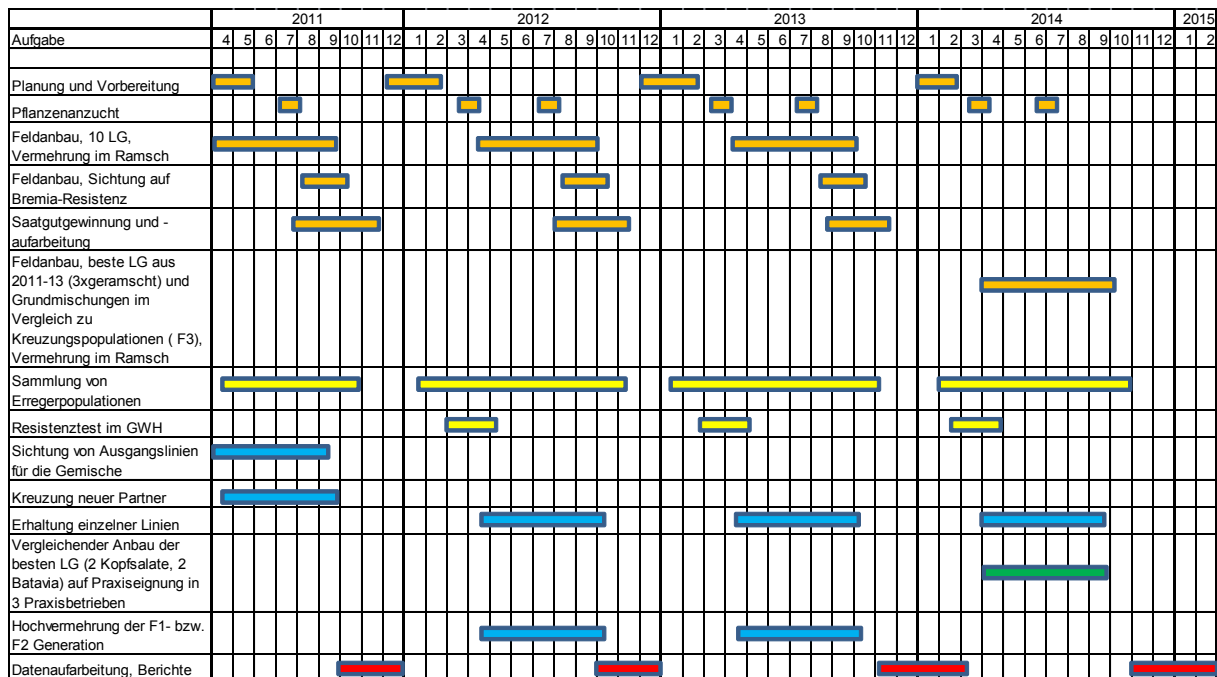


Abb. 1: Ablaufplan der geplanten Versuche am Julius Kühn-Institut (JKI) und den Praxisstandorten (gelb - JKI, ocker - alle Standorte, blau - Standort Holste, grün - Praxisstandorte)

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Der Salat ist als Selbstbefruchter genetisch homozygot und ist nach einer Kreuzung heterozygot. Danach nimmt die Heterozygotie in jeder Generation wieder ab, bis bei einer fertigen Sorte wieder reine Linien gebildet werden. Eine Anpassung an schwierige Umweltbedingungen kann bevorzugt bei noch vorhandener Heterozygotie gelingen. Gleichzeitig wird in der Reinzucht die Wuchsleistung (Heterosiseffekt) durch den abnehmenden Anteil der Heterozygotie wieder geringer. Homozygot geworden legen sich die Pflanzen auf eine bestimmte genetische Präposition fest und verlieren damit einen Teil ihrer Fähigkeit, auf Faktoren wie Hitzestress oder sich neu entwickelnde Pathogene oder Pathotypen wie auf verschiedene Erregerformen von *B. lactucae* zu reagieren.

Durchweg heterozygote Pflanzen sind beim Salat nicht herzustellen, da es keine Möglichkeit zur Hybridzucht gibt. Eine komplette genetische Durchmischung an der einzelnen Pflanze ist somit nicht dauerhaft möglich.

In Anbetracht der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Falschen Mehltaus wird besonderes Augenmerk auf die Züchtung von Sorten mit breiter Resistenz gegenüber *B. lactucae* gelegt. Aufgrund der hohen Variabilität des Erregers mit zur Zeit 31 offiziell nominierten BI-Rassen und mehreren Hunderten von Erregerformen, die jährlich und lokal gebildet werden, kann dem Anspruch auf hohe Widerstandsfähigkeit mit der Züchtung auf monogene Resistenzen gegenüber *B. lactucae* nur bedingt entsprochen werden. Durch die vertikale Resistenzzüchtung und die Homozygotie der Salatsorten ist das Anpassungsvermögen an eine sich ständig verändernde Erregerpopulation von *B. lactucae* klein und der Erreger wird dazu angeregt, neue besonders virulente Formen zu bilden. Hinzu kommt, dass Salat oft mit großer Anbaufläche und wenigen Sorten bei geringem Fruchtwechsel angebaut wird. Hat eine Sorte genetisch durch ein gewisses Maß an Heterozygotie ein größeres Potential auf sich verändernde Bedingungen zu reagieren, so ist zu erwarten, dass die Schadschwellen im Gesamtbestand geringer bleiben.

Eine partielle Durchmischung beim Salat durch Liniengemische bzw. Kreuzungspopulationen ist ein neuer Lösungsansatz in der Salatzüchtung, um bessere Anpassungsfähigkeit gegenüber Stressfaktoren zu erreichen. Mit der Durchmischung wird die Vielfalt innerhalb der Kulturart gefördert, so dass bei der Regulierung von Krankheiten die Vielfalt der Resistenzen ausgenutzt werden kann. Bei Getreide ist dieser Ansatzpunkt schon vielfach und erfolgreich erprobt worden (Finckh 2002). Bei den Selbstbefruchtern Weizen und Gerste wurden in verschiedenen Ländern Sortenmischungen erfolgreich angebaut. So z.B. kann bei Sommergerste durch Mischungsanbau der Mehltaubefall drastisch reduziert werden. Im Weizen verringern Sortenmischungen den Befall mit *Septoria nodorum* bzw. bewirken eine Verringerung des Gelbrostbefalls.

Bei den Linienmischungen können die einzelnen Komponenten beim Bundessortenamt angemeldet werden. Im Moment sind keine Versuche zu bedingt heterozygoten Salatsorten bekannt. Die Anmeldung einer Kreuzungspopulationssorte für die Registerprüfung beim Bundessortenamt hätte wegen der fehlenden Einheitlichkeit zumindest im Bereich der monogenen *Bremia*-Resistenzen wenig Aussicht auf Erfolg. Es kann jedoch eine Möglichkeit sein, die Anmeldung als Amateur- oder Erhaltungssorte durchzuführen, da hier die Anforderungen an die Homogenität geringer sind.

3. Material und Methoden

3.1. Liniengemische und Kreuzungspopulationen

In den Freilandversuchen im Frühjahr und Herbst 2011 wurden zehn Liniengemische an den Standorten Holste, Kleinmachnow und Überlingen in Bezug auf die einzelnen Prüfmerkmale analysiert sowie hinsichtlich ihrer Besonderheiten beschrieben. Die Liniengemische mit den Bezeichnungen LG1, LG3; LG5, LG7 und LG9 wurden hinsichtlich ihrer Zusammensetzung in einzelnen Komponenten 2012 und 2013 geändert (neue Bezeichnungen LG11 und LG21, LG13 und LG23, LG15 und LG25, LG17 und LG27 sowie LG19 und LG29) und jeweils neu in die Prüfung einbezogen. Die Liniengemische LG2, LG4, LG6, LG8 und LG10 wurden jeweils erneut frisch zusammengestellt und mit den in 2011, 2012 und 2013 an den Standorten im Ramsch geernteten (gekennzeichnet als eigen 2011, 2012 bzw. 2013) verglichen. Als anfälligen Standard wurde die Sorte Neckarriesen (Bingenheim) und als resistente Standard die Sorte Analena (ENZA ZADEN) einbezogen.

2013 wurden erstmals Kreuzungen (LG58 bis LG62) geprüft und an den Standorten im Ramsch geerntet. Bei den Kreuzungsnachkommenschaften LG59 war die Kreuzung nicht gelungen, so dass 2014 diese mit dem Ramsch einer ähnlichen Kreuzung aus Holste ausgetauscht wurde.

In der Tabelle 1 sind die 2011 bis 2014 im Feld geprüften Liniengemische und Kreuzungspopulationen aufgelistet.

Für die Herstellung der Liniengemische erfolgte zunächst in der Oldendorfer Saatzucht ein Screening geeigneter Sorten. Ausgewählte Linien wurden dann einzeln vermehrt und somit rein erhalten.

Die Kreuzungen wurden gleichfalls von Ulrike Behrendt (Oldendorfer Saatzucht) durchgeführt. Das Material für die Kreuzungen stammte aus der Sichtung im Gewächshaus von etwa 50 Linien bzw. Sorten von Kopf- und Bataviaformen. Diese stammen teils aus dem eigenen Betrieb von Ulrike Behrendt, teils aus der Genbank und einer weiteren ökologischen Salatzüchterin. Es sind auch marktgängige Sorten dabei. Die Kreuzungen wurden für die Projekte (2810OE064 und 2810069) gemeinsam genutzt und brauchten daher nur einmal durchgeführt zu werden. Auch die Saatgutgewinnung konnte 2012 und 2013 an den gleichen Parzellen durchgeführt werden.

Tab. 1: Von 2011 bis 2014 im Feld angebaute Liniengemische und Kreuzungspopulationen an drei Standorten in Deutschland

Bezeichnung Liniengemisch	Anbau in den Jahren			
	2011	2012	2013	2014
St 1 – Neckarriesen	x	x	x	x
St 2 - Analena	x	x	x	x
LG 1	x			
LG 11		x		
Lg 21			x	
Lg 2	x	x	x	x
Lg 2eigen		x	x	x
LG 3		x		
LG 13				
Lg 23			x	
Lg 4	x	x	x	x
Lg 4 eigen		x	x	x
LG 5	x			
LG 15		x		
Lg 25			x	
Lg 6		x	x	x
Lg 6 eigen		x	x	x
LG 7	x			
LG17		x		
Lg 27			x	
Lg 8	x	x	x	x
Lg 8 eigen		x	x	x
LG 9	x			
LG 19		x		
Lg 29			x	
Lg 10	x	x	x	x
Lg 10 eigen		x	x	x
Lg 58			x	x
Lg 59			x	x
Lg 60			x	x
Lg 61			x	x
Lg 62			x	x

3.2. Zucht- und Selektionsmethode

Wie unter 1.2. beschrieben, wurden zwei Zuchtmethoden angewandt und verglichen. Zum einen wurden Liniengemischen aus reinen Linien phänotypisch ähnlicher Salate hergestellt, gemischt aufgepflanzt und mit den entsprechenden Nachkommenschaften aus Ramschen verglichen. Bei der hier Kreuzungspopulationszüchtung genannten Methode werden aus neuen Kreuzungen ähnlicher Linien genetisch heterogene Populationen hergestellt, die phänotypisch und anbautechnisch weitgehend homogen sind. Die Kreuzungen werden jeweils neu durchgeführt, bis zur F4 durch Ramsche vermehrt und in dieser Generation für den Anbau verwendet. Der Grad der Heterozygotie nimmt im Laufe einer Reinzucht kontinuierlich ab und ist in der F4 rechnerisch bei 12,5%. Dieser Anteil an Heterozygotie soll für ein verbessertes Reaktions- und Anpassungsvermögen bei den Salaten führen. In diesem Projekt konnten die Kreuzungspopulationen bis zur F3 verfolgt werden.

