

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Entwicklung von Salatsorten mit verbesserter Anpassungsfähigkeit durch dezentrale Züchtung

Developing lettuce varieties with improved adaptability by decentral breeding

FKZ: 10OE064

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

Entwicklung von Salatsorten mit verbesserter Anpassungsfähigkeit durch dezentrale Züchtung



Förderkennzeichen: 2810OE064

Gesamtlaufzeit: 23.05.2011 bis 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: Entwicklung von Salatsorten mit verbesserter Anpassungsfähigkeit durch dezentrale Züchtung

FKZ 2810OE064

Laufzeit: 23.05.2011 bis 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: Kultursaat e.V.

Ansprechpartner von Kultursaat e.V.: **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

Entwicklung von Salatsorten mit verbesserter Anpassungsfähigkeit durch dezentrale Züchtung

Von 2011 bis 2014 wurde am Julius Kühn-Institut gemeinsam mit Kultursaat e.V. ein im Bundesprogramm Ökologischen Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft gefördertes Projekt bearbeitet. Ziel war, Salate mit guten Produkteigenschaften und einer hohen Anpassungsfähigkeit für den Ökologischen Landbau zu entwickeln. Wichtige Zuchtmerkmale waren Trockentoleranz, Anpassung an geringen Nährstoffbedarf, Schoßfestigkeit, Innenbrandtoleranz, Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern, insbesondere gegenüber *Bremia lactucae* sowie Geschmack. Die Entwicklung von Sorten sollte durch Selektions- und Kreuzungszüchtung bei Standortanpassung durch dezentrale Züchtung ermöglicht werden. Hierfür wurden parallel zueinander weitgehend homogene Linien durch Individualauslese an vier Standorten selektiert und neue Kreuzungen durchgeführt. Geprüft wurden jeweils zehn Salatlinien/Sorten im Vergleich zu 'Neckarriesen' als anfälliger und 'Analena' als resistenter Standard in zwei Sätzen. 2014 wurden dann die besten Sorten/Linien mit dem Ursprungssaatgut lokal verglichen, um die Anpassungsfähigkeit beurteilen zu können. Die Anpassungsfähigkeit der geprüften Sorten/Linien war begrenzt. Bei den Kreuzungen ist die Anpassungsfähigkeit höher und besser nutzbar. Bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegenüber *B. lactucae* wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt. Während Kopfsalate mit vorwiegend vertikalen Resistenzen in den einzelnen Prüfjahren in Abhängigkeit vom Virulenzspektrum sehr unterschiedlich reagierten, zeigten sich die Batavia sehr stabil, sofern die Entwicklungsbedingungen für die Pflanze optimal waren und ein mittlerer Befallsdruck vorlag. Im Ergebnis dieses Projektes können Kultursaat e.V. gute, regional unterschiedlich geeignete Salate mit deutlich verbesserten Eigenschaften übergeben werden, die je nach Entscheidung des Züchtervereins beim Bundessortenamt angemeldet werden können. Die Kreuzungsnachkommenschaften werden von der Oldendorfer Saatzucht weitergeführt.

Abstract

Developing lettuce varieties with improved adaptability by decentral breeding

A project, supported in the framework of the German Federal Programme of Organic Farming and Other Forms of Sustainable Agriculture was worked on from 2011 to 2014 by the Julius Kühn-Institute together with Kultursaat e.V. The aim was to develop lettuce of good product properties and a high adaptability to organic farming. Important breeding values were tolerance to dryness, ability to utilize nutrients, shooting stability, tipburn, resistance to pathogens, especially *Bremia lactucae*, and taste. The development of varieties should be achieved by selecting and cross-breeding methods considering the plants' adaptability to their locations in decentral breeding. This was done by individual selecting largely homogeneous lettuce lines in four locations, and crossing new lines. Ten lettuce lines/varieties were tested in two growing sets compared with 'Neckarriesen' as the susceptible standard and 'Analena' as the resistant one. The best lines/varieties were compared locally to the original seeds in 2014 aiming to evaluate the adaptability. The adaptability of the tested lines/varieties was limited, for of crossings it was higher and more usable. Different results were achieved referring to the resistance to *B. lactucae*. While butterhead lettuce with mainly vertical resistance showed different reactions during the test period depending on the virulences occurred, Batavia lettuce was very stable when the developmental conditions for plants were optimal and the infection pressure was medium. Finally, as a result of the project, high quality, regionally differently suitable lettuce with considerably improved features can be provided for Kultursaat e. V. who will decide upon their application with the Bundessortenamt (German Federal Plant Variety Office). The offspring of the crossings were further developed by Oldendorfer Saatzucht.

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. Sorten und Linien.....	9
3.2. Kreuzungen.....	10
3.3. Zucht- und Selektionsmethode	10
3.4. Standorte	11
3.5. Feldversuche	11
3.6. Prüfmerkmale	12
3.7. Virulenzuntersuchungen	12
4. Wichtigste Ergebnisse	13
4.1. Ergebnisse der Feldversuche zur Anpassung der Sorten/Linien an die lokalen Standortbedingungen	13
4.2. Ergebnisse der Kreuzungsversuche.....	18
4.3. Virulenzspektrum an den Standorten	20
5. Diskussion der Ergebnisse.	23
5.1. Feldversuche zur Standortanpassung durch dezentrale Züchtung ausgewählter Sorten/Linien.....	23
5.2. Feldversuche mit Kreuzungen der F2- und F3-Generation.....	23
5.3. Virulenzspektrum und Auswirkungen auf die Sortenanfälligkeit.....	23

6. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für die Praxis und Beratung	24
7. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen.....	24
8. Zusammenfassung.....	25
9. Literaturverzeichnis	26
10. Veröffentlichungen zum Projekt, bisherige und geplante Aktivitäten zu Verbreitung der Ergebnisse.	27

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ablaufplan der geplanten Versuche am JKI und den Praxisstandorten (gelb-JKI, grün- alle Praxisstandorte, rot-Standort Holste, ocker-alle Standorte).....	8
Abb. 2: Versuchsstandorte im Projekt zur Standortanpassung.....	11
Abb. 3: Häufigkeit des Vorkommens der Virulenzfaktoren in den Erregerpopulationen von <i>B. lactucae</i> an den vier untersuchten Standorten im Prüfzeitraum von 2011 bis 2014	21
Abb. 4: Häufigkeit der Virulenzfaktoren in den Isolaten von <i>B. lactucae</i> , dargestellt für die einzelnen Standorten in den Jahren von 2011 bis 2014	22

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Von 2011 bis 2013 im Feld angebaute Linien und Sorten an vier Standorten in Deutschland.....	9
Tab. 2: Ausgewählte Sorten und Linien für den Anbau 2014 im Vergleich zum Ursprungssaatgut	10
Tab. 3: Liste der 2013 angebauten Kreuzungen aus der Oldendorfer Saatzucht.....	10
Tab. 4: Testpflanzenset EU-B des IBEB zur Identifizierung der Virulenzen von <i>B. lactucae</i>	13
Tab. 5: Erntefähigkeit der Sorte/Linien in % an den Standorten im Frühjahrssatz (Pflanzung Ende April bis Anfang Mai, Ernte Mitte bis Ende Juni) in den Jahren 2011 bis 2014	14
Tab. 6: Erntefähigkeit der Sorte/Linien in % an den Standorten im Herbstsatz (Pflanzung Anfang bis Mitte August, Ernte Mitte bis Ende September) in den Jahren 2011 bis 2014	14
Tab. 7: Ausfälle in den Sorten/Linien durch <i>B. lactucae</i> im Herbstanbau an den Standorten (2011 bis 2014).....	15
Tab. 8: Erntefähigkeit (%) ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie bzw. in Holste zu den besten Linien der anderen Standorte (Satz 1).....	17
Tab. 9: Erntefähigkeit (%) ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie bzw. in Holste zu den besten Linien der anderen Standorte (Satz 2).....	17
Tab. 10: Ausfälle durch <i>B. lactucae</i> ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie bzw. in Holste zu den besten Linien der anderen Standorte (Satz 2).....	18
Tab. 11: Erntefähigkeit (%) der Kreuzungen im Anbau 2013 und 2014 (Satz 1).....	18
Tab. 12: Erntefähigkeit (%) der Kreuzungen im Anbau 2013 und 2014 (Satz 2).....	19
Tab. 13: Ausfälle durch <i>B. lactucae</i> der Kreuzungsnachkommenschaften an den Standorten 2013 und 2014 im Herbstsatz (Satz 2).....	19
Tab. 14: Anzahl nachgewiesener Erregerformen von 2011 bis 2014 an den Standorten in Deutschland.....	20
Tab. 15: Charakterisierung der an den Standorten von 2011 bis 2014 vorkommenden Erregerformen von <i>B. lactucae</i>	20
Tab. 16: Überblick zur Häufigkeit der Virulenzfaktoren in den geprüften Isolaten von <i>B. lactucae</i> , die an den Standorten Holste, Kleinmachnow, Müllheim und Überlingen in den Jahren 2011 bis 2014 gesammelt wurden	22

1. Einführung

1.1. Gegenstand des Vorhabens

Bei Gemüse, insbesondere bei Salat sind bezüglich des Verbraucherverhaltens tendenzielle Veränderungen zu beobachten. Die Nachfrage nach einer größeren Salatvielfalt nimmt stetig zu. Die Anbaufläche aller Salatformen ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Ware aus ökologischem Anbau ist dabei verstärkt gefragt. Auf die sich verändernde Marktsituation müssen sich ökologisch wirtschaftende Betriebe einstellen und ihr Sortiment entsprechend anpassen. Das erfordert eine Erweiterung des Sortimentes im ökologischen Bereich bei Salat und die Bereitstellung von Sorten und Arten mit guten Produkteigenschaften hinsichtlich Qualität und Anbausicherheit. Neben Verbraucherwünschen spielen Anbaueignung und Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen und biotischen Faktoren eine große Rolle. In Anbetracht des hohen Schadenspotentials des Falschen Mehltaus wird besonderes Augenmerk auf die Züchtung von Sorten mit breiter Resistenz gegenüber *B. lactucae* gelegt. Aufgrund der regional unterschiedlichen Bedingungen für den Anbau spielt die Anpassung der Sorten und Arten an den Standort eine große Rolle.