3.3. Standorte

Die Sichtung und die Vermehrung der Liniengemische sowie die Sichtung der F2 und F3 aus den neuen Kreuzungen erfolgten an drei Standorten. Dabei handelt es sich um die gleichen Standorte wie im Projekt 2810OE064. Das sind in Holste die Oldendorfer Saatzucht in der Nähe Bremens und das JKI Kleinmachnow als Trockenstandort sowie ein Ökobetrieb in Überlingen am Bodensee mit hohem Falschen Mehltaudruck.

3.4. Feldversuche mit Liniengemischen und Kreuzungspopulationen

Liniengemische aus vorhandenen Linien der Oldendorfer Saatzucht wurden aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia zusammengestellt und an allen Standorten im Frühanbau gesichtet und im Ramschverfahren vermehrt. Die Bonituren im Frühjahrssatz lagen schwerpunktmäßig auf der Homogenität und den marktrelevanten Eigenschaften. Ein zweiter Satz im Herbst mit den gleichen Herkünften diente der Sichtung in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegenüber *B. lactucae*.

Für den Kreuzungspopulationsversuch wurden 2011 im Gewächshaus der Oldendorfer Saatzucht neue Kreuzungen mit vorhandenen Linien und geeigneten Sorten aus dem Screening durchgeführt.. 2012 wurde die F1-Generation in Oldendorf unter Glas hochvermehrt. 2013 standen die Nachkommenschaften in der F2 und wurden an allen drei Standorten in zwei Sätzen erprobt. Aus dem ersten Satz wurde an den Standorten aus den besten Parzellen im Ramschverfahren Saatgut geerntet.

2014 wurden die besten Liniengemische (2011 bis 2013 dreimal geramscht) zu ihrer Grundzusammenstellung und parallel zu den Kreuzungsnachkommenschaften in der F3 an den Standorten vergleichend geprüft.

Im Laufe der Prüffahre wurden einige der Liniengemische in ihrer Zusammenstellung optimiert und neu in die Prüfung einbezogen (siehe auch 3.2).

Die Erhaltung der reinen Linien fand in Oldendorf statt.

Die Feldversuche wurden als randomisierte Parzellenversuche in vierfacher Wiederholung an den Standorten angelegt. Alle Anbauflächen waren ökologisch zertifiziert.

3.5. Prüfmerkmale

Die Bewertung der Liniengemische und Kreuzungspopulationen erfolgte nach einheitlichen Kriterien. Mit den Versuchspartnern an den Standorten wurden gemeinsame Bonituren auf dem Feld durchgeführt, um möglichst einheitlich nach den Merkmalen bonitieren zu können.

Die Bewertung erfolgte anhand nachfolgend aufgeführter Prüfmerkmale:

- Morphologische Merkmale (Farbe, Wuchsform)
- Schoßfestigkeit
- Bl:Resistenz
- Widerstandsfähigkeit gegenüber anderen Schaderregern

- Trockenheitstoleranz
- Innenbrandtoleranz
- Erntereife, Ertrag
- Homogenität in den sortenbestimmenden Eigenschaften
- Geschmack

Die einzelnen Merkmale wurden in der Regel zahlenmäßig erfasst. Zur Bewertung der Widerstandsfähigkeit gegenüber *B. lactucae* wurde zusätzlich auf Befallsstärke nach einem neunstufigen Befallsschema (siehe Projekt 06OE049) bonitiert sowie der Erstbefall festgehalten. Das Auftreten weiterer Schaderreger wurde identifiziert und ebenfalls zahlenmäßig erfasst, sofern relevante Schäden auftraten. Ein wichtiger Parameter ist die Ermittlung des Anteils nicht erntefähiger Salatköpfe, wobei nach den Ursachen für die Nichterntefähigkeit differenziert wurde. Die Homogenität der Liniengemische wurde nach Boniturstufen von 1 bis 9 bewertet, wobei 9 vollständig homogen und 1 nicht homogen ist.

Die Trockenheitstoleranz und Nährstoffeffizienz wurde anhand der Ertragsdaten und dem Anteil marktfähiger Köpfe beurteilt. Zu Versuchsende wurde jeweils das Erntegewicht von je 2 x 5 Pflanzen (jeweils 5 der kleinsten und 5 der größten Exemplare) pro Wiederholung ermittelt.

3.6. Gewächshausversuche zur Prüfung der Resistenz von ausgewählten Liniengemischen gegenüber *B. lactucae*

Am JKI wurden im Projekt 2810OE064 die lokal vorkommenden Erregerformen von *B. lactucae* auf ihre Virulenzen untersucht. Somit war es möglich, die an den Standorten vorkommenden Erregerpopulationen genau zu charakterisieren. Im Projekt 2810OE069 wurden ausgewählte Liniengemische hinsichtlich ihrer Anfälligkeit für die lokal vorkommenden Erregerformen von *B. lactucae* im Modellsystem an Jungpflanzen im Gewächshaus getestet. Die Jungpflanzen wurden praxisüblich angezogen und im 4 bis 5-Blattstadium mit den lokal vorkommenden Erregerformen unter definierten Bedingungen künstlich infiziert. In etwa 10 bis 14 Tagen nach Inokulation wurde an der anfälligen Sorte Neckarriesen in der Regel ausreichend Sporulation auf dem Blatt beobachtet. Dann erfolgte die Bonitur auf Befallsstärke (% Blattbefall bezogen auf die inokulierte Blattfläche). Zusätzlich wurde die Anzahl mit Falschem Mehltau befallener Pflanzen erfasst. Die Versuche wurden als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen im Gewächshaus im März-April aufgestellt.

3.7. Anbau ausgewählter Liniengemische in Praxisbetrieben

Um die Akzeptanz und die Anbauwürdigkeit von Liniengemische in der Praxis zu erfahren, wurden 2014 einige ausgewählte Liniengemische (Kopfsalate LG2, LG4 und LG6 sowie Batavia LG8 und LG9) vier Betrieben (Bingenheim, Vatterode, Röllingsen, Kronacker) für einen Erstanbau übergeben. Die Liniengemische wurden in den üblichen Praxisanbau einbezogen und unterlagen einer allgemeinen Ersteinschätzung durch den jeweiligen Anbauer. Detaillierte Vorgaben zur Bewertung wurden nicht gegeben. Der Anbau erfolgte sowohl im Frühjahr (Satz 1) als auch im Herbst (Satz 2).

4. Wichtigste Ergebnisse

4.1. Anbau von Liniengemischen und Kreuzungspopulationen

Um die Leistungsfähigkeit der Liniengemische bzw. Kreuzungspopulationen beurteilen zu können, wurde in den Anbaujahren 2011 bis 2014 in beiden Anbausätzen der prozentuale Anteil erntefähiger Pflanzen (Erntefähigkeit) ermittelt. Diese wurde in vier Klassen eingeteilt. Am leistungsstärksten wurden Liniengemische bzw. Kreuzungspopulationen eingeschätzt, die über 85 % erntefähig waren. Bedingt bzw. nicht ausreichend leistungsfähig waren solche, deren Anteil erntefähiger Pflanzen unter 70 % bzw. 55 % lag. In Tabelle 2 und 3 ist die Erntefähigkeit der Kreuzungspopulationen (F2 in 2013 und F3 in 2014) sowie der Liniengemische dargestellt, die in ihrer Zusammenstellung in den Anbaujahren unverändert blieb. Hier wurden die im Ramsch geernteten (LG eigen) jeweils mit ihren Grundzusammenstellungen verglichen.

Tab. 2: Erntefähigkeit (%) der im Ramsch geernteten Liniengemische (LG2eigen bis LG10eigen) im Vergleich zu ihren Grundmischungen (LG2 bis LG10) und den Kreuzungspopulationen (LG58 bis LG62) im Frühjahrssatz (Satz 1)

Standort	Holste				Kleinmachnow				Überlingen			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Neckarriesen	100	88	94	43	83	34	98	73		95	80	53
Analena	94	88	74	91	99	98	99	99		98	87	56
Lg2	95	82	76	79	87	43	97	91		88	61	22
Lg2eigen		84	61	90		50	98	84		80	39	41
Lg4	91	94	72	87	91	93	96	94		90	50	59
Lg4eigen		88	77	90		88	94	97		93	65	74
Lg6	91	80	71	83	86	93	91	92		83	33	31
Lg6eigen		87	61	80		60	99	82		93	63	62
Lg8	98	95	88	93	95	94	97	98		94	87	39
Lg8eigen		94	90	89		88	96	99		86	49	58
Lg10	97	90	62	84	94	95	99	92		97	72	59
Lg10eigen		94	75	90		88	97	66		96	91	63
Lg58			73	73			98	94			81	50
Lg59			77	76			92	99			53	66
Lg60			54	32			90	96			75	41
Lg61			88	85			93	98			84	83
Lg62			88	86			98	98			68	50

Tab. 3: Erntefähigkeit (%) der im Ramsch geernteten Liniengemische (LG2eigen bis LG10eigen) im Vergleich zu ihren Grundmischungen (LG2 bis LG10) und den Kreuzungspopulationen (LG58 bis LG62) im Herbstsatz (Satz 2)

Standort	Holste				Kleinmachnow				Überlingen			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Neckarriesen	15	18	11	46	85	3	0	0	36	23	3	60
Analena	33	76	91	60	96	47	62	74	70	65	50	82
Lg2	56	50	71	55	90	35	44	21	45	20	8	41
Lg2eigen		65	79	49		21	57	61		16	7	26
Lg4	64	75	88	70	91	20	73	75	59	54	36	37
Lg4eigen		79	76	61		22	53	54		67	12	64
Lg6	46	56	72	61	81	23	38	18	53	18	18	33
Lg6eigen		64	72	51		13	28	4		39	12	46
Lg8	49	81	91	75	69	39	51	84	42	54	7	66
Lg8eigen		89	89	86		50	52	83		34	2	69
Lg10	61	77	85	69	90	58	39	79	56	42	12	33
Lg10eigen		82	86	60		57	60	78		21	8	59
Lg58			74	29			62	68			28	24
Lg59			96	29			71	32			56	37
Lg60			60	25			24	17			1	23
Lg61			87	53			69	74			21	66
Lg62			66	41			44	70			4	60

Legende für Tabelle 2 und 3:

Klasse 1	< 55 % Erntefähigkeit
Klasse 2	55-69 % Erntefähigkeit
Klasse 3	70-84 % Erntefähigkeit
Klasse 4	85-100 % Erntefähigkeit

Tab. 4: Erntefähigkeit (%) von Liniengemische (LG1, LG11, LG21 bis LG9, LG19, LG29) mit veränderter Grundzusammenstellung in den Anbaujahren von 2011 bis 2013, Frühjahrssatz (Satz 1)

Standort	Holste			Kleinmachnow			Überlingen		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
St1	100	88	94	83	34	98		95	80
St2	94	88	74	99	98	99		98	87
Lg1	93			86					
Lg11		78			57			84	
Lg21			62			93			55
Lg3	95			93					
Lg13		86			83			89	
Lg23			74			96			67
Lg5	57			59					
Lg15		87			28			89	
Lg25			73			94			44
Lg7	98			90					
Lg17		85			34			85	
Lg27			63			93			37
Lg9	93			89					
Lg19		87			92			97	
Lg29			80			94			70

Tab. 5: Erntefähigkeit (%) von Liniengemische (LG1, LG11, LG21 bis LG9, LG19, LG29) mit veränderter Grundzusammenstellung in den Anbaujahren von 2011 bis 2013, Herbstsatz (Satz 2)

Standort	Holste			Kleinmachnow			Überlingen		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Neckarries	15	18	11	85	3	0	36	23	3
Analena	33	76	91	96	47	62	70	65	50
Lg1	40			92			48		
Lg11		45			9			36	
Lg21			82			46			21
Lg3	50			81			46		
Lg13		61			21			46	
Lg23			88			51			15
Lg5	30			64			15		
Lg15		48			33			22	
Lg25			60			49			0
Lg7	35			86			33		
Lg17		58			22			14	
Lg27			67			43			10
Lg9	70			85			62		
Lg19		77			42			76	
Lg29			80			58			16

Legende für Tabelle 4 und 5:

Klasse 1	< 55 % Erntefähigkeit
Klasse 2	55-69 % Erntefähigkeit
Klasse 3	70-84 % Erntefähigkeit
Klasse 4	85-100 % Erntefähigkeit

Die Erntefähigkeit war im 1. Satz grundsätzlich immer besser als im 2. Satz. Im Herbstsatz war die Erntefähigkeit aufgrund verschiedener Schadfaktoren z. T. stark beeinträchtigt. Im Vergleich zum Standortversuch (siehe Projekt 2810OE064) wurden keine Totalausfälle der Liniengemische beobachtet. Bei LG8 und LG4 sowie LG9 (LG19, LG29) war eine allgemein hohe Erntefähigkeit über die Versuchsjahre zu verzeichnen.

Gegenüber dem Anbau einzelner Linien boten die Liniengemische besonders bei den Kopfsalaten eine höhere Ertragsicherheit. Die Ertragsfähigkeit der Liniengemische war im Vergleich zu der reinen Sorten/Linien (Projekt 2810064) deutlich höher, wie hier am Beispiel des Standortes Holste dargestellt (Abb. 2). So konnte hier im Vergleich der Mittelwerte aller geprüften Liniengemische zu den der reinen Sorten festgestellt werden, dass im 1. Satz die Erntefähigkeit der Liniengemische etwa gleich oder besser und im 2. Satz im Herbst sogar im Durchschnitt um $28\% \pm 8\%$ besser war. Die Ertragsfähigkeit war bei den Liniengemischen mit über 55 % in allen vier Prüfjahren bei starkem Befallsdruck durch Falschen Mehltau konstant besser als bei den reinen Linien, deren Mittelwerte der Ertragsfähigkeit in den Prüfjahren zwischen 19 % und 58 % variierte.

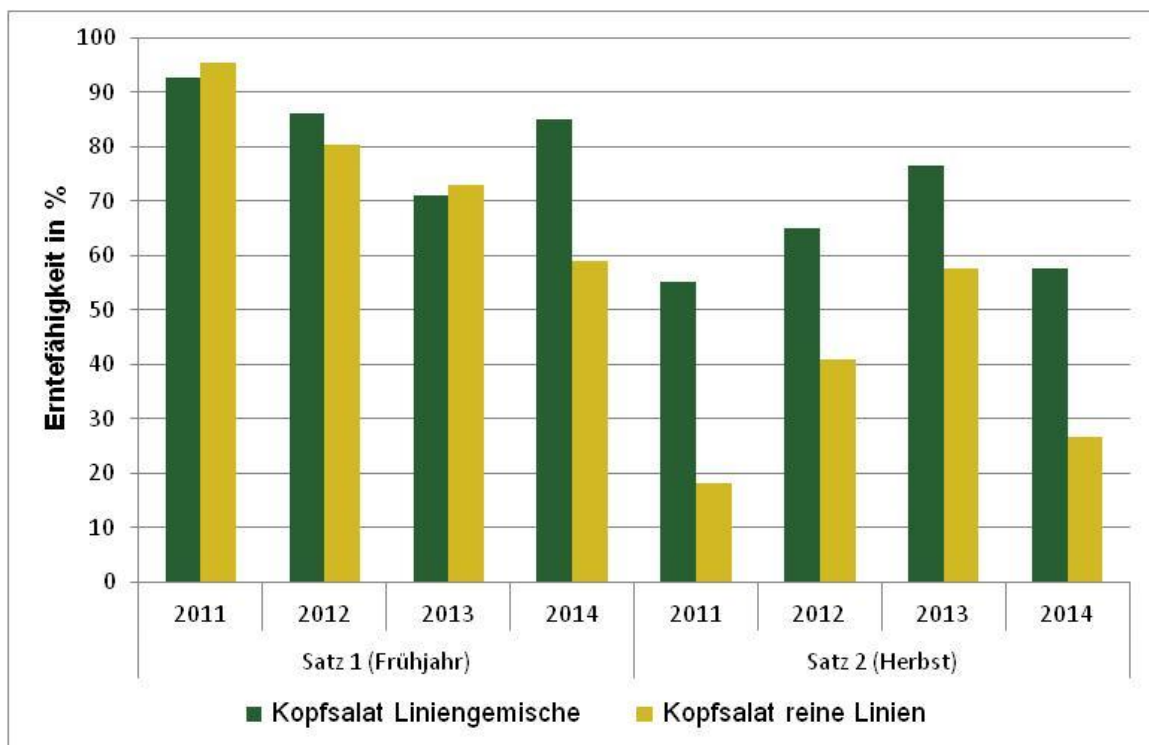


Abb. 2: Prozentualer Anteil erntefähiger Kopfsalate im Vergleich Liniengemische zu reinen Sorten im Frühjahrs- und Herbstsatz, Holste 2011 bis 2014 (Mittelwertvergleich)

Trotz des erhöhten Befallsdruck durch *B. lactucae* war im Herbstsatz bei den Liniengemischen die Ertragsfähigkeit deutlich sicherer. Zwar wurden die hohen Abernteraten von Kopfsalatsorten, die dem Befallsdruck durch Falschen Mehltau standhielten, nicht erreicht, aber entsprechend den harten Befallsbedingungen konnte zumindest ein mittleres Niveau erzielt werden. Totalausfälle durch *B. lactucae* gab es nicht. Das spiegelt sich in den Ergebnissen am Standort Kleinmachnow wider (Abb. 3), hier dargestellt anhand der Mittelwerte der Erntefähigkeit der Liniengemische im Vergleich zu den Mittelwerten der Sorten bzw. einzelner Sorten. Totalausfälle wie bei der Sorte Ardeola und den Linien V42 und V63 waren bei den Liniengemischen über alle Prüfjahre auch bei wechselnden Virulenzen von *B. lactucae* am Standort nicht zu verzeichnen.

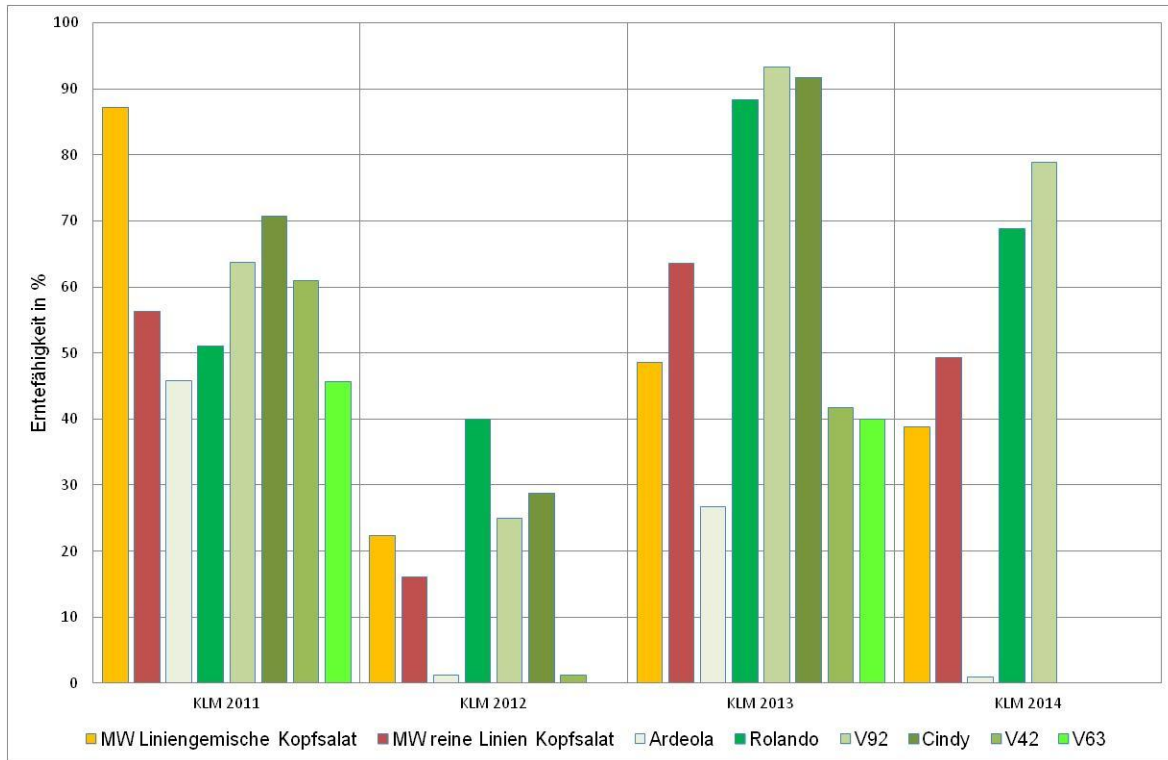


Abb. 3: Prozentualer Anteil erntefähiger Kopfsalate im Vergleich Liniengemische zu reinen Sorten/Linien im Herbstsatz, Kleinmachnow 2011 bis 2014 (MW - Vergleich der Mittelwerte über alle Liniengemische bzw. reine Sorten)

Bei den Bataviagemischen waren die Anteile marktfähiger Exemplare insgesamt höher. Gegenüber dem Anbau einzelner Sorten war der Vorteil der Liniengemische geringer als bei den Kopfsalaten, da es beim Batavia eine recht zuverlässige Feldtoleranz gegenüber dem Falschen Mehltau gibt. Bei den Bataviasalaten muss noch an der Zusammensetzung der Gemische gearbeitet werden, da die Pflanzen teils zu locker blieben.