1.2. Ziele und Aufgaben

Ziel des Projektes ist es, neue Salatformen zu züchten bzw. vorhandene Linien aus der Oldenburger Saatzucht AG weiterzuentwickeln, die sich durch eine verbesserte Stresstoleranz bei gutem Nährstoffverwertungsvermögen und hoher Krankheitsresistenz auszeichnen und damit eine hohe Anbausicherheit und Qualität gewährleisten. Im Hinblick auf die sich ändernden, zum Teil regional sehr unterschiedlichen Witterungsverhältnisse wie lange Trockenperioden gefolgt von stärkeren Niederschlägen, sollen in diesem Projekt neue Zuchtziele verfolgt werden, die eine bessere Anpassung der Sorten ermöglichen. Die Standortanpassung von Sorten /Linien soll durch dezentrale Züchtung erreicht werden, wobei in das Zuchtprogramm verschiedene Salatformen aufgenommen werden. Ein wichtiges Merkmal wird weiterhin die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Falschen Mehltau sein, der eine hohe wirtschaftliche Bedeutung hat, da der Erreger *Bremia lactucae* durch die Bildung einer Vielzahl regional vorkommender Erregerformen mit hohen Virulenzen die Ertragsicherheit stark gefährdet.

Das Projekt soll einen wesentlichen Beitrag leisten, den neuen Leistungsanforderungen an eine Sorte entsprechen zu können.

1.3. Planung und Ablauf

Für die Planung und den Ablauf der Versuchsarbeiten standen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- a. Welche Zuchtmerkmale sind für die Sortenentwicklung im ökologischen Anbau insbesondere unter Berücksichtigung der klimatisch bedingten Veränderungen vordergründig?
- b. Mit welcher Züchtungsmethode ist das Ziel der Sortenentwicklung erreichbar?
- c. Welche Salatformen sollen in die Züchtung einbezogen werden?

Zu a: In Hinblick auf eine sparsame Nutzung natürlicher Ressourcen und der sich veränderten klimatischen Bedingungen sind Merkmale wie Trockentoleranz, Anpassung an geringen Nährstoffbedarf, Schoßfestigkeit sowie Innenbrandtoleranz wichtige Zuchtmerkmale. Die bislang ungelöste Problematik in Bezug auf Falschen Mehltau ist ein weiterer Schwerpunkt. Einerseits kann sich der Erreger bei lokal auftretenden Niederschlägen stärker ausbreiten, andererseits kann nach trockenen Phasen die Anfälligkeit für Falschen Mehltau steigen. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber *B. lactucae* ist daher neben den oben genannten ein wichtiges Zuchtmerkmal. Eine begründete Verbrauchererwartung an ökologisches Gemüse ist ein hervorragender Geschmack und wurde als wesentliches Zuchtziel mit bearbeitet.

Zu b: Die Entwicklung von Sorten mit den unter Punkt a genannten Merkmalen soll durch Selektions- und Kreuzungszüchtung bei Standortanpassung durch dezentrale Züchtung ermöglicht werden. Parallel zueinander wurden weitgehend homogene Linien durch Individualauslese an den Standorten

weiterselektiert und neue Kreuzungen durchgeführt. Durch die Selektion der homogenen Linien an den Standorten kann das oben beschriebene Anpassungspotential an lokale Gegebenheiten und allgemeine Stressfaktoren evaluiert und genutzt werden. Die Kreuzungen dienen der Durchmischung des genetischen Potentials. In der Phase der Reinzucht ab der F2 Generation fand die Individualauslese an den Standorten statt. Somit sollte der positive Einfluss der natürlichen Selektion mit genutzt und eine Anpassung an lokal vorkommende Mehltaurassen stattfinden.

Zu c) Da die Bedeutung von Kopfsalat im ökologischen Anbau tendenziell leicht abnimmt, wurden weitere Salatformen in die Züchtung wie Batavia einbezogen.

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 angepassten Linien mit dem Ursprungssaatgut durchgeführt werden.

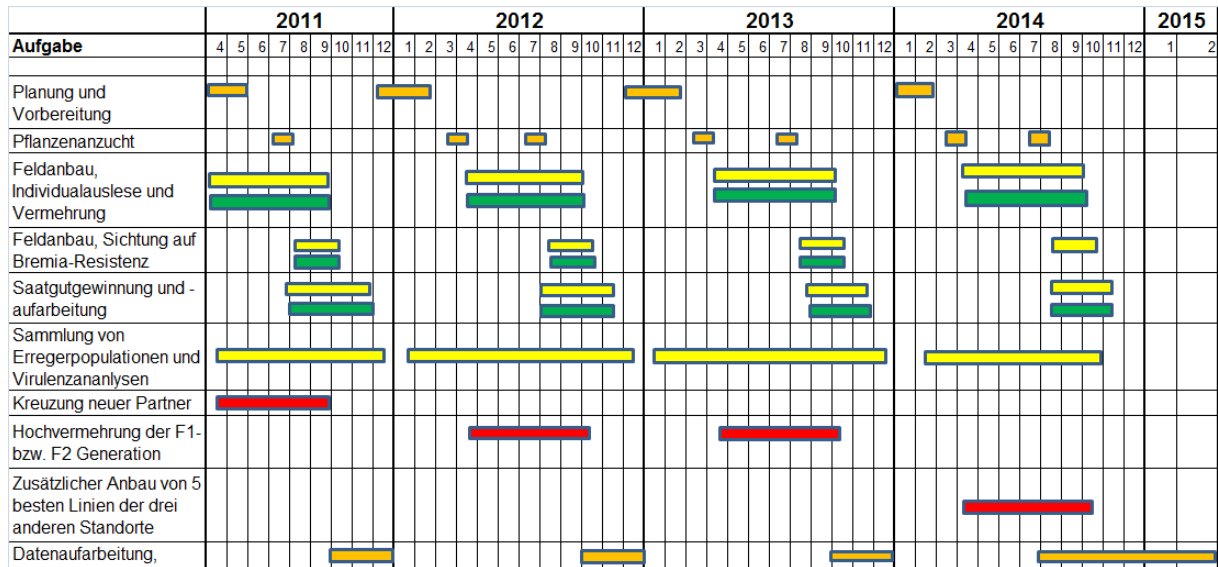


Abb. 1: Ablaufplan der geplanten Versuche am Julius Kühn-Institut (JKI) und den Praxisstandorten (gelb-JKI, grün- alle Praxisstandorte, rot-Standort Holste, ocker-alle Standorte)

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Salatzüchter stellen sich zunehmend auf die neue Situation einer stärkeren Nachfrage in der Salatvielfalt ein und sind bestrebt, das Sortiment auch im Ökobereich durch weitere Salatarten und –sorten zu erweitern. Der Anspruch an eine Sorte ist sehr hoch (Drexler 2009). Neben Verbraucherwünschen sind Anbaueignung und Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen und biotischen Faktoren zu berücksichtigen (Schwab 2009). In Anbetracht der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Falschen Mehltaus sind die Züchter bemüht, Sorten mit breiter Resistenz gegenüber *B. lactucae* zu entwickeln (Arend, vander 2004). Aufgrund der hohen Variabilität des Erregers mit derzeit 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 (Gärber, Idczak 2009). Aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia wurden in dem BÖLN-Projekt (Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft) 06OE049 zehn Linien mit feldresistenten Eigenschaften von Kultursaat e. V. hinsichtlich ihrer Anbauwürdigkeit an verschiedenen Standorten Deutschlands geprüft. Im Ergebnis der Anbauprüfungen zeichneten sich zwei der Linien von Kultursaat e.V. in anbau- und marktrelevanten Merkmalen durchgehend gute Eigenschaften aus. In der Entwicklung von Sorten mit Anpassung an ökologische Anbaubedingungen wird großer Forschungsbedarf gesehen.

Die Standortanpassungsfähigkeit ist bei Selbstbefruchtern wie Salat durch die Homozygotie beschränkt. Dennoch kann der Salat sich den Bedingungen der Umgebung gerade bei polygen bedingten Merkmalen wie Trockenheitstoleranz und einem geringen Nährstoffbedarf anpassen. Genetisch wird hierfür das Auftreten von Transpositionselementen verantwortlich gemacht, die Mutationen hervorrufen, die der Organismus „braucht“ (Bauer 2008). Ein Beispiel ist hierfür die schnelle Reaktion durch die Bildung von Abwehrstoffen auf das Auftreten neuer Erregerformen. Die Möglichkeit der Anpassung kann durch den Anbau, die Selektion und Weiterzüchtung an verschiedenen Standorten unterstützt und untersucht werden.

Im BÖLN-Projekt 06OE049 zeigte sich, dass an den Standorten spezifische, sich leicht verändernde Erregerprofile bei *B. lactucae* auftraten. Ziel in dem Projekt war es, durch die Identifizierung der Rassengemische an den Standorten eine Voraussage über die Anbauwürdigkeit vorhandener Sorten zu schaffen. In dem Projekt 2810OE064 soll dagegen, die Anpassungsmöglichkeit homogener Linien und neuer Kreuzungen durch die züchterische Bearbeitung unter den spezifischen Standortbedingungen auch beim Auftreten neuer Erregerformen evaluiert und für die Praxis nutzbar gemacht werden.

Die Fragestellung bezüglich der Anpassung an Trockenheit und an gering verfügbaren Nährstoffen fand in der Züchtung bislang wenig Beachtung. Derzeit sind auf dem Markt keine Sorten verfügbar, die diesen Ansprüchen genügen.

3. Material und Methoden

3.1. Sorten und Linien

Für die Freilandversuche im Frühjahr und Herbst an vier Standorten (Holste, Kleinmachnow, Überlingen, Müllheim) wurden Linien aus der Oldendorfer Saatzucht ausgewählt, die im Vergleich zu marktgängigen Standardsorten angebaut wurden. Die Linien stammen aus dem Bereich Kopfsalate und Batavia. Als anfälliger Standard diente bei den Kopfsalaten die Sorte Neckarriesen (Bingenheimer Saatgut) und als resistenter Standard die Sorte Analena (ENZA ZADEN). Die Sorte Maravilla de verano wurde zum Vergleich bei den Bataviasalaten eingesetzt. In der Tabelle 1 sind die 2011 bis 2013 im Feld geprüften Sorten bzw. Linien aufgelistet.