In der Erntefähigkeit bei den geramschten Liniengemischen im Vergleich zu ihren Grundmischungen war keine klare Tendenz erkennbar. Entweder waren die Grundmischungen oder aber die geramschten Liniengemische in der Erntefähigkeit besser. Die Weiterführung der Liniengemische durch Parzellenramsche führte teilweise zur Entmischung, so dass wie bei der Nachkommenschaft LG 10 KLM 2014 (Abb. 4) nur noch ein Haupttypus vorhanden war. In jedem Fall wird sich eine Linie mit guten Samenerträgen im Gemisch stärker durchsetzen. Dadurch, dass die Pflanzen sehr dicht beieinander standen, spielten auch Fremdbestäubungen eine größere Rolle. Durch die Aufspaltung in der F2 wie bei LG 8 ÜB 2014 (Abb. 5) konnten neue Typen auftreten, die im Ursprungsgemisch nicht vorhanden waren.



Abb. 4: Habitus LG 10 in der Grundzusammenstellung (links) und nach dreimaligem Nachbau am Standort Kleinmachnow (rechts)



Abb. 5: Habitus LG 8 in der Grundzusammenstellung (links) und nach dreimaligem Nachbau am Standort Überlingen (rechts)

Im Herbstsatz sind die Bestände in erster Linie durch das Auftreten des Falschen Mehltaus gefährdet. In Überlingen gab es im zweiten Satz neben hohen Ausfällen durch Falschen Mehltau auch stärkere Verluste durch Viren, die starke Blattschäden verursachten. Das Auftreten von Blattschäden wurde auch an den anderen Standorten beobachtet.

Ausfälle in den Liniengemischen, verursacht durch *B. lactucae*, im Herbstanbau, dann wenn der Befallsdruck am höchsten ist, sind in den Tabellen 6 und 7 dargestellt. Als noch tolerierbarer Ausfall wurden 15 % Ausfall durch Falschen Mehltau gesetzt (Klasse 1- in der Tabelle gelb hinterlegt). Ausfälle über 15 % sind dagegen nicht mehr tolerierbar und wurden in der Tabelle orange bzw. bei über 25 % rot gekennzeichnet. Neckarriesen als anfälliger Standard war stark befallen, Analena zeigte sich über alle Jahre und Standorte als äußerst widerstandsfähig.

Tab. 6: Ausfälle durch *B. lactucae* (%) der im Ramsch geernteten Liniengemische (LG2eigen bis LG10eigen) im Vergleich zu ihren Grundmischungen (LG2 bis LG10) und den Kreuzungspopulationen (LG58 bis LG62) im Herbstsatz (Satz 2)

Standort	Holste				Kleinmachnow				Überlingen			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Neckarriesen	41	65	84	8	7	67	100	100	21	27	22	14
Analena	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	10
Lg2	8	25	24	8	0	19	34	56	2	9	11	23
Lg2eigen		10	5	5	0	21	3	13	0	11	28	29
Lg4	2	8	6	6	0	0	0	6	1	4	12	16
Lg4eigen		10	21	7	0	0	0	20	0	4	26	10
Lg6	4	23	22	12	0	21	22	29	2	12	14	19
Lg6eigen		12	24	14	0	3	21	54	0	5	4	12
Lg8	17	11	5	0	0	1	25	14	6	8	0	6
Lg8eigen		13	5	3	0	2	15	28	0	6	3	5
Lg10	21	16	5	11	0	4	25	17	0	4	9	17
Lg10eigen		9	5	19	0	4	27	19	0	7	3	12
Lg58			20	5			0	3			8	38
Lg59			0	0			1	40			0	0
Lg60			20	7			42	68			31	30
Lg61			1	10			6	24			9	4
Lg62			3	1			8	27			7	5

Tab. 7: Ausfälle durch *B. lactucae* (%) in den Liniengemischen (LG1, LG11, LG21 bis LG9, LG19, LG29) mit veränderter Grundzusammenstellung in den Anbaujahren von 2011 bis 2013, Herbstsatz (Satz 2)

Standort	Holste			Kleinmachnow			Überlingen		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Neckarriesen	41	65	84	7	67	100	21	27	22
Analena	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Lg1	12			6			0		
Lg11		21			9			35	
Lg21			8			18			36
Lg3	13			0			2		
Lg13		0			9			6	
Lg23			2			21			10
Lg5	12			0			0		
Lg15		26			10			16	
Lg25			33			19			34
Lg7	10			0			3		
Lg17		22			31			18	
Lg27			27			11			21
Lg9	13			0			2		
Lg19		10			4			8	
Lg29			6			9			4

Legende für Tabelle 6 und 7:

Klasse 1	< 15 % Ausfall durch Bl
Klasse 2	15-25 % Ausfall durch Bl
Klasse 3	> 25 % Ausfall durch Bl

Im Vergleich zum Projekt 2810OE064 zeigte sich, dass die Liniengemische aus dem Bereich der Kopfsalate (LG2, LG4, LG6) weitaus weniger gefährdet durch Falschen Mehltau sind als die reinen Linien bzw. Sorten. Hohe Verluste durch *B. lactucae* traten im Vergleich zu den reinen Linien seltener und reduziert auf. Nur bei zwei Mischungen in Kleinmachnow 2014 waren die Verluste höher als 50%. Durch die Feldinokulation mit der Rasse Bl:18 war am Standort Kleinmachnow ein für diese Rasse charakteristisches Virulenzspektrum nachweisbar (siehe Virulenzanalyse im Projekt 2810OE064). Damit waren Liniengemische mit einem hohen Anteil von Linien/Sorten mit fehlender Resistenz gegenüber dieser Rasse stärker gefährdet. Trotz des hohen Befallsdruckes am Standort Kleinmachnow waren die Liniengemische stabiler als es sich bei den reinen Linien im Projekt 2810OE064 auf dem Feld in unmittelbarer Nachbarschaft zeigte. Bei den Liniengemischen, die in ihrer Zusammenstellung in einzelnen Komponenten verändert wurden, war die LG9 an allen Standorten über alle Jahre sehr stabil. Hierbei handelt es sich um ein Liniengemisch aus Batavialinien, die weniger aus Gründen der Widerstandsfähigkeit, sondern eher aus Gründen des Habitus in ihren Einzelkomponenten zu verändern war (siehe auch oben).

Bei den Liniengemischen spielt für die Vermarktungseignung die Homogenität eine große Rolle. Die Kopfsalatgemische waren im Habitus von mittlerer Homogenität (siehe Anhang, Abb. 1). Die Gemische unterschieden sich untereinander relativ wenig. Die Ausformung der Blasigkeit, Kopf- und Blattfarbe spielten leicht, so dass von den Praxisbetrieben eine Eignung für den Direktverkauf und möglicherweise für den Einzelhandel angenommen wurde. Etwas weniger homogen war das Gemisch LG8, hatte aber überwiegend den gleichen Grundtypus als halboffenen Bataviasalat. Die Liniengemische LG9 und LG10 waren sehr stark durchmischt. Hier gab es ganz verschiedene Wuchstypen und Farbvarianten im grünen Spektrum.

Die Homogenität des Erntefensters war hingegen bei fast allen Formen auf einem hohen Niveau (siehe Anhang, Abb. 2). In der Regel konnte innerhalb von zwei Wochen die Hauptmenge abgeerntet werden. Sollte sich der Großhandel auf die leichte Inhomogenität der Linienmischungen einlassen, stände der Verwendung der Gemische auf der Seite der Beerntbarkeit nichts im Wege.

Die Erntegewichte variierten innerhalb der Liniengemische in einem Anbausatz, jedoch ohne die Marktfähigkeit zu beeinflussen (siehe Anhang, Abb. 3). Einen großen Einfluss auf das Erntegewicht hatten die am Standort vorliegenden Wachstumsbedingungen.

4.2. Resistenztests gegenüber *B. lactucae* im Gewächshaus mit ausgewählten Liniengemischen

Die Prüfung von Liniengemischen aus Bataviasalaten zeigte sich im Gewächshaus als nicht sinnvoll, da die Bataviasalate aufgrund ihrer feldresistenten Eigenschaften im Modellsystem an Jungpflanzen zwar stark befallen werden, nicht aber bzw. nur begrenzt auf dem Feld (siehe Anhang, Abb. 7). Deshalb wurde in den Folgejahren nur noch Liniengemische aus dem Bereich der Kopfsalate im Gewächshaus an Jungpflanzen getestet. Auch in diesen Tests zeigte sich, dass die auf dem Feld wirksamen Effekte sich nicht im Modellsystem an Jungpflanzen nachweisen ließen. In Abb. 8 bis 10 im Anhang sind die Befallsergebnisse der Prüfung im Gewächshaus bei Inokulation mit den lokal vorkommenden Erregerpopulationen im Vergleich zu den Ausfällen durch *B. lactucae* im Feld für die einzelnen Standorte in den Jahren 2011, 2012 und 2013 aufgezeigt. Ein Liniengemisch mit einem im Gewächshaus nachgewiesenen hohen Befall kann im Feld gleichfalls zu starken Pflanzenausfällen führen wie ein Liniengemisch mit nachweislich geringerem Befall im Gewächshaus. Gesicherte Rückschlüsse aus den Befallsdaten im Gewächshaus auf einen potentiellen Feldbefall sind auch im Bereich der Kopfsalate nicht gegeben.

4.3. Probeanbau in der Praxis

An allen Standorten wurde der Anbau von Liniengemischen grundsätzlich als interessant und für die Praxis tauglich eingeschätzt (siehe Anhang, Abb. 3). Im zweiten Satz waren die Bedingungen in Vatterode, und in Bingenheim so schlecht, dass kaum sonst Salat geerntet werden konnte. In Röllingsen brach eine der vollresistenten Kopfsalatsorten komplett zusammen. Trotz dieser extremen Befallsbedingungen konnten sich die Liniengemische auch im Kopfsalatsbereich mit einer Marktfähigkeit von in der Regel über 50% behaupten.

Die Gemische wurden von den Anbauern unterschiedlich beurteilt. Die Gemische LG2 und LG4 waren an allen Standorten gut und waren homogen genug für die Direktvermarktung. Das Liniengemisch LG6 wurde hinsichtlich seiner Anbaueigenschaften etwas schlechter eingeschätzt. Das Bataviagemisch LG9 war extrem vielfältig und wurde schlechter beurteilt, weil zu viele lockere Pflanzentypen dabei waren. Das Bataviagemisch LG8 wurde als homogen genug für die Direktvermarktung eingeschätzt.

5. Diskussion der Ergebnisse.

5.1. Liniengemische und Kreuzungspopulationen

Durch den Anbau von Linienmischungen kann die Ertragssicherheit im Kopfsalatbereich wesentlich erhöht werden. Das Risiko von Totalausfällen durch *B. lactucae* kann deutlich minimiert werden. Die Homogenität der Gemische ist zumindest für die Direktvermarktung und Einzelhandel im Habitus hoch genug. Die Homogenität der Erntereife kann durch die Zusammensetzung der Gemische vergleichbar mit reinen Linien erreicht werden. Dadurch bietet dieses neue Verfahren eine gute Alternative zum Anbau reiner Sorten.

Bei den Bataviasalaten ist es schwierig genügend Sorten zu finden, um zu phänotypisch einheitlichen Gemischen zu kommen. Daher soll hier eine andere Strategie verfolgt werden. Die Zusammensetzung der Gemische wird bewusst vielfältig angestrebt und kommt als bunte Kiste in den Verkauf. Das setzt eine neue Vermarktungsstrategie voraus, die aber ein gutes Potential hat vom Kunden angenommen zu werden, wie die Entwicklung im Tomatenbereich zeigt.

Über die jährlich angebauten und im Ramsch geernteten Gemische (LG2, LG4, LG6; LG8 und LG10) wurden darüber hinaus pro Jahr noch weitere fünf Liniengemische erprobt, die in ihrer Zusammensetzung jährlich variiert wurden, indem einzelne Linien ausgetauscht wurden. Dadurch konnten Erkenntnisse über das Zusammenspiel älterer und neuerer Sorten gewonnen werden, das in der Neuzusammenstellung von Linien genutzt werden kann.

Die Liniengemische müssen, um effektiv zu sein, jährlich neu zusammengestellt werden. Im Nachbau der Gemische und der Ernte im Ramsch zeigte sich, dass sich kaum ein stabiles Gleichgewicht zwischen den Ausgangslinien einstellt. Dadurch wird die Zusammensetzung des Gemisches unberechenbar und ist für den Erwerbsanbau in dieser Form nicht zu gebrauchen.

Um endgültige Schlussfolgerungen bei den Kreuzungspopulationen ziehen zu können, sind die besten in die F4 weiterzuführen und im Praxisversuch entsprechend im Vergleich zu anderen marktgängigen Sorten zu erproben. Es zeichnet sich jedoch gegenüber den Linienmischungen eine stärkere regionale Eignung ab. Dieses liegt in erster Linie an der weniger starken Durchmischung und dem regional unterschiedlichen Bremiaresistenzverhalten. Daher wäre es sinnvoll, die weitere Züchtung an unterschiedlichen Standorten weiterzuführen und auf regional angepasste Sorten auszurichten. Um die Wiederholbarkeit des Verfahrens prüfen zu können, sollten die Kreuzungen ein weiteres Mal durchgeführt werden.

Eine partielle Durchmischung beim Salat durch Liniengemische bzw. Kreuzungspopulationen ist ein neuer Lösungsansatz in der Salatzüchtung, um bessere Anpassungsfähigkeit gegenüber Stressfaktoren zu erreichen. Mit der Durchmischung wird die Vielfalt innerhalb der Kulturart gefördert, so dass bei der Regulierung von Krankheiten die Vielfalt der Resistenzen ausgenutzt werden kann. Bei Getreide ist dieser Ansatzpunkt schon vielfach und erfolgreich erprobt worden (Finckh 2002, Finckh et al 2005). Bei den Selbstbefruchtern Weizen und Gerste wurden in verschiedenen Ländern Sortenmischungen erfolgreich angebaut. So z.B. kann bei Sommergerste durch Mischungsanbau der Mehltreibefall drastisch reduziert werden. Im Weizen verringern Sortenmischungen den Befall mit *Septoria nodorum* bzw. bewirken eine Verringerung des Gelbrostbefalls (Bretschneider 1997). Erste Versuche mit Sorten- bzw. Linienmischungen wurden in Frankreich und in der Schweiz an Salat erprobt (Maisonneuve et al. 2012, Schärer 2005). In diesen Versuchen wurden Effekte beobachtet, die den Befall durch Falschen Mehltreib im Anbau von Salat deutlich reduzieren können. Diese Effekte beruhen u.a. darauf, dass aufgrund der Durchmischung ein geringerer Selektionsdruck auf den Erreger ausgeübt wird und sich dieser weniger schnell anpassen kann. Die Gefahr einer schnellen Anpassung und Ausbildung einer neuen Rasse wird damit gehemmt und Resistenzen werden weniger schnell durchbrochen. Große Bedeutung kommt hierbei der Mischung der Sorten zu, die entsprechend

den Gegebenheiten bezüglich Anbaubedingungen und den vorkommenden Erregerpopulationen von *B. lactucae* anzupassen sind. Hierzu gibt es noch wenige Erfahrungen. Mit den in dem Projekt geprüften Linien- und Sortengemischen wurden erste umfassendere Erfahrungen diesbezüglich gewonnen. Mischungen wurden erstmals in der Praxis geprüft und akzeptiert. Neben der Erntestabilität war auch eine ausreichend gute Produktqualität zu verzeichnen. Auch Schärer (2005) berichtet über eine gute Marktqualität bei den Linienmischungen und Akzeptanz bei Händlern.

5.2. Untersuchungen zur Resistenz im Gewächshaustest

Mit der Prüfung von Sorten im Gewächshaus an Jungpflanzen können im Bereich der Kopfsalate Rückschlüsse auf das Resistenzverhalten und demzufolge auch auf einen potentiellen Befall im Feld gezogen werden. Das trifft in erster Linie für Sorten mit vertikalen Resistenzen zu. Bei der Prüfung von Liniengemischen dagegen sind Wechselwirkungen im Feld, die die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen maßgeblich beeinflussen, wirksam. Diese Wechselwirkungen sind im Modellsystem an Jungpflanzen nicht bzw. nur begrenzt nachweisbar. Daher kann das Verhalten der Liniengemische letztendlich nur im Feld geprüft und evaluiert werden.

Resistenzen gegenüber *B. lactucae* sind bei den Bataviasalaten aufgrund ihrer feldresistenten Eigenschaften im Modellsystem im Gewächshaus ebenfalls nicht zu erfassen.

5.3. Erste Bewertung des Anbaus von Liniengemischen in der Praxis und Schlussfolgerungen

Eine Erstbewertung der Liniengemische durch Anbauer ist positiv ausgefallen. Notwendig wird es in Folge sein, die Liniengemische hinsichtlich ihrer Anbauwürdigkeit weiterhin zu optimieren und das Angebot an lokal geeigneten Liniengemischen für den Anbau zu erweitern. Das erfordert weitere Entwicklungsarbeit. Zum anderen sind neue Vermarktungsstrategien aufzubauen, was die Akzeptanz nicht nur seitens der Anbauer, sondern in erster Linie auch der Händler und letztendlich des Verbrauchers voraussetzt.

6. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für die Praxis und Beratung

Ziel war es, zwei neue Zuchtmethoden zu evaluieren, die letztendlich durch die Entwicklung von Sorten mit deutlich verbesserter Eigenschaften in Bezug auf Stresstoleranz, Nährstoffverwertungsvermögen und Krankheitsresistenz, insbesondere gegenüber *B. lactucae* zu einer Ertragsicherheit im ökologischen Anbau und einer Erweiterung des Salatsortimentes führen.

Nach Abschluss des Projektes stehen nunmehr mehrere getestete und regional angepasste Liniengemische für die Praxis zur Verfügung. Sie sind nach erster positiver Reaktion seitens der Anbauer weiterhin in Betrieben verschiedener Regionen auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen. Ulrike Behrendt wird die besten Gemische in Zusammenarbeit mit der Züchtervereinigung Kultursaat weiter erproben und neue Zusammenstellungen vornehmen. Es ist zeitnah eine Erprobung in weiteren Praxisbetrieben geplant. Einzelne Komponenten werden beim Bundessortenamt angemeldet werden.

Bei der Kreuzungspopulation wurde in der Züchtung durch die Projektverlängerung um ein Vegetationsjahr die F3-Generation erreicht. Damit ist die Voraussetzung gegeben, die F4-Generationen weiteren Prüfungen zu unterziehen und folglich im Praxisbetrieb neben marktgängigen Sorten zu testen. Die Weiterzüchtung der Populationen wird von der Oldendorfer Saatucht übernommen. Die Sortenentwicklung könnte bis 2016 abgeschlossen sein. Auch gilt es die Wiederholbarkeit des Verfahrens der Kreuzungspopulationszüchtung mit neuen Kreuzungen zu bestätigen

In dem Projekt werden während der Laufzeit von vier Jahren ausreichend Erfahrungen zu den Liniengemischen gesammelt, um vom wissenschaftlichen Standpunkt aus diese Züchtungsmethode hinsichtlich ihrer Erfolgsaussichten einschätzen zu können. Mit der partiellen genetischen Durchmischung bei Salat in den Liniengemischen wird eine variable Reaktion auf Stressoren wie Falscher Mehltau erreicht. Die Liniengemische sind ertragsstabiler und ausreichend wüchsig für die

Vermarktung. Die variable Reaktion der Pflanze auf eine Infektion mit *B. lactucae* ist aus wissenschaftlicher Sicht eine gute Alternative, um den derzeitigen „Teufelskreis“ der vertikalen Resistenz bei Salat wirkungsvoll zu durchbrechen. Weitere Untersuchungen zur Optimierung und Neuzusammenstellung von Liniengemischen sind erforderlich, um lokal eine breite Palette geeigneter Liniengemische aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia bereitstellen zu können. Für eine erfolgreiche Umsetzung in die Praxis ist neben der Akzeptanz der Anbauer, auch die der Händler und letztendlich der Verbraucher eine wichtige Voraussetzung.

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

Die geplanten Ziele konnten in dem Projekt im Wesentlichen erreicht werden, wie die nachfolgende tabellarische Übersicht zeigt.

Ursprünglich geplante Ziele	Wann erreicht	Bewertung
<p>Auswahl der besten Linien aus der Sichtung von Sorten und Linien auf ihre Eignung für die Herstellung von Liniengemischen</p> <p>Prüfung zusammengestellter Linien-gemische</p> <p>Saatgutgewinnung der besten Liniengemische im Ramschverfahren</p>	Ende 2011	Ziel wurde erreicht
<p>Erkenntnisse aus dem Vergleich zwischen zusammengestellten und vermehrten Liniengemischen und Auswahl der besten für die Weiterführung</p> <p>Gewinnung von Saatgut aus der F1-Generation der Kreuzungen</p> <p>Identifizierung der widerstandsfähigsten Linien im Resistenzprüfverfahren im Gewächshaus</p>	Ende 2012	<p>Ziel wurde erreicht</p> <p>Gewächshaustest für Bataviasalate nicht geeignet</p>
<p>Evaluierung der Liniengemische aus den Vorjahren und Hochvermehrung der besten Kandidaten für mögliche Praxisanwendung</p> <p>Selektion und Samengewinnung aus der F2 der Kreuzungen an den Standorten und Bereitstellung des Saatgutes als Ausgangsmaterial für die Züchtung mehrerer neuer Sorten</p>	Ende 2013:	Ziel wurde erreicht
<p>Evaluierung der besten Liniengemische aus Vermehrung 2011-13 (dreimal geramscht) und den Grundmischungen im Vergleich zu den Kreuzungspopulationen der F3-Generation</p> <p>Resistenztests gegenüber <i>B. lactucae</i> im Gewächshaus mit den besten Liniengemischen</p>	Ende 2014:	<p>Ziel wurde erreicht</p> <p>Resistenztest mit Liniengemischen nur bedingt nutzbar</p>

Für den Anbau von Linienmischungen aus Kopfsalaten stellt sich weiterführend die Frage, ob es möglich wäre Gemischzusammensetzungen zu finden, die homogen genug sind um auch über den Großhandel vermarktet zu werden und gleichzeitig im Anbau stabil genug bleiben. Dazu müssen auch Gespräche mit Großhändlern über die Notwendigkeit einer absolut uniformen Ware aufgenommen werden. Bei den Bataviasalaten wird sich herausstellen, ob die Idee einer bunten Salatbox am Markt angenommen wird.