Tab. 1: Von 2011 bis 2013 im Feld angebaute Linien und Sorten an vier Standorten in Deutschland

Bezeichnung	Linie/Sorte	Herkunft	Salattyp
St 1	Neckarriesen	Bingenheimer Saatgut	Kopfsalat
St 2	Analena	Enza Zaden	Kopfsalat
St 3	Ardeola A6/06/10	Bingenheimer Saatgut	Kopfsalat
St 4	Rolando	Bingenheimer Saatgut	Kopfsalat
St 5	V 92/08	Oldendorfer Saatzucht	Kopfsalat
St 6	Cindy/09	Bingenheimer Saatgut	Kopfsalat
St 7	V 42/09	Oldendorfer Saatzucht	Kopfsalat
St 8	V 63/09	Oldendorfer Saatzucht	Batavia
St 9	V20/09	Oldendorfer Saatzucht	Batavia
St 10	V 24/09	Oldendorfer Saatzucht	Batavia
St 11	V22/08	Oldendorfer Saatzucht	Batavia
St 12	Maravilla de verano	Bingenheimer Saatgut	Batavia

2014 wurden die an den Standorten besten Linien ausgewählt und im Vergleich zum Ursprungssaatgut angebaut. Ausgewählt wurden für die Standorte nachfolgend aufgeführte Linien/Sorten.

Tab. 2: Ausgewählte Sorten und Linien für den Anbau 2014 im Vergleich zum Ursprungssaatgut

Standort	Kopfsalate	Batavia
Kleinmachnow	Ardeola, Rolando, V92	V20, V22
Holste	Ardeola, Cindy, V42 Zum Vergleich Rolando, V92, V20	V22, V24
Überlingen	Ardeola, Cindy, V42	V20, V22
Müllheim	Ardeola, Cindy, V42	V22, V24

Die Sorte Ardeola und Linie 22 wurden vergleichsweise an allen Standorten angebaut. Zusätzlich wurden am Vergleichsstandort Holste die fünf Favoriten von den anderen Standorten zusätzlich zum Vergleich angebaut.

3.2. Kreuzungen

Das Material für die Kreuzungen stammt aus der Sichtung im Gewächshaus von etwa 50 Linien bzw. Sorten von Kopf- und Bataviaformen. Diese stammen teils aus dem eigenen Betrieb von Frau Behrendt, teils aus der Genbank und einer weiteren ökologischen Salatzüchterin. Im Projekt wurden die Linien von Beginn an einzeln durch Individualauslese mit dem Ziel der Reinzucht weitergeführt.

Die Kreuzungen fanden im Gewächshaus statt. Hierzu wird nach der Methode von Oliver (Norton 1913) der Pollen von der Narbe gespült, bevor die Narbenästchen sich öffnen und das Narbengewebe reif ist. Anschließend wird die frei gespülte Narbe mit fremdem Pollen belegt. Es wurden auch Versuche mit Handkastration und der Verdunkelung der Blütenknospen zur Inaktivierung des Pollens durchgeführt.

Die Kreuzungen wurden erstmals 2013 an den Standorten angebaut.

Tab. 3: Liste der 2013 angebauten Kreuzungen aus der Oldendorfer Saatzucht

Bezeichnung	Kreuzung
St 50	Kreuzung Kopfsalat
St 51	Kreuzung Kopfsalat
St 52	Kreuzung Kopfsalat
St 53	Kreuzung Kopfsalat
St 54	Kreuzung Kopfsalat
St 55	Kreuzung Batavia
St 56	Kreuzung Batavia
St 57	Kreuzung Batavia

3.3. Zucht- und Selektionsmethode

Um die beschriebenen umweltbezogenen Ziele zu erreichen, wurde für die Weiterführung der bei Kultursaat e.V. vorhandenen Linien mit Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften an den verschiedenen Standorten gearbeitet. Die Selektion fand anhand der im Boniturverfahren festgestellten Güte der Einzelpflanzen an zwei Zeitpunkten bei Erntereife und Schossbeginn statt. Besonderer Wert wurde dabei der Krankheitsanfälligkeit zugemessen. Die besten Einzelpflanzen werden ausgestäubt, kurz vor der Blüte überdacht und zur Samenreife einzeln beerntet.

3.4. Standorte

Die vier Versuchsstandorte, die in das Projekt einbezogen wurden, verteilen sich von Nord bis Süddeutschland (Abb. 2) und sind wie folgt zu beschreiben.



Abb. 2: Versuchsstandorte im Projekt zur Standortanpassung

Holste: Oldendorfer Saatzucht

Lage in der Norddeutschen Tiefebene in der Nähe Bremens auf Geestboden mit ca. 30 Bodenpunkten. 700 mm Niederschlag, die ungleichmäßig auftreten. In den letzten Jahren kam es zu ausgedehnten Frühjahrstrockenheiten und oft sehr regenreichen Sommermonaten. Mehltauauftreten im Herbstsatz sicher, im Sommer kaum.

Kleinmachnow: Versuchsfeld des Julius Kühn-Institutes in Berlin-Dahlem

Lage 45 m über NN, mittlere Jahresniederschlag 600 mm, mittlere Jahrestemperatur 8,8 °C

Der Boden hat eine Bodengüte zwischen 36 und 46 Bodenpunkten. Es handelt sich um lehmigen Sand, zum Teil Parabraunerde über einer mächtigen Tonschicht in zwei Meter Tiefe. Zunehmend lange Trockenperioden im Frühjahr.

Müllheim: Gärtnerei Piluweri,

In der Rheinebene und Vorbergzone zum Schwarzwald auf 230-300 m über NN. Mittelschwere Böden, mildes Weinbauklima mit etwa 700 mm Niederschlägen. Im Sommer oft längere Trockenheit und große Hitze. Mehltauproblemgebiet.

Überlingen: Gärtnerei Ralzhof,

Überlinger Hügelland 450m über NN, Mittelschwerer bis schwerer Lehmboden, Parabraunerde. Mildes, ausgeglichenes Bodenseeklima, 850 mm Niederschlag pro Jahr bei hoher Luftfeuchte. Spätes Frühjahr, warmer Herbst. Mehltau tritt u.U. schon im ersten Satz auf.

Die einzelnen Standorte unterscheiden sich stark in ihren Bodenwerten und dem Nährstoffangebot. Holste und Kleinmachnow weisen im Vergleich zu den beiden Südstandorten die geringsten Bodenwerte bezüglich der Stickstoffnachlieferung auf.

3.5. Feldversuche

Linien aus der Oldendorfer Saatzucht, sowie einige als Kreuzungspartner und Standard verwendete marktgängige Sorten wurden an vier Standorten angebaut, selektiert und vermehrt (siehe 3.1 und

3.2). Im Norden wurden die Oldendorfer Saatzucht und in Mitteldeutschland das JKI Kleinmachnow als Trockenstandorte sowie zwei süddeutsche Standorte mit hohem Falschen Mehltaudruck als Versuchsstandorte gewählt (siehe 3.4.). Die Durchführung der Freilandversuche erfolgte auf ökologisch zertifizierten Flächen des Versuchsfeldes am Standort Kleinmachnow. Bei den anderen Standorten handelt es sich um Gartenbaubetriebe mit ökologischer Wirtschaftsweise.

Der Anbau erfolgte jährlich in zwei Sätzen im Freiland als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen. Der erste Satz wurde im Frühjahr (Ende April bis Anfang Mai) angepflanzt und im Sommer zur Gemüsereife beurteilt. Nach der Individualauslese wurden die besten Köpfe überdacht oder ins Gewächshaus umgepflanzt, um Saatgut zu gewinnen. Der zweite Satz mit den gleichen Herkünften diente der Sichtung auch in Bezug auf Resistenz gegenüber *B. lactucae*. Die Bewertung wurde im Herbst zur Erntereife durchgeführt, zu einer Zeit, wo der Befallsdruck mit Falschem Mehltau in der Regel am höchsten ist. Die Bonituren auf die wichtigen wertgebenden Eigenschaften wurden nach den in 3.6. beschriebenen Prüfmerkmalen durchgeführt.

Die Feldversuche mit den Linien/Sorten wurden über drei Jahre an den einzelnen Standorten durchgeführt. Anhand der Ergebnisse wurden 2014 für die einzelnen Standorte fünf Salatlinien bzw. Sorten (jeweils drei Kopfsalate und zwei Batavia) ausgewählt, die 2014 am jeweiligen Standort mit dem Ursprungssaatgut vergleichend angebaut wurden, um die Anpassungsfähigkeit am Standort bewerten zu können (siehe 3.1.).

Parallel zum Anbau der Linien wurden 2011 in der Oldendorfer Saatzucht neue Kreuzungen durchgeführt. 2012 wurde die F1-Generation in Oldendorf hochvermehrt. Die F2- Generation wurde 2013 an den verschiedenen Standorten angebaut, selektiert und Saatgut gewonnen. Im Herbst wurden die Kreuzungen parallel zu den Prüflinien in einem 2. Satz zur Sichtung auf Krankheitsresistenz angebaut (siehe 3.2.).

3.6. Prüfmerkmale

Die Bewertung der Sorten und Linien 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. Ein wichtiger Parameter war die Ermittlung des Anteils nicht erntefähiger Salatköpfe, wobei nach den Ursachen für die Nichterntefähigkeit zu differenzieren war. Die Homogenität der Linie 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 10 Pflanzen pro Wiederholung ermittelt.

3.7. Virulenzuntersuchungen

Für die Untersuchungen zum Virulenzspektrum wurden jährlich von jedem Standort repräsentative Proben vom Feld gesammelt und an das JKI versendet. Am JKI wurde der Erreger auf der anfälligen

Sorte Attraktion hochvermehrt und anschließend im Klimakammertest anhand des EU-B-Testpflanzensortiment des IBEB (International Bremia Evaluation Board, Tab. 4)) auf vorhandene Virulenzen geprüft. Zusätzlich wurden dem EU-B Set vom IBEB die Sorten Design bzw. Femke mit der Nummer 25 (Sextett 5) zur Erprobung auf Eignung zugefügt. Die Sorten/Linien im Sextett 2 mit den Nummern 8, 10 und 11 (in der Tab. 2 rot gekennzeichnet) wurden dagegen im Set nicht mehr mitgeliefert, da diese in der Regel vollständig befallen werden und ihnen für die Differenzierung der Erregerformen keine Bedeutung mehr zukommt. Die Prüfung erfolgte entsprechend der Methode der CPVO-Richtlinie (CPVO-TP 013/5, Community Plant Variety Office). Die Virulenzanalysen von *B. lactucae* an den Standorten lassen Rückschlüsse auf das aktuelle Virulenzspektrum in den Anbauregionen zu und ermöglichen, lokale Änderungen im Auftreten von Erregerformen nachzuvollziehen. Die Ergebnisse sind gleichfalls für das Projekt2810OE069 relevant.