Eine weitere Frage ist, ob es nötig ist, die Zusammensetzung der Gemische laufend abzuwandeln, um den sich rasch verändernden Virulenzen von *B. lactucae* Rechnung zu tragen. Letztendlich ist die Zusammensetzung der Liniengemische entscheidend, um möglichst flexibel auf verschiedene Bedingungen im Anbau bei gleichbleibend hoher Produktqualität reagieren zu können. Aufgrund der sich jährlich ändernden Anbaubedingungen mit stark wechselnden, zum Teil extremen Witterungsbedingungen sind die in dem Projekt gewonnenen Erfahrungen zu den Liniengemischen noch nicht ausreichend für den praktischen Salatbau.

Bei den Kreuzungspopulationen ist zu klären, ob die genetische Variabilität in der F4 ausreichend ist, um auf regional unterschiedliche Stressfaktoren reagieren zu können und eine hohe Ertragssicherheit der lokal geeigneten Populationen zu gewährleisten.

8. Zusammenfassung

Die Nachfrage nach ökologisch angebautem Gemüse, insbesondere von Frischgemüse, ist groß. Um dieser Nachfrage entsprechen zu können, ist bei Salat das Sortiment zu erweitern und die Ertragssicherheit zu stabilisieren. Salat wird auch im ökologischen Anbau häufig in großen Sätzen und mit unzureichendem Fruchtwechsel angebaut. Zudem sind die Pflanzen durch schwankende Klimabedingungen mit zunehmend extremen Witterungsbedingungen einem hohen abiotischen Stress ausgesetzt. Dieses führt dazu, dass häufig ganze Sätze unter dem wachsenden Druck von Pflanzenkrankheiten wie Falschem Mehltau zusammenbrechen. Das Ziel bestand daher darin, für den ökologischen Landbau eine Alternative zu den bestehenden Sorten zu schaffen, die sich durch eine verbesserte Stresstoleranz bei gutem Nährstoffverwertungsvermögen und geringem Wasserbedarf sowie durch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern auszeichnen und damit eine hohe Anbausicherheit und Qualität gewährleisten. Dafür sollten zwei Lösungswege evaluiert werden. Zum ersten wurden Liniengemische aus reinen Linien phänotypisch ähnlicher Salate gemischt aufgepflanzt und mit den entsprechenden Nachkommenschaften aus Ramschen verglichen. Zum zweiten wurde die Arbeit mit Kreuzungspopulationen als Zuchtmethodik erprobt. Hierzu wurden Kreuzungen mit phänotypisch ähnlichen Linien hergestellt, die bis in die F4 als Ramsche weitergeführt werden und dann noch leicht heterozygot in den Anbau gelangen sollen. Der Anbau und die Ernte im Ramsch wurden über vier Vegetationsjahre auf ökologisch zertifizierten Anbauflächen an drei Standorten durchgeführt. Grundsätzlich zeigten sich die Liniengemische und Kreuzungspopulationen aufgrund ihrer genetischen Durchmischung variabler gegenüber Stressoren und stabiler in der Ertragssicherheit. Die Pflanzen waren ausreichend wüchsig, so dass die Marktfähigkeit nicht beeinträchtigt wurde. Es zeigte sich, dass der Nachbau im Ramschverfahren nicht zu empfehlen ist, da sich innerhalb eines Gemisches über die Jahre kein Gleichgewicht hinsichtlich ihrer Zusammensetzung einstellt und die Entwicklung somit unkontrollierbar wird. Liniengemische, die jährlich frisch zusammengestellt wurden, waren dagegen sehr stabil und widerstandsfähig gegenüber Krankheiten, insbesondere gegenüber dem Falschen Mehltau. Totalausfälle wie beim Anbau marktgängiger Sorten traten bei den Liniengemischen nicht auf. Die Homogenität der Gemische ist zumindest für die Direktvermarktung und Einzelhandel im Habitus hoch genug. Die Homogenität der Erntereife kann durch die Zusammensetzung der Gemische vergleichbar mit reinen Linien erreicht werden. Bei den Bataviasalaten ist es schwierig phänotypisch einheitlichen Gemischen zu erhalten. Wird hier die Zusammensetzung bewusst vielfältig angestrebt, könnte als Vermarktungsstrategie die „bunte Box“ in den Verkauf kommen. In Bezug auf Falschen Mehltau sind Bataviasalate aufgrund ihrer feldresistenten Eigenschaften ohnehin ertragsstabiler als Kopfsalate. Bei den Liniengemischen sind weitere Untersuchungen zur Optimierung und Neuzusammenstellung erforderlich, um lokal eine breite Palette geeigneter Liniengemische bereitstellen zu können. Die Kreuzungspopulation ist bis zur F4 weiter zu führen und im Anbau mit marktgängigen Sorten zu vergleichen, um sichere Aussagen zu dem Verfahren hinsichtlich seiner Praktikabilität zu erhalten. Nach erster positiver Reaktion seitens der Anbauer hinsichtlich der Anbauwürdigkeit sind die Liniengemische und Kreuzungspopulationen weiterhin in Betrieben verschiedener Regionen auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen. Für eine

erfolgreiche Umsetzung in die Praxis ist neben der Akzeptanz der Anbauer, auch die der Händler und letztendlich der Verbraucher eine wichtige Voraussetzung.

9. Literaturverzeichnis

Bretschneider, M. (1997): Sortenmischungen im Getreidebau, Verlag diplom.de, 100 Seiten, ISBN 3832401687, 9783832401689

Finckh, Maria R. (2002): Sortenmischungen bei Getreide: Eine Chance für die ökologische Qualitätsproduktion. SÖL Beraterrundbrief 2/02(2):3-4

Finckh M. R., Butz A., Lützendorf K., Greiner E., Schulze-Schilddorf G. (2005): Ertragsstabilität und Qualität von Weizensortenmischungen im Ökologischen Anbau. In: Hess J., Rahmann G. (Hrsg.): Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Kassel.

Flamm, C. (2009): Wirkung eines Mischanbaues von Weizensorten auf Anbaueigenschaften, Krankheiten, Ertrag und Qualität unter den Bedingungen des Biolandbaues. Tagungsbandes der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Band 1. Zürich, 11.-13. Februar 2009

Maisonneuve, B, Martin, E., Jean, L., Pope De Vallavieille, C., Pitrat, M. (2012). Effects of lettuce cultivar mixtures, differing for resistance genes, on *Bremia lactucae* incidence. Plant resistance sustainability 2012. International conference, La Colle sur Loup, FRA (2012-10-16 - 2012-10-19). <http://prodinra.inra.fr/record/216483>

Schärer H.J. (2005): The potential of variety mixtures in lettuce production. Ekologiskt lantbruk, Nr.45, S.37-38, ISSN 1102-6758, ISBN 91-576-6881-7

10. Veröffentlichungen zum Projekt, bisherige und geplante Aktivitäten zu Verbreitung der Ergebnisse.

Gärber, U, Behrendt, U. (2012): Neue Forschungsprojekte in der ökologischen Salatzüchtung auf hohe Anpassungsfähigkeit und gute Pflanzengesundheit. Julius-Kühn-Archiv, 438, 2012,405 (Poster auf Pflanzenschutztagung)

Gärber, U, Behrendt, U. (2013): Züchtung im ökologischen Salatanbau – neue Forschungsprojekte. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2013 in Bonn – als Poster angemeldet - abgelehnt

Gärber, U, Behrendt, U. (2014): Variabilität von *Bremia lactucae* an Salat – potentielle Maßnahmen zur Befallsminimierung im ökologischen Salatanbau. Julius-Kühn-Archiv, 447, 2014, 456-457 (Poster auf der Pflanzenschutztagung)

Behrendt, U. (2013): Vorstellung erster Ergebnisse aus den Züchtungsprojekten zu Salat im ökologischen Anbau, Züchtertreffen Kultursaat e.V., 17.01.2013 in Endeholz (Vortrag)

Gärber, Ute (2013): Was verstehen wir unter pflanzliche Resistenz am Beispiel Salat - Falscher Mehltau? Züchtertreffen Kultursaat e.V., 17.01.2013 in Endeholz (Vortrag)

Gärber, Ute (2014): Vorstellung der Ergebnisse aus den Forschungsprojekte zur Salatzüchtung im ökologischen Anbau, Evaluierung des JKI, Vorstellung der Forschungsarbeiten am Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, 06. Mai 2014 in Braunschweig (Poster und Vortrag)

Im Januar 2015 wurden die Ergebnisse in zwei Vorträgen auf der Züchtertagung von Kultursaat e.V. in Endeholz vorgestellt und zur Diskussion gestellt. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse soll 2015 im Journal für Kulturpflanzen des Julius Kühn-Institutes erfolgen.

11. Anhang

Neue Züchtungsstrategien bei Salat zur Anpassung an ökologische Anbaubedingungen und Verbesserung der Resistenz gegen *Bremia lactucae*

Förderkennzeichen: 2810OE069

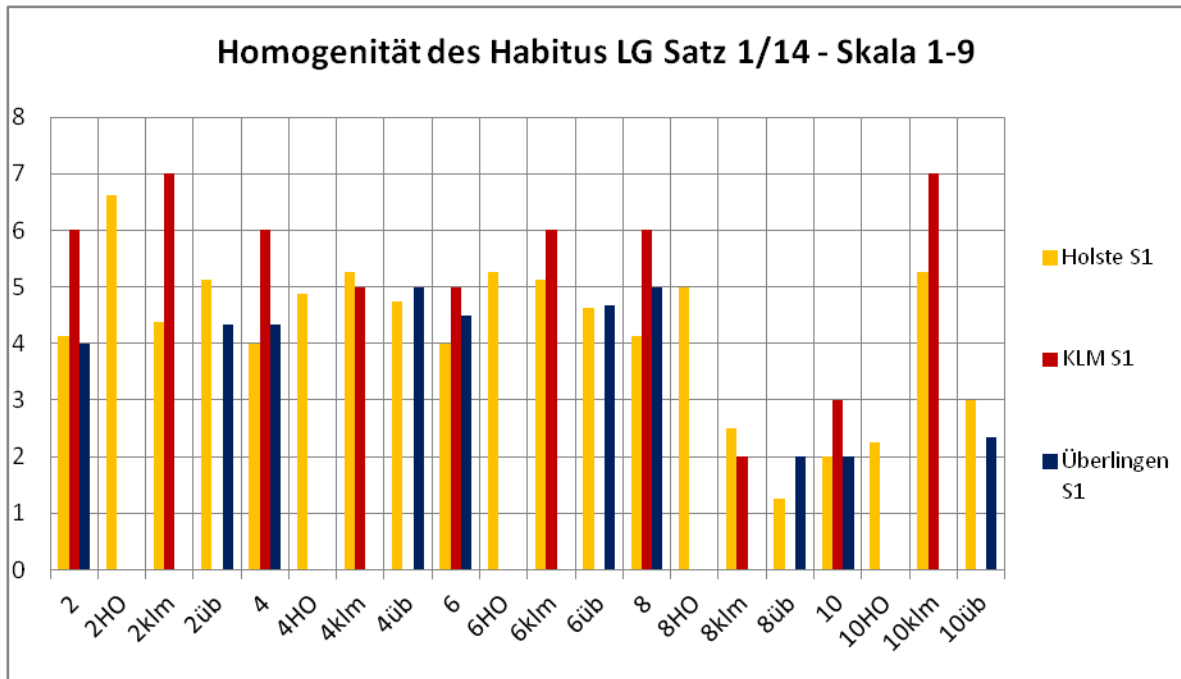


Abb. 1: Homogenität des Habitus der Liniengemische (LG2 bis LG6 aus Kopfsalaten und LG8 bis LG10 aus Bataviasalaten), Standorte Ho-Holste, klm-Kleinmachnow, üb-Überlingen, Frühjahrssatz, Skala 1-9, 1-geringste Homogenität, 9-höchste Homogenität

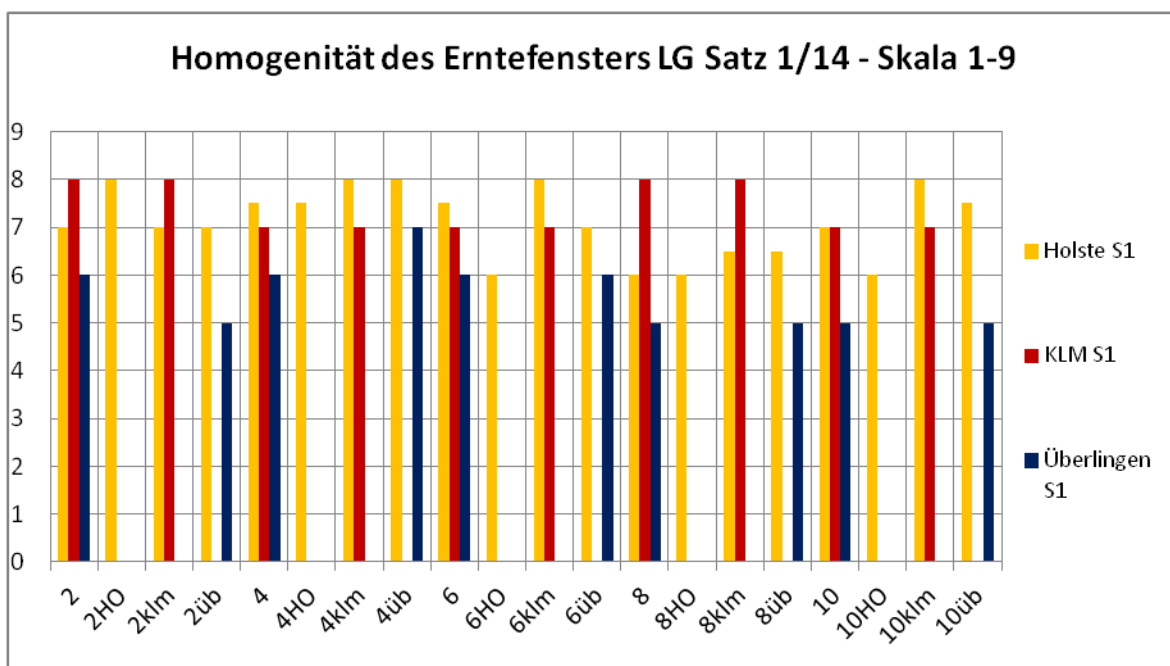


Abb. 2: Homogenität des Erntefensters der Liniengemische (LG2 bis LG6 aus Kopfsalaten und LG8 bis LG10 aus Bataviasalaten), Standorte Ho-Holste, klm-Kleinmachnow, üb-Überlingen, Frühjahrssatz, Skala 1-9, 1-geringste Homogenität, 9-höchste Homogenität

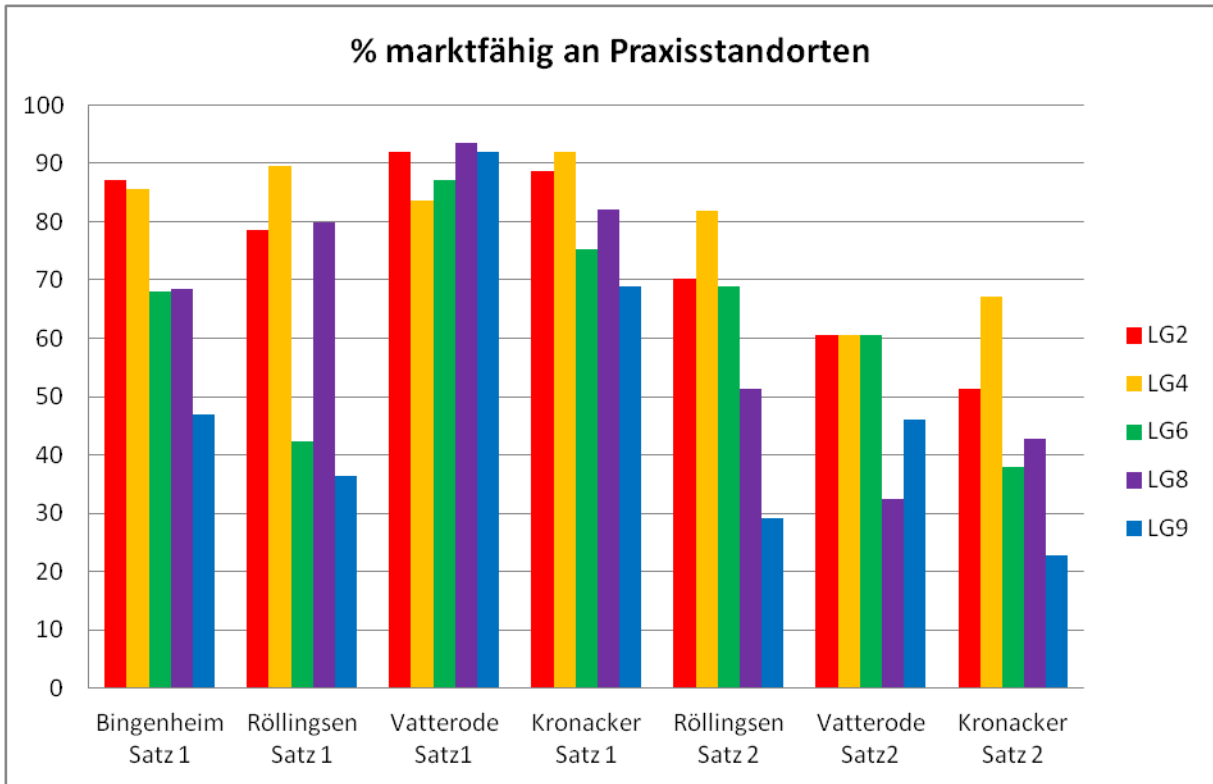


Abb. 3: Anteil marktfähiger Pflanzen (%) der Liniengemische im Frühjahrs- und Herbstanbau an den Praxisstandorten

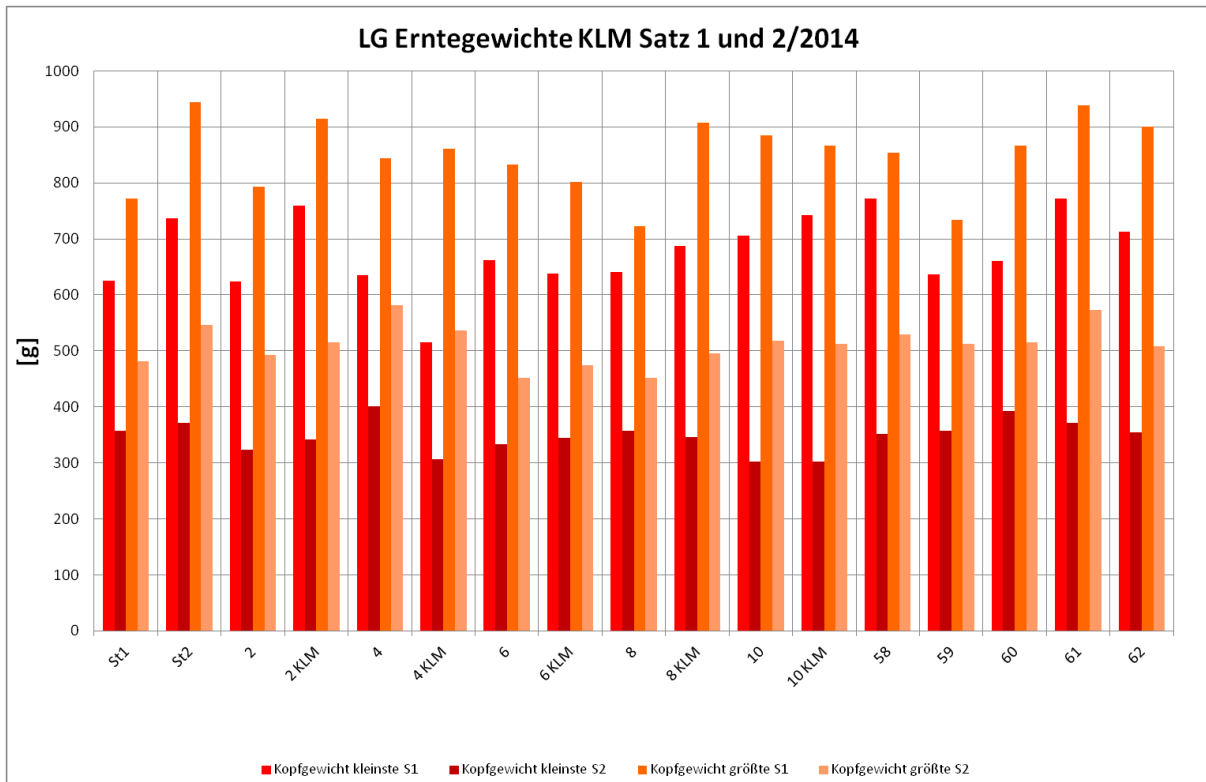


Abb. 4: Durchschnittliches Kopfgewicht in g der Liniengemische im Frühjahrs- (Satz 1) und Herbstssatz (Satz 2) am Beispiel Standort Kleinmachnow 2014. Gewicht von jeweils 2 x 5 Exemplaren (größte bzw. kleinste Exemplare pro Liniengemisch)