Tab. 4: Testpflanzenset EU-B des IBEB zur Identifizierung der Virulenzen von *B. lactucae*

Nummer Sextett	Nummer im Set	Sorte/Linie	Resistenzgen
0	0	Green Towers	0
1	1	Lednický	Dm1
	2	UC DM2	Dm2
	3	Dandie	Dm3
	4	R4T57 D	Dm4
	5	Valmaine	Dm5/Dm8
	6	Sabine	Dm6
2	7	LSE 57/15	Dm7
	8	UC DM10	Dm10
	9	Capitan	Dm11
	10	Hilde II	Dm12
	11	Pennlake	Dm13
	12	UC DM14	Dm14
3	13	NunDm15	Dm15
	14	CG Dm16	Dm16
	15	NunDm17	Dm17
	16	Colorado	Dm18
	17	Ninja	R36*
	18	Discovery	R37**
4	19	Argelès	R38
	20	RYZ2164	"Silvinas"
	21	RYZ910457	"Murai"
	22	Bedford	monogenic
	23	Balesta	monogenic
	24	Bellissimo	monogenic
5	25	Design bzw. Femke	monogenic

4. Wichtigste Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der Feldversuche zur Anpassung der Sorten/Linien an die lokalen Standortbedingungen

Zur Anpassung an die lokalen Gegebenheiten standen insgesamt drei Vegetationsjahre zur Verfügung. Im vierten Jahr wurden dann die selektierten Sorten/Linien mit dem Ursprungssaatgut am jeweiligen Standort in zwei Sätzen (Frühjahr/Herbst) verglichen, um die Anpassungsfähigkeit beurteilen zu können. In Holste wurden zusätzlich die von anderen Standorten besten Sorten/Linien

vergleichend angebaut. Somit war das vierte Anbaujahr das entscheidende Jahr, um Ergebnisse vergleichen und Schlussfolgerungen hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit der Sorten/Linien ziehen zu können.

Um die Leistungsfähigkeit einer Sorte/Linie beurteilen zu können, wurde in den Prüffahren 2011 bis 2014 in beiden Anbausätzen der prozentuale Anteil erntefähiger Pflanzen (Erntefähigkeit) ermittelt (Tab. 5 und 6). Zur Bewertung einer Sorte/Linie wurde die Erntefähigkeit in vier Klassen eingeteilt. Am leistungsstärksten wurden die Sorten eingeschätzt, die über 85 % erntefähig waren. Bedingt bzw. nicht ausreichend leistungsfähig wurden Sorten bewertet, deren Anteil erntefähiger Pflanzen unter 70 % bzw. 55 % lag (siehe Legende Tab. 5 und 6).

Tab. 5: Erntefähigkeit der Sorte/Linien in % an den Standorten im Frühjahrssatz (Pflanzung Ende April bis Anfang Mai, Ernte Mitte bis Ende Juni) in den Jahren 2011 bis 2014

Erntefähigkeit in %, Satz1																
Standort	Holste				Kleinmachnow				Mühlheim				Überlingen			
Linie / Jahr	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Neckarriesen	96	93	94	43	94	18	85	49	84	83	54	93		95	80	53
Analena	96	86	74	91	100	92	97	90	100	97	83	87		98	87	56
Ardeola	91	64	71	88	90	89	95	84	96	86	56	78		96	74	48
Rolando	92	81	72	43	99	20	97	73	99	81	54			95	48	
V92	99	81	62	23	100	24	91	84	98	82	39			96	45	
Cindy	97	83	70	52	94	1	90		90	90	67	85		98	57	25
V42	97	86	86	89	98	22	93		99	92	78	91		94	76	48
V63	96	87	81	59	96	9	94		90	89	56			85	36	
V20	99	96	88	100	98	97	99	95	98	88	97			96	92	51
V24	99	92	79	93	96	91	95		92	87	86	88		92	91	
V22	97	96	93	93	99	99	100	100	99	92	88	89		99	93	72
Maravilla	86	94	91		99	92	97		93	84	97			94	99	
St50			82	91			97	84			77	93			85	46
St51			65	95			99	86				94			80	63
St52			79	96			94	80			75	85			70	41
St53			72	80			90	87			64	87			77	70
St54			79	59			91	60			77	87			66	43

Tab. 6: Erntefähigkeit der Sorte/Linien in % an den Standorten im Herbstsatz (Pflanzung Anfang bis Mitte August, Ernte Mitte bis Ende September) in den Jahren 2011 bis 2014

Erntefähigkeit in %, Satz2																
Standort	Holste				Kleinmachnow				Mühlheim				Überlingen			
Linie / Jahr	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Neckarriesen	33	18	11	46	61	0	15	3	79	83	91	84	36	23	3	60
Analena	33	76	91	60	75	54	88	80	81	96	88	85	70	65	50	82
Ardeola	8	67	94	28	46	1	27	0	81	83	77	74	54	32	18	41
Rolando	25	29	15	4	51	40	88	69	86	78	90		49	0	3	
V92	21	25	22	4	64	25	93	79	83	86	87		40	0	0	
Cindy	12	27	55	38	71	29	92		76	92	88	73	42	39	6	32
V42	19	74	91	38	61	1	42		77	87	92	74	34	46	19	55
V63	25	23	70	48	46	0	40		78	93	89		40	36	0	
V20	8	92	99	67	67	4	70	71	73	92	92		49	77	4	35
V24	22	90	94	96	13	0	47		71	90	85	80	41	79	29	
V22	28	92	98	98	43	1	77	89	69	97	94	81	69	74	3	68
Maravilla	16	65	84		30	3	51		69	96	89		37	77	1	
St50			96	84			88	76			88	66			13	23
St51			99	86			82	70			88	75			18	36
St52			69	92			85	80			78	87			21	43
St53			90	80			88	80			78	87			18	53
St54			69	80			88	80			78	87			5	21
St55			95	80			88	80			78	87			30	93
St56			64	59			44	71			64	35			2	43
St57			81	59			38	34			63	52			12	57

In allen Versuchsjahren war die Erntefähigkeit im Frühjahr höher als im Herbst, was der gartenbaulichen Praxis entspricht, da im Herbstsatz die Wachstumsbedingungen für die Pflanzen häufig weniger optimal sind als im Frühjahr bzw. eine erhöhte Gefahr des Auftretens von Krankheiten besteht. Im Frühjahrssatz erreichte die Standardsorte Analena über alle Jahre und an allen Standorten eine sehr hohe Erntefähigkeit. Bei den Kopfsalaten wurde bei den Testsorten für die Linie 42 eine hohe Erntefähigkeit an allen Standorte festgestellt (Tab. 5). Die Batavia-Linien wiesen an

den Standorten im Allgemeinen eine höhere Anzahl erntefähiger Köpfe auf als die Kopfsalate. Hier zeichneten sich insbesondere die Linien V 20 und V 22 mit einer stabil hohen Erntefähigkeit aus. Nur in wenigen Jahren war an den Standorten im Frühjahr eine schlechtere Erntefähigkeit zu verzeichnen. Das betraf 2014 den Standort Überlingen mit starken Blattschäden virösen Ursprungs sowie Holste mit Falschem Mehltaubefall. 2012 waren in Kleinmachnow stark wechselnde Witterungsbedingungen mit Trockenheit und Regengüssen aufgetreten, infolgedessen bei einigen Sorten physiologisch bedingte Schäden verursacht wurden, die sich auf die Erntefähigkeit auswirkten.

Im Herbstsatz traten an den Standorten dagegen große Unterschiede in der Erntefähigkeit auf. Ursachen hierfür sind Witterungseinflüsse und das Auftreten von Krankheiten. Nicht jede Sorte/Linie ist physiologisch bedingt für einen Herbstanbau geeignet. Hinzu kommt ein stärkerer Befallsdruck durch Krankheiten, auf den die Sorten/Linien unterschiedlich widerstandsfähig reagieren. Von Bedeutung bei den Krankheiten waren in erster Linie der Falsche Mehltau (*Bremia lactucae*), Fäule (*Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia* spp.) und Blattschäden (*Microdochium panattonianum*, Viren) (Schadbilder siehe Anhang Abb. 1 bis 4). Das Auftreten der Krankheiten war witterungs- und standortbedingt sehr unterschiedlich in den einzelnen Prüfjahren. Am Standort Mühlheim mit günstigen Standortbedingungen waren die Bestände gesund und die Ernte hoch. Die aus vergangenen Jahren z. T. verheerenden Ausfälle durch Falschen Mehltau blieben im Prüfzeitraum 2011 bis 2014 aus, obgleich ein breites Virulenzspektrum von *B. lactucae* am Standort Mühlheim über die Jahre nachgewiesen wurde. Hier fehlten für eine Masseninfektion die für den Erreger erforderlichen Entwicklungsbedingungen. Überlingen als zweiter Südstandort erwies sich für den Salatanbau im Herbst als weniger geeignet, da hier aufgrund der konstant hohen Luftfeuchte optimale Bedingungen für Infektionen und Verbreitung von *B. lactucae* gegeben sind. Auch kamen in stärkerem Maße Blattschäden durch Viren vor. Am Standort Kleinmachnow trat im Herbst, insbesondere an den Batavia-Salaten, verstärkt Echter Mehltau (*Erysiphe cichoracearum*) (Schadbild siehe Anhang Abb. 5) auf, der an anderen Standorten in der Regel keinen nennenswerten Schaden verursachte. Am Standort Holste wurde im Herbst neben Falschem Mehltau gleichfalls Blattschäden durch Viren festgestellt. Fäulen durch *Rhizoctonia solani* und Blattschäden durch *M. panattonianum* waren vorrangig in nassen Jahren zu verzeichnen. *Sclerotinia* spp. mit einem breiten Wirtspflanzenspektrum wurde in Kleinmachnow durch den Einsatz von Contans WG erfolgreich in Grenzen gehalten. *Botrytis cinerea* wurde meist als Mischinfektion, häufig in Zusammenwirken mit Fäule beobachtet.

Ausfälle im Herbstanbau durch *B. lactucae* sind für den jeweiligem Standort von 2011 bis 2014 in Tab. 7 aufgeführt, anhand derer die Widerstandsfähigkeit der Sorte/Linien bewertet wurde. 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 % mit Rot gekennzeichnet.

Tab. 7: Ausfälle in den Sorten/Linien durch *B. lactucae* im Herbstanbau an den Standorten (2011 bis 2014)

		Ausfall durch <i>B. lactucae</i> in %, Satz 2															
Standort		Holste				Kleinmachnow				Mühlheim				Überlingen			
Linie / Jahr		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Neckarriesen		38	65	84	8	13	78	83	97	0	3	0	0	4	27	22	22
Analena		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ardeola		19	0	5	15	21	64	63	99	0	1	0	0	2	32	5	11
Rolando		7	47	43	22	0	0	0	11	0	0	0	0	3	15	0	
V92		9	57	49	9	3	0	0	0	0	0	0	0	3	32	0	
Cindy		9	38	41	42	3	0	0		0	0	0	0	2	42	0	36
V42		59	0	0	35	8	56	57		1	6	0	0	5	40	16	21
V63		11	77	27	34	6	15	43		0	0	0	0	1	35	0	
V20		3	8	0	4	7	5	30	28	0	0	0	0	0	7	0	0
V24		25	6	4	2	27	10	40		0	4	0	0	0	3	17	
V22		0	0	0	0	0	3	7	1	0	0	0	0	0	7	0	0
Maravilla		38	24	15		39	24	44		0	1	0	0	0	4	0	
St50				1	3			0	0			0	0			2	24
Legende		Klasse 1 < 15 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>												0	0	4	
St51		Klasse 2 15-25 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>												0	0	36	
St52		Klasse 3 > 25 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>												0	13	14	
St53		Klasse 3 > 25 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>												0	6	26	
St54		Klasse 3 > 25 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>												0	0	0	
St55			0	0			0	3			0	0			0	0	
St56			28	28			39	28			0	0			16	9	
St57			10	34			50	64			0	0			19	20	

Am Standort Müllheim als ein sonst gefährdeter Standort für Falschen Mehltau waren im gesamten Versuchszeitraum keine nennenswerten Ausfälle durch *B. lactucae* zu verzeichnen. Bei den Batavia-Salaten war die Linie V 22 über alle Jahre und an allen Standorten am stabilsten, gefolgt von der Linie V 20. Die Standardsorte Analena erwies sich in allen Anbaujahren als resistent und Neckarriesen bei Befallsdruck durch *B. lactucae* als stark anfällig. Die Testsorten/Linien zeigten sehr unterschiedliche Reaktionen an den Standorten. Bei den Batavia-Salaten waren die Linien in der Regel äußerst stabil. Bei den Kopfsalaten waren im Prüfzeitraum starke Unterschiede in der Anfälligkeit zu verzeichnen. So z.B. waren die Linie V 42 und die Sorte Ardeola 2012 und 2013 in Holste nicht anfällig, wohl aber in Kleinmachnow. Dagegen waren die Sorten Rolando, Cindy und die Linie V 92 in Holste stark anfällig, nicht aber in Kleinmachnow. Diese unterschiedlichen Reaktionen bei den Kopfsalaten sind auf die lokal an den Standorten vorkommenden Virulenzen zurückzuführen. Kopfsalate, die monogene Resistenzen aufweisen, reagieren entsprechend auf die lokal vorkommenden Virulenzen. Dadurch, dass am Standort Kleinmachnow ohne bislang nennenswerten Befall durch *B. lactucae* zur Erhöhung des Befallsdruckes die Rasse Bl:18 ausgebracht wurde, bauten sich am Standort Erregerpopulationen vorherrschend mit den in der Bl:18 vorkommenden Virulenzen auf. Dementsprechend reagierten die Kopfsalate am Standort Kleinmachnow. 'Cindy', 'Rolando' und die Linie V 92, die gegenüber Bl:18 resistent sind, waren nicht befallen. Die Linie V 42 mit fehlender Bl:18- Resistenz dagegen war stark befallen. Die Batavia-Salate, die gleichfalls wie die Linie V 42 keine vertikalen Resistenzen gegenüber Bl:18 aufweisen, waren entweder nicht befallen oder wiesen keine größeren Ausfälle durch *B. lactucae* auf. Meist blieb der Befall durch Falschen Mehltau auf den unteren Blättern begrenzt. Bei optimalen Bedingungen für das Pflanzenwachstum können die Pflanzen dem Falschen Mehltau regelrecht „entwachsen“. Hier werden andere Resistenzmechanismen wirksam, die bei den Kopfsalaten nicht zu beobachten waren.

Am Standorte Holste zeigte sich, dass sich das Erregergemisch innerhalb von einem Jahr so grundsätzlich ändern kann, dass die 2011 nicht befallenen Linie 92 und 'Rolando' 2012 und 2013 stark anfällig waren. Die Zuchtlinie 42 verhielt sich gegenläufig. Es kann also für einen Standort nicht mit stabilen Resistenzen bei den Kopfsalaten gerechnet werden.

Hinsichtlich der **Erntegewichte** wurde eine Abnahme der Erntegewichte von Süd nach Nord beobachtet, was auf Boden- und Klimabedingungen zurückzuführen ist. Die Erntegewichte an den Standorten waren im Frühjahr in der Regel insgesamt sehr hoch. Im Vergleich zu den Nordstandorten mit durchschnittlich 200 bis 400 g Kopfgewicht waren an den Südstandorten auch im Herbst außerordentlich hohe Erntegewichte Pro Kopf von 400 g bis 600 g zu verzeichnen. Die an den Südstandorten großen Köpfe mit bis zu 600 g erklären auch, warum an den Südstandorten zum Teil Exemplare häufiger als zu klein bewertet wurden als an den anderen Standorten. In Müllheim war dies meist der Grund für nichterntefähige Exemplare.

Lässt man die Jahre und Standorte außer Acht, in denen auf Grund von sehr ungünstiger Witterung keine der getesteten Salatlinien genügen konnten, zeigen sich bei den Kopfsalaten für die Standorte verschiedene gut geeignete Linien/Sorten. In Holste sind dies die Linie 42 und 'Ardeola', in Kleinmachnow Linie 92, 'Rolando' und 'Cindy', in Überlingen 'Ardeola' und 'Cindy' mit der Einschränkung, dass im Herbst der Kopfsalatanbau grundsätzlich problematisch erscheint. In Müllheim hatten besonders 'Ardeola', 'Cindy' und die Linie 42 sehr gute Ergebnisse.

In Tab. 8 und 9 sind die Ergebnisse zur Erntefähigkeit ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie an den vier Standorten dargestellt. Die besten Sorten/Linien an den Standorten, die im Zeitraum von 2011 bis 2013 selektiert wurden, dienten als Referenz (am Standort Holste = HO 13, Kleinmachnow = KLM 13, Müllheim = MÜ 13 und Überlingen = ÜB 13) für den Vergleich zu den Ursprungsorten/linien (Ursprung 11 = Saatgut aus Ernte 2011). In Holste wurden die Referenzsorten/linien zusätzlich zu den besten Linien der anderen Standorte verglichen. Für die Referenzsorten/linien wurde in den Tabellen jeweils die Erntefähigkeit in % angegeben. Für Sorten/Linien (Ursprung und andere Standorte), die zur Referenz verglichen wurden, ist jeweils die Differenz in der Erntefähigkeit angegeben und farblich gekennzeichnet, je nachdem, ob Abweichung in der Erntefähigkeit negativ oder positiv zur Referenz. Dabei wurde 5 % als Grenzwert definiert, d. h. bei ± 5 % Differenz wurden die Erntefähigkeit als voneinander nicht verschieden bewertet und gelb markiert. Grün wurden die Sorten/Linien gekennzeichnet, bei denen die Erntefähigkeit der Referenzsorte/linie besser war als die ursprüngliche und rot, wenn die Erntefähigkeit der Ursprungsorte besser als die der Referenz war. Die grau hinterlegten Felder bedeuten, dass bei den

Sorten die Erntefähigkeit insgesamt zu niedrig und damit eine Aussage hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit nicht gegeben war.

Im ersten Satz waren bei den Sorten und Linien keine gravierenden Unterschiede zwischen Nachbau und Ursprungsorte in der Erntefähigkeit erkennbar, so dass die Anpassung einer Sorte/Linie an die lokalen Bedingungen als begrenzt zu werten ist. Die beste Anpassung ist für die Linie V 42 erkennbar, die in Holste und Überlingen mit einem höheren Anteil erntefähiger Köpfe sich von den anderen Linien stärker hervorhob. Im 2. Satz ist keine Tendenz hinsichtlich einer Zunahme der Erntefähigkeit erkennbar und somit auch keine Anpassung der Sorten/Linien an die lokalen Bedingungen ersichtlich.

Tab. 8: Erntefähigkeit (%) ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie bzw. in Holste zu den besten Linien der anderen Standorte (Satz 1)

Erntefähigkeit 2014 in %, SATZ 1											
Standort	Holste					Kleinmachnow		Mühlheim		Überlingen	
	Referenz HO 13	Ursprung 11	KLM 13	MÜ 13	ÜB 13	Referenz KLM 13	Ursprung 11	Referenz MÜ 13	Ursprung 11	Referenz ÜB 13	Ursprung 11
Ardeola	88	2	-3	-1	-3	84	0	78	8	48	-8
Rolando	43	-18	4			73	1				
Linie 92	23	10	7			84	-6				
Cindy	52	2		-3	13			85	7	25	-13
Linie 42	89	-13		-19	-13			91	3	48	-27
Linie 63	59	2									
Linie 20	100	0	-9		-7	95	0			51	3
Linie 24	93	-6		-3				88	-5		
Linie 22	93	-5	-1	5	0	100	-3	89	8	72	-17

Tab. 9: Erntefähigkeit (%) ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie bzw. in Holste zu den besten Linien der anderen Standorte (Satz 2)

Erntefähigkeit 2014 in %, SATZ 2											
Standort	Holste					Kleinmachnow		Mühlheim		Überlingen	
	Referenz HO 13	Ursprung 11	KLM 13	MÜ 13	ÜB 13	Referenz KLM 13	Ursprung 11	Referenz MÜ 13	Ursprung 11	Referenz ÜB 13	Ursprung 11
Ardeola	28	26	36	35	38	0	0	74	-4	41	-6
Rolando	4	-4	1			69	1				
Linie 92	4	-4	0			79	-10				
Cindy	38	4		-29	-14			73	-16	32	-4
Linie 42	38	-6		-19	-16			74	0	28	13
Linie 63	48	-10									
Linie 20	67	13	0		-14	71	13			35	6
Linie 24	96	-4		-10				80	-9		
Linie 22	98	-6	2	-6	0	89	4	81	-2	58	-7

Legende für Tab. 8 und 9:

- Referenz besser als Ursprung/anderer Standort
- kein Unterschied zwischen Referenz und Ursprung/anderer Standort
- Referenz schlechter als Ursprung/anderer Standort
- Erntefähigkeit insgesamt zu niedrig für Aussage




Im 2. Satz wurden die Referenzsorten mit den Ursprungsorten (Saatgut aus 2011) und zusätzlich am Standort Holste mit den besten Sorten der anderen Standorte hinsichtlich der Ausfälle durch *B. lactucae* verglichen und bewertet (Tab. 10). Sorten/Linien, die gelb in der Tabelle gekennzeichnet sind, unterscheiden sich mit ± 5 % nicht hinsichtlich ihrer Ausfälle durch *B. lactucae*. Grün

gekennzeichnet wurden die Sorten, bei denen die Schädigung der Referenzsorte/Linie geringer ist als die der Ursprungsorte/Linie bzw. der besten Sorten der anderen Standorte und rot, wenn die Schädigung der Referenzsorte/Linie entsprechend stärker ist.