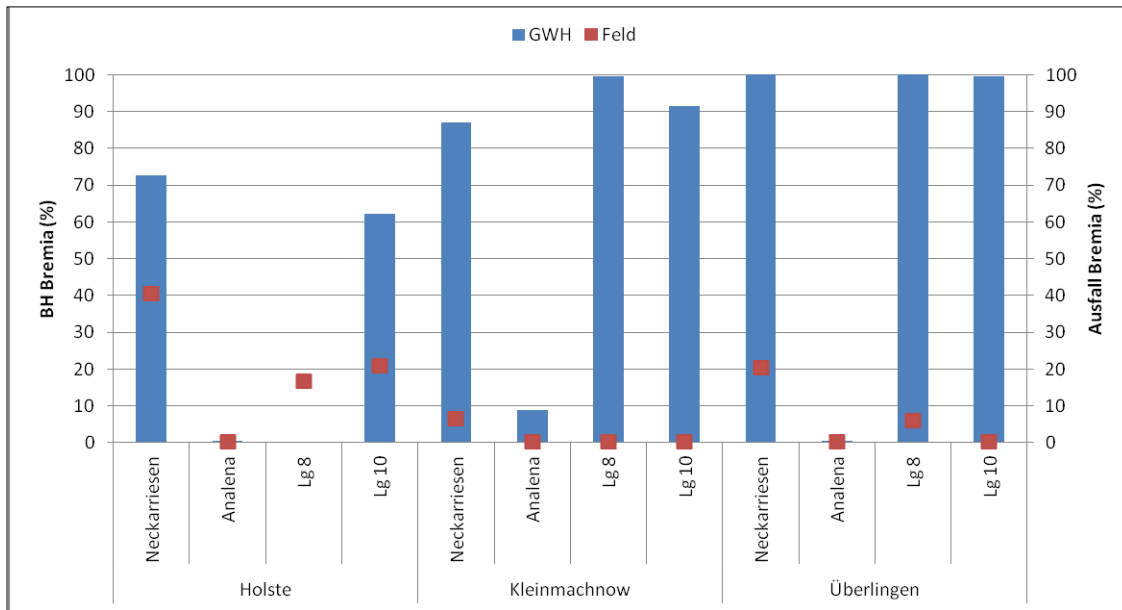


Abb. 7: Anteil der mit *B. lactucae* befallenen Pflanzen (%) im Gewächshautest im Vergleich zu Ausfällen durch *B. lactucae* im Feld (%), Liniengemische aus Bataviasalaten in der Prüfung 2011

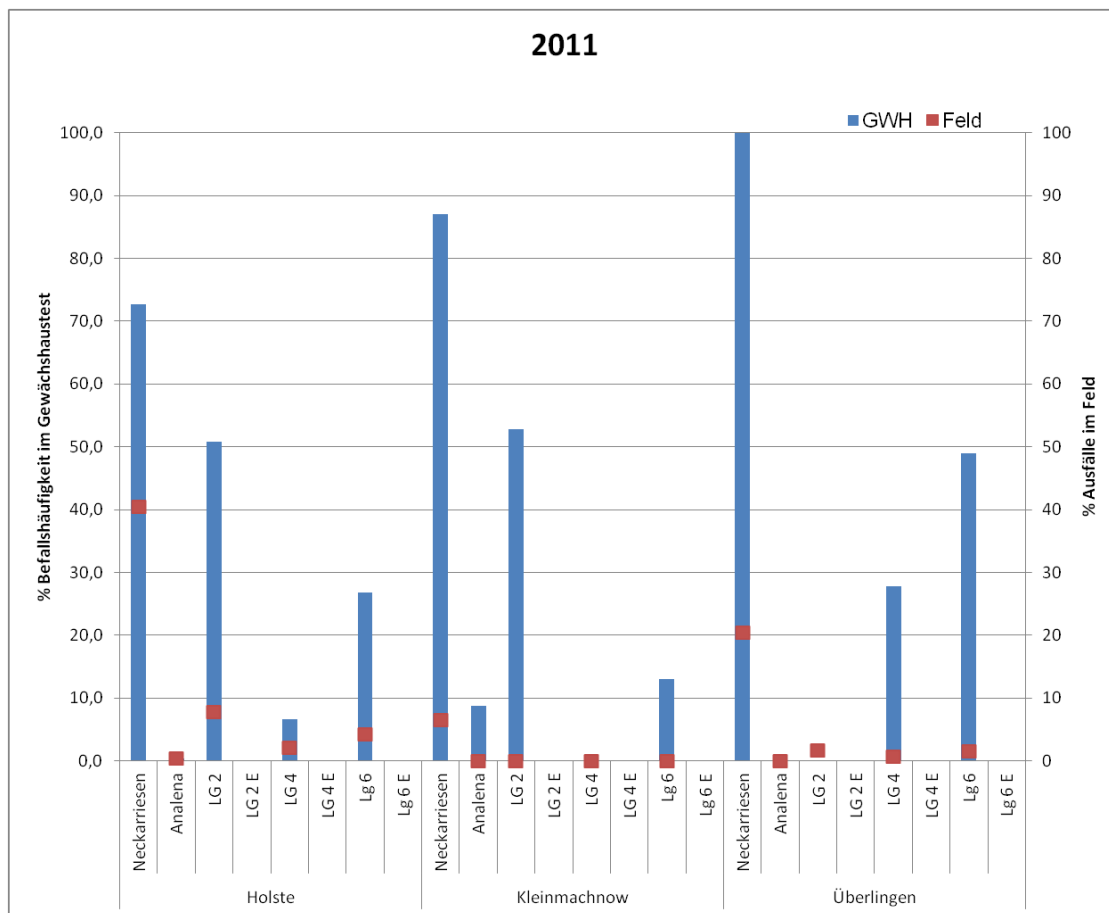


Abb. 8: Anteil der mit *B. lactucae* befallenen Pflanzen (%) im Gewächshautest im Vergleich zu Ausfällen durch *B. lactucae* im Feld (%), Liniengemische aus Kopfsalaten, 2011

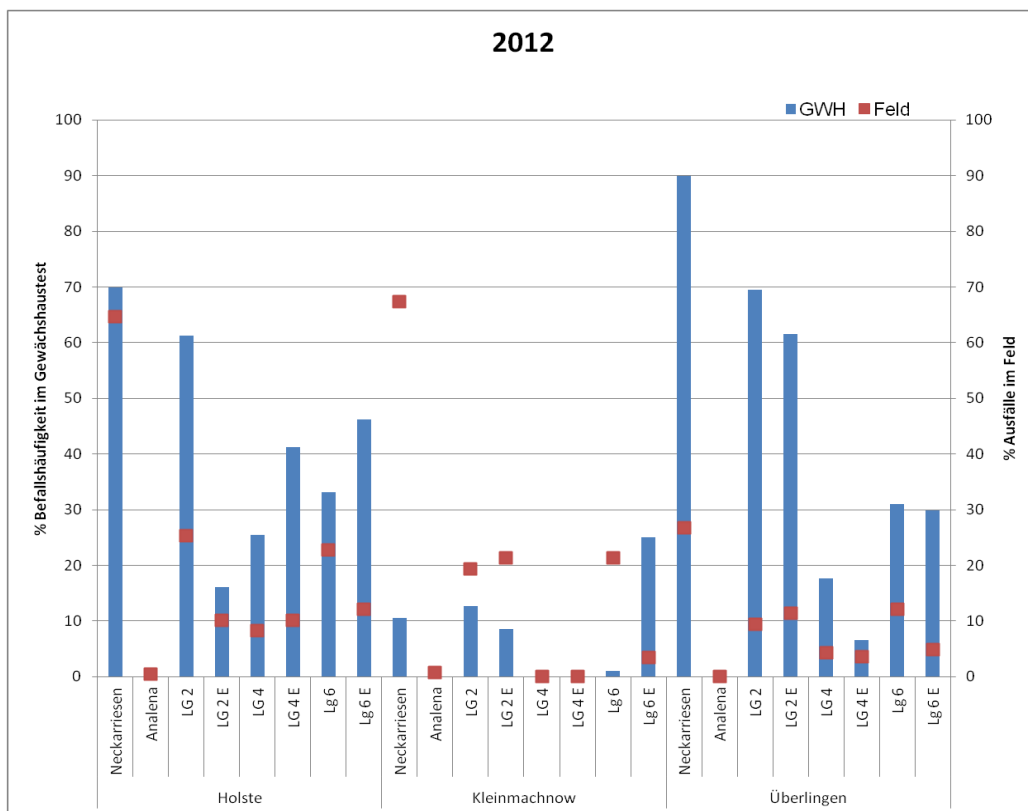


Abb. 9: Anteil der mit *B. lactucae* befallenen Pflanzen (%) im Gewächshausstest im Vergleich zu Ausfällen durch *B. lactucae* im Feld (%), Liniengemische aus Kopfsalaten, 2012

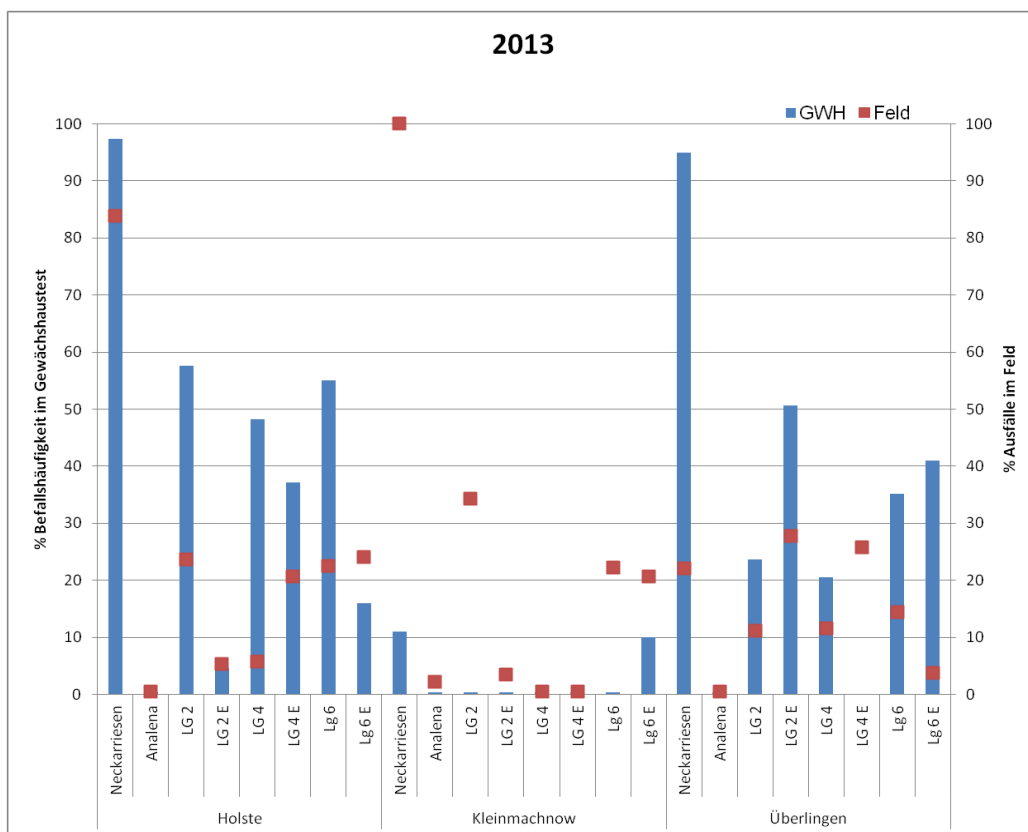


Abb. 10: Anteil der mit *B. lactucae* befallenen Pflanzen (%) im Gewächshausstest im Vergleich zu Ausfällen durch *B. lactucae* im Feld (%), Liniengemische aus Kopfsalaten, Standort Überlingen