Die angepassten Sorten und Linien aus dem Nachbau verhielten sich in der Regel nicht stabiler gegenüber dem Falschen Mehltau als die Ursprungsorten. Eine Anpassung in diesem Merkmal wurde demzufolge nicht beobachtet. Vielmehr spielen für die Bremia-Resistenz das lokal vorkommende Virulenzspektrum und der Befallsdruck eine wesentliche Rolle. Diese Faktoren bestimmen bei den Kopfsalaten mit vertikalen Resistenzen, ob Befall oder Nicht-Befall auftritt.

Tab. 10: Ausfälle durch *B. lactucae* ausgewählter angepasster Sorten/Linien im Vergleich zur Ursprungsorte/linie bzw. in Holste zu den besten Linien der anderen Standorte (Satz 2)

Ausfall durch Bremia 2014 in %, Satz 2											
Standort	Holste					Kleinmachnow		Mühlheim		Überlingen	
	Referenz HO 13	Ursprung 11	KLM 13	MÜ 13	ÜB 13	Referenz KLM 13	Ursprung 11	Referenz MÜ 13	Ursprung 11	Referenz ÜB 13	Ursprung 11
Ardeola	15	-2	-2	0	-6	99	0	0	0	11	-1
Rolando	22	1	-13			11	-11				
Linie 92	9	4	4			0	0				
Cindy	42	-33		-30	-17			0	0	36	12
Linie 42	35	5		1	-7			0	0	21	1
Linie 63	34	1									
Linie 20	4	-4	2		-1	28	-19			0	0
Linie 24	2	4		6				0	0		
Linie 22	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0

 Referenz weniger geschädigt als Ursprung/anderer Standort
 kein Unterschied zwischen Referenz und Ursprung/anderer Standort
 Referenz stärker geschädigt als Ursprung/anderer Standort

4.2. Ergebnisse der Kreuzungsversuche

Die F2- Generation wurde erstmals 2013 an den verschiedenen Standorten angebaut, selektiert und Saatgut gewonnen. Dank der Verlängerung der Laufzeit des Projektes um ein Vegetationsjahr konnte zusätzlich ein vergleichender Anbau der F3-Generation in 2014 erfolgen.

Tab. 11: Erntefähigkeit (%) der Kreuzungen im Anbau 2013 und 2014 (Satz 1)

Standort	Holste		Kleinmachnow		Mühlheim		Überlingen	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Neckarriesen	94	43	85	49	54	93	80	53
Analena	74	91	97	90	83	87	87	56
St50	82	91	97	84	77	93	85	46
St51	65	95	99	86		94	80	63
St52	79	90	94	80	75	95	70	41
St53	72	80	90	98	64	87	77	70
St54	79	59	94	60	77	87	66	43
St55	89	94	97	93	97	92	96	32
St56	73	72	88	98	78	17	74	23
St57	72	86	97	86	82	60	77	47

Tab. 12: Erntefähigkeit (%) der Kreuzungen im Anbau 2013 und 2014 (Satz 2)

Standort	Holste		Kleinmachnow		Müllheim		Überlingen	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Neckarriesen	11	46	15	3	91	84	3	60
Analena	91	60	88	80	88	85	50	82
St50	96	84	88	76	88	66	13	23
St51	99	96	83	79	88	75	18	36
St52	92	19	62	3	87	59	21	43
St53	90	38	68	64	86	59	18	53
St54	69	48	57	13	94	56	5	21
St55	95	95	90	90	78	65	30	93
St56	64	59	44	71	64	35	2	43
St57	81	59	38	34	63	52	12	57

Legende für Tab. 11 und 12:

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

Die Bewertung erfolgte in gleicher Weise wie für die Sorten/Linien (siehe unter 4.2.). Im Vergleich zu den Sorten und Linien wiesen die Kreuzungen auch im Herbstanbau einen wesentlich höheren Anteil erntefähiger Exemplare auf.

Die Kreuzungsnachkommenschaften wiesen nur geringfügig höhere Erntegewichte auf als die Linien. Ein deutlicher Heterosiseffekt war 2013 nur am Standort Holste sichtbar (Anhang, Abb. 6). 2014 trat dieser Effekt nicht mehr deutlich hervor (Anhang, Tab. 7).

Die Ausfälle durch *B. lactucae* wurden wie für die Sorte/Linien in 4.2. bewertet.

Tab. 13: Ausfälle durch *B. lactucae* der Kreuzungsnachkommenschaften an den Standorten 2013 und 2014 im Herbstsatz (Satz 2)

Standort	Holste		Kleinmachnow		Müllheim		Überlingen	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Neckarriesen	84	8	83	97	0	0	22	22
Analena	0	0	0	0	0	0	0	0
St50	1	3	0	0	0	0	2	24
St51	0	0	0	0	0	0	0	4
St52	0	71	30	97	0	0	0	36
St53	3	49	7	22	0	0	13	14
St54	24	29	30	82	0	0	6	26
St55	0	0	0	3	0	0	0	0
St56	28	28	39	28	0	0	16	9
St57	10	34	50	64	0	0	19	20

Legende:

Klasse 1	< 15 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>
Klasse 2	15-25 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>
Klasse 3	> 25 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>

Die Kreuzungsnachkommenschaften ST50, 51 und 55 waren gegenüber dem Falschen Mehltau sehr stabil. Bei einem Teil der Nachkommenschaften spaltete die Mehltauanfälligkeit. Hier können die vorhandenen Resistenzen noch homogen werden, wenn unter Befallsdruck im ersten Satz selektiert werden kann. Dies ist in Holste möglich.

4.3. Virulenzspektrum an den Standorten

2011 bis 2014 wurden insgesamt 104 Einsendungen von Salatpflanzen, die mit Falschem Mehltau befallen waren, bearbeitet. Davon konnten 92 Isolate erfolgreich auf der anfälligen Sorte Attraktion hochvermehrt und auf dem EU-B Differentialsortiment die Virulenzen, die an dem jeweiligen Standort vorkamen, bestimmt werden. Von den 92 getesteten Isolaten konnten 72 Erregerformen von *B. lactucae* differenziert werden (Tab. 14), d.h. etwa 80 % der untersuchten Isolate unterschieden sich in ihrer Virulenzgenzusammenstellung. Das weist auf eine außerordentlich hohe Variabilität des Erregers hin. Am Standort Kleinmachnow konnte die auf das Feld ausgebrachte Rasse Bl:18 sowie die Rasse Bl:24, die sich in wenigen Virulenzen von der Bl:18 unterscheidet, aufgefunden werden. Weitere offiziell gelistete Bl-Rassen konnten im Prüfzeitraum an den Standorten nicht nachgewiesen werden. Am Standort Holste wurde eine Rasse nachgewiesen, die in Amerika als CAVI (1034) bezeichnet wird.

Tab. 14: Anzahl nachgewiesener Erregerformen von 2011 bis 2014 an den Standorten in Deutschland

Jahr	Anzahl untersuchter Isolate	Anzahl nachgewiesener Erregerformen	Zugehörigkeit zu einer Rasse
2011	18	16	-
2012	21	17	1x Bl:18*; 1x Bl:24*
2013	15	13	1x Bl:18*
2014	38	27	1x CAVI(1034)**
Insgesamt	92	72***	4 Isolate zu 3 Rassen

* Nachweis in Kleinmachnow nach Feldinokulation mit Bl:18, ** Nachweis in Holste

*** entspricht nicht der Summe der Anzahl der nachgewiesenen Erregerformen an den Standorten, da gleiche Erregerformen an verschiedenen Standorten vorkommen können

In Tab. 14 sind die an den Standorten vorkommenden Erregerformen in den Jahren 2011 bis 2014 nach Standorten aufgelistet. Hierbei zeigte sich, dass die Isolate eines Standortes nur selten identisch waren. Häufig unterschieden sich die Isolate in einem oder wenigen Virulenzgenen.

Tab. 15: Charakterisierung der an den Standorten von 2011 bis 2014 vorkommenden Erregerformen von *B. lactucae*

Standort	Jahr	Anzahl untersuchter Isolate	Virulenzfaktoren		Erregerformen (v-Phenotyp)
			untersucht	vorhanden	
Holste	2011	4	22	21	4
	2012	7	22	17	5
	2013	6	22	16	6
	2014	5	22	18	6
Kleinmachnow	2011	6	22	16	6
	2012	6	22	16	6
	2013	5	22	10	3
	2014	6	22	16	5
Müllheim	2011	7	22	15	6
	2012	4	22	18	4
	2013	0	-	-	-
	2014	23	22	20	20
Überlingen	2011	1	22	15	1
	2012	4	22	19	4
	2013	4	22	17	4
	2014	4	22	19	2

Die Häufigkeit der Virulenzfaktoren in den geprüften Isolaten wurde für die einzelnen Standorte und Prüffahre in Netzdiagrammen (Abb. 3 und 4) dargestellt. Dabei sind auf der horizontalen Achse (kreisförmig) die Virulenzfaktoren und auf der vertikalen Achse (radiär) die Virulenzhäufigkeit (0 bis 100 %) aufgetragen. Die Virulenzfaktoren, die mit dem Testpflanzensortiment EU-B (siehe 3.8 Tab. 4) ermittelt wurden, sind dargestellt als v1 bis v38. Die Virulenzfaktoren, die mit den neuen Linien und Sorten im EU-B Differentialset (Nummer 20 bis 25) bestimmt werden, wurden als n1 bis n5 bzw. r2 bezeichnet. Die am häufigsten vorkommenden Virulenzfaktoren in den 92 geprüften Isolaten sind v1, v2, v4, v 5/8, v6, v7, v11. In geringer Häufigkeit von weniger als 20 % konnten die Virulenzfaktoren n4, n5, v37, n2 und n1 nachgewiesen werden (Abb. 3).

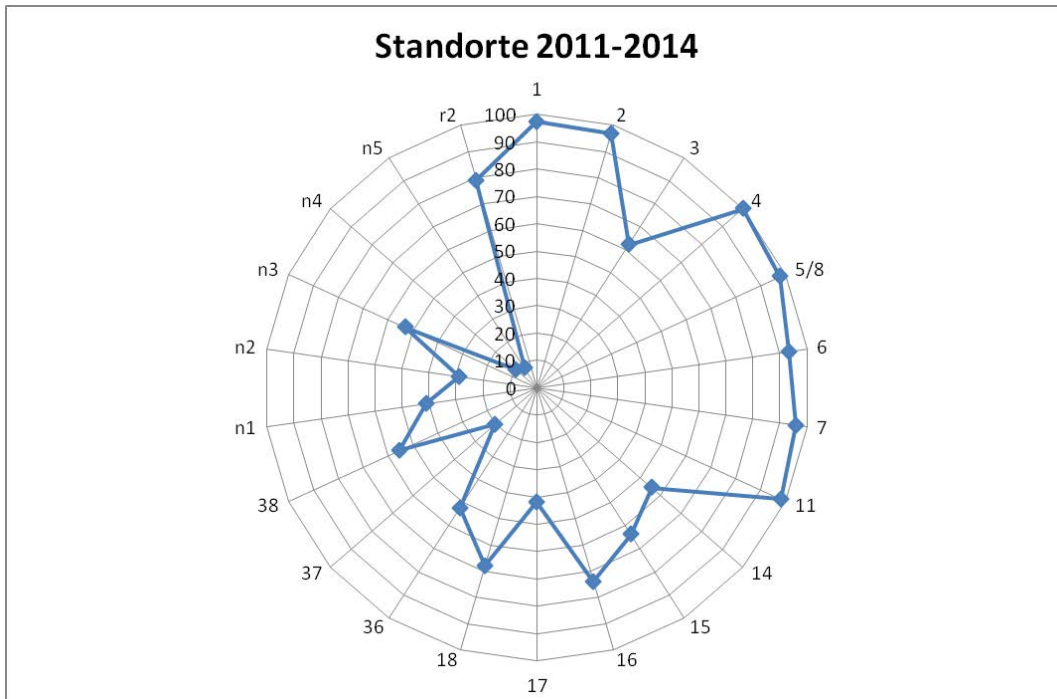
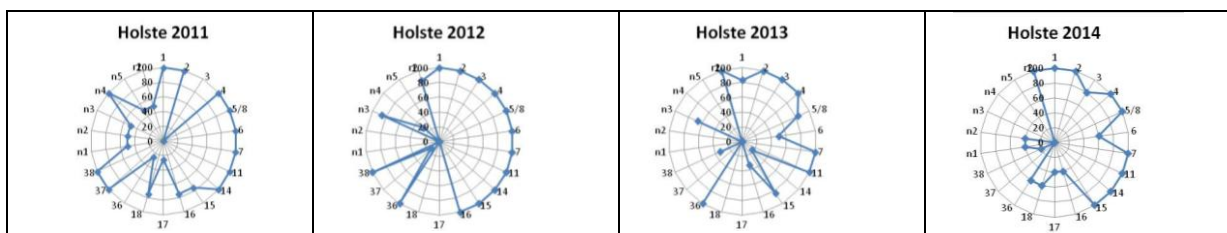


Abb. 3: Häufigkeit des Vorkommens der Virulenzfaktoren in den Erregerpopulationen von *B. lactucae* an den vier untersuchten Standorten im Prüfzeitraum von 2011 bis 2014

Die Häufigkeit der Virulenzfaktoren in den Isolaten eines Standortes variiert von Jahr zu Jahr zum Teil sehr stark (Abb. 4). So z.B. ist der Virulenzfaktor v3 in 2011 in den Isolaten der Standorte Müllheim und Kleinmachnow in großer Häufigkeit nachgewiesen, nicht aber in den Isolaten von Holste. 2012 dagegen ist der Virulenzfaktor v3 in Isolaten vom Standort Holste zu 100 %, nicht aber bzw. gering in Isolaten aus Müllheim und Kleinmachnow vorkommend.



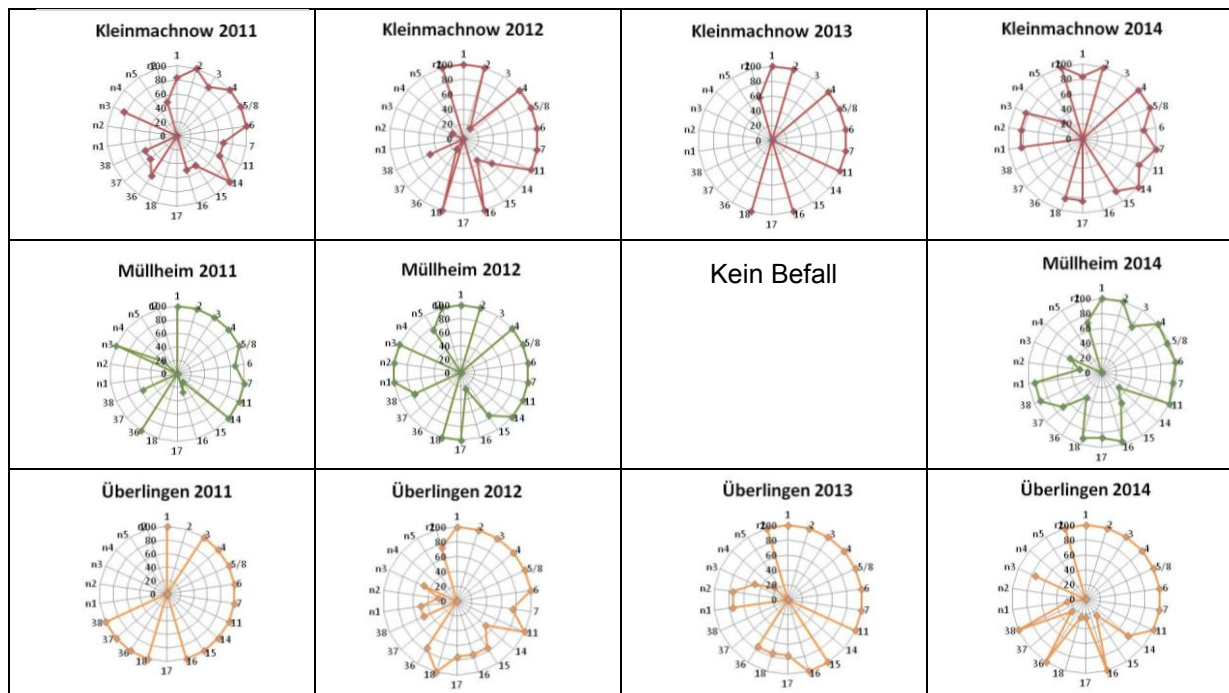


Abb. 4: Häufigkeit der Virulenzfaktoren in den Isolaten von *B. lactucae*, dargestellt für die einzelnen Standorte in den Jahren von 2011 bis 2014

In Tabelle 16 sind die Virulenzfaktoren mit einer hohen Häufigkeit von über 90 % mit Rot und ≤ 25 % mit Gelb gekennzeichnet. Auffallend ist, dass in der Rassenanalyse Testsorten im 1. und 2. Sextett fast immer befallen werden, dagegen Sorten/Linien des 3. und 4. Sextetts weniger häufig. Während in den Isolaten aus Kleinmachnow sieben Virulenzfaktoren in geringere Häufigkeit ($\leq 25\%$) vorkommen, sind es in Isolaten aus Holste nur vier und aus Standorten wie Überlingen und Müllheim mit intensivem Salatanbau nur zwei. Obgleich am Standort Müllheim von 2011 bis 2014 der Befallsdruck sehr gering war und demzufolge kein nennenswerter Befall mit Falschem Mehltau zu verzeichnen war, ist das Virulenzspektrum an diesem Standort außerordentlich breit.

Tab. 16: Überblick zur Häufigkeit der Virulenzfaktoren in den geprüften Isolaten von *B. lactucae*, die an den Standorten Holste, Kleinmachnow, Müllheim und Überlingen in den Jahren 2011 bis 2014 gesammelt wurden

Standort	Jahr	Anzahl untersuchter Isolate	Virulenzfaktor v																						
			1	2	3	4	5/8	6	7	11	14	15	16	17	18	36	37	38	n1	n2	n3	n4	n5	r2	
Holste	2011	4	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,3	0,8	0,3	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5
	2012	7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,9	0,3	0,0	0,9
	2013	6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,5	1,0	1,0	0,2	0,8	0,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,0
	2014	5	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	0,6	0,6	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Kleinmachnow	2011	6	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,7	0,5	0,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,5	
	2012	6	1,0	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,3	1,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0
	2013	5	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
	2014	6	0,8	1,0	0,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,3	0,0	1,0
Müllheim	2011	7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,1	0,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,0	1,0	0,3	0,0	0,0
	2012	4	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,3	1,0	1,0	0,0	0,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,0	0,8	1,0
	2014	23	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3	0,5	1,0	0,9	0,9	0,4	0,7	0,9	0,9	0,3	0,5	0,0	0,0	0,7
Überlingen	2011	1	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2012	4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,5	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	0,0	0,5	0,5	0,3	0,5	0,0	0,0	0,8	
	2013	4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	0,5	0,3	0,0	1,0
	2014	4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,3	1,0	0,3	0,3	1,0	0,3	1,0	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0	1,0

Gelb - Virulenzfaktor kommt am Standort gemittelt über die Jahre (2011 bis 2014) weniger als 25 % vor
 Rot - Virulenzfaktor kommt am Standort gemittelt über die Jahre (2011 bis 2014) zu 90 % und häufiger vor

5. Diskussion der Ergebnisse.

5.1. Feldversuche zur Standortanpassung durch dezentrale Züchtung ausgewählter Sorten/Linien

Im ökologischen Anbau werden Salatsorten gebraucht, die den heutigen Anforderungen hinsichtlich Anbau und Qualität voll gerecht werden. Um Sorten mit guten Anbaueigenschaften für den ökologischen Anbau und hohe Produktqualitäten zu erhalten, wurden erstmalig neue Wege in der Züchtung beschritten. Mit der dezentralen Züchtung sollten möglichst lokal gut angepasste Sorten entwickelt werden, die den hohen Ansprüchen an eine Sorte voll entsprechen. Hierfür wurden sowohl Kopfsalate als auch Batavia-Salate einbezogen. Die lokale Anpassung durch dezentrale Züchtung wurde in drei Vegetationsjahren erprobt und in 2014 die besten lokal angepassten Sorten mit der Ursprungsorte verglichen bzw. am Standort Holste ein Vergleich zu den besten Sorten/Linien der anderen Standorte gezogen. Nicht an jedem Standort wurden die gleichen Sorten/Linien als die am besten angepassten bewertet. Unterschiede zeigten sich in erster Linie bei den Kopfsalaten. So z.B. war die Linie V 42 aus der Oldendorfer Saatzucht in Holste und Überlingen stabiler im Anbau als in Kleinmachnow. Rolando zeigte an den Standorten in den Jahren sehr unterschiedliche Anbauergebnisse, die offensichtlich sehr stark von den jährlich vorkommenden Witterungsbedingungen abhängen. Die Batavia-Salate kamen mit den verschiedenen lokalen Bedingungen besser zurecht und waren weniger krankheitsanfällig und wüchsig. Hier zeigte sich vor allem die Linie V 22 als besonders leistungsstark und widerstandsfähig. Die Prüfungen in 2014 mit dem Vergleich zum Ursprungssaatgut aus 2011 haben gezeigt, dass die ausgewählten Sorten bzw. Linien aus der Oldendorfer Saatzucht weniger flexibel auf die lokalen Besonderheiten in den Prüfungen 2011 bis 2013 reagierten als erwartet. In den Prüffahren zeigte sich jedoch, welche der geprüften Sorten/Linien für den ökologischen Anbau unter welchen Bedingungen besonders gut geeignet sind. Als Ergebnis wird die Züchtervereinigung Kultursaat e.V. mehrere Sorten beim Bundessortenamt zur Sortenzulassung anmelden. Aufgrund der Veränderlichkeit der Bremiavirulenzen erscheint es sinnvoll, im Kopfsalatbereich ein breiteres Angebot an Sorten mit verschiedenem Resistenzverhalten für die Praxis vorzuhalten, um bei einem Umschlagen der Anfälligkeiten zeitnah reagieren zu können. Eine Möglichkeit entsprechend reagieren zu können wäre, die im Salatprojekt 06OE049 zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat erarbeitete Methode zur Sortenwahl zu nutzen. Mit der Methode ist es möglich, durch die Identifizierung der Rassengemische an den Standorten eine Voraussage über die Anbauwürdigkeit vorhandener Sorten zu schaffen. Eine größere Ertragssicherheit kann erreicht werden, wenn in den Herbstsätzen die Kopfsalate durch Bataviaformen ersetzt würden.

5.2. Feldversuche mit Kreuzungen der F2- und F3-Generation

Die Prüfung der Kreuzungsnachkommenschaften konnte bis zur F3 durchgeführt werden. Die Untersuchungen zeigten, dass die Kreuzungen sehr erfolgreich waren und interessante Kandidaten für weitere Selektionen zur Verfügung stehen. Die Kreuzungen mit einem variableren genetischen Hintergrund können sich bei dezentraler Züchtung besser auf die lokalen Gegebenheiten einstellen, als es bei den schon weiter entwickelten Linien der Oldendorfer Saatzucht bzw. den Sorten in den Prüfungen im Feld der Fall war. Es ist unverzichtbar, neue Kreuzungen anzulegen, um letztendlich ein breit angelegtes Sortenspektrum zu Verfügung zu stellen, um den rasch veränderten Erregerspektrum Rechnung zu tragen.

5.3. Virulenzspektrum und Auswirkungen auf die Sortenanfälligkeit

Die Virulenzanalysen zeigten, dass die Testsorten im 2. Sextett des Differentialsortimentes in der Regel alle Testsorten befallen und für die Veränderungen in den Erregerpopulationen somit weniger von Interesse sind. Die Testsorten der 3. und 4. Sextett-Gruppe im Differentialsortiment reagieren gegenüber den lokalen Erregerpopulationen sehr unterschiedlich. Hier zeigen sich Unterschiede und Veränderungen im Virulenzspektrum, die die Anfälligkeit der Salatsorte bzw. -linien wesentlich beeinflussen. Das trifft vor allem für die Kopfsalate zu, deren Resistenzen wesentlich monogen (vertikal) sind. 2012 waren insbesondere am Standort Holste gravierende Änderungen in der Anfälligkeit von Sorten und Linien aufgetreten, die sich 2013 bestätigten. Im Vergleich zu 2012 waren in 2013 gleichfalls leichte Veränderungen in den Virulenzen zu beobachten, die jedoch keinen

wesentlichen Einfluss auf die Sortenanfälligkeit zur Folge hatten. 2014 haben sich die Virulenzen stärker geändert, so dass hier wieder Änderungen in der Sortenanfälligkeit konträr zum Vorjahr zu verzeichnen waren. Je nachdem, wie sich die Erregerpopulationen an den Standorten in ihren Virulenzen änderten, reagierten die Kopfsalate entweder anfällig oder aber resistent.

Standorte in Süddeutschland mit intensivem Salatanbau wie Überlingen und Müllheim sind stark durch Falschen Mehltau gefährdet. Der Erreger weist in diesen Anbauregionen ein breites Virulenzspektrum auf. Die Erregerpopulationen reagieren auf den Anbau von Sorten mit monogenen Resistenzen mit gravierenden Änderungen in ihren Virulenzen. Der Erreger ist äußerst variabel und imstande „neue“ Resistenzgene in wenigen Jahren durch Mutation oder Zuflug von Erregerpopulationen aus anderen Anbauregionen zu überwinden. In Müllheim konnten die hochvirulenten Erregerstämme aufgrund fehlender optimaler Entwicklungsbedingungen für den Pilz in den Versuchsjahren von 2011 bis 2014 keine nennenswerten Ausfälle in den Beständen verursachen. Am Standort Kleinmachnow mit weitaus geringerem Salatanbau wurde ein weniger breites Virulenzspektrum nachgewiesen. Nach Feldinokulation mit der Rasse Bl:18 zeigten sich daher in Kleinmachnow die gegen Bl:18 resistenten Sorten befallsfrei. Durch die Feldinokulation war in Jahren mit optimalen Infektionsbedingungen der Befall in Kleinmachnow sehr hoch. Die Bewertung der Resistenzen der Sorten/Linien war aufgrund der besonderen Bedingungen am Standort durch die Feldinokulation spezifisch auf die Bl:18 ausgerichtet.

Die Batavia-Salate sind von den vertikalen Resistenzen anscheinend aufgrund ihrer Wüchsigkeit weniger stark geprägt. Hier sind die Witterungsbedingungen am jeweiligen Standort entscheidend. Unter günstigen Bedingungen wächst Batavia dem Falschen Mehltau regelrecht davon, so dass dieser auf den unteren Blättern begrenzt bleibt. Sind dagegen die Bedingungen für das Pflanzenwachstum weniger günstig, wird der Batavia aufgrund des geringen Massezuwachses stark befallen, da er kaum vertikale Resistenzen aufweist.

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

Ziel war es, verschiedene Salatformen mit einer hohen Anpassungsfähigkeit vorrangig für den deutschen Raum zu entwickeln. Die Bedeutung lag dabei auf der Entwicklung deutlich verbesserten Eigenschaften in Bezug auf Stresstoleranz, Nährstoffverwertungsvermögen und Krankheitsresistenz, insbesondere gegenüber *B. lactucae*. Dies konnte in dem Projekt erreicht werden, so dass die Züchtung verschiedener Salatformen aus den Bereichen Batavia- und Kopfsalat mit dem Projekt erheblich beschleunigt werden konnte. Der Züchtervereinigung Kultursaat e.V. werden Linien aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia mit deutlich verbesserten Anbaueigenschaften übergeben, die je nach Entscheidung von Kultursaat e.V. beim Bundessortenamt zur Sortenprüfung angemeldet werden können. Andere Linien aus dem Projekt sind in Betrieben verschiedener Regionen auf ihre Praxistauglichkeit weiterhin zu prüfen. Die Sortenentwicklung wird bis zur Marktfähigkeit weitere 2 bis 6 Jahre Entwicklungsarbeit (Praxisanwendung, Leistungsprüfung) beanspruchen. Das Zuchtmaterial aus den Kreuzungen wird in der Oldendorfer Saatzucht weitergeführt und wird dort in begrenztem Umfang weiter bearbeitet. Je nach Entscheidung von Kultursaat e.V. kann es auch an andere ökologisch wirtschaftende Pflanzenzüchter weitergegeben werden.

Der Nutzen dieses Projektes liegt letztendlich bei den in Deutschland tätigen Gemüsezüchtern und trägt dazu bei, deren Marktanteile im ökologischen Sektor zu halten oder zu steigern und den Bio-Markt durch neue Sorten mit guten Produkteigenschaften einschließlich Geschmack zu stärken.

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>Erste Sichtung und Festlegung von Kandidaten von Linien aus der Oldendorfer Saatzucht für weiterführende Untersuchungen</p> <p>Gewinnung von Saatgut aus Kreuzungen und der angepassten Linien</p>	Ende 2011	Ziel wurde erreicht
<p>Sichtung der Anpassungsleistung der vorhandenen Linien und Selektion der besten Linien</p> <p>Gewinnung von Saatgut aus der F1-Generation der Kreuzungen und der angepassten Linien</p>	Ende 2012	Ziel wurde erreicht
<p>Bewertung der besten Linien 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> <p>Saatgutgewinnung der besten angepassten Linien</p>	Ende 2013:	<p>Ziel wurde erreicht</p> <p>(als beste Linien wurden V 42 und V 92 bei den Kopfsalaten und V 20, V 22 und V 24 bei den Batavias ermittelt)</p>
<p>Bewertung der Anpassungsleistung der Linien durch vergleichenden Anbau der besten angepassten Linien zu Linien aus Ursprungssaatgut</p> <p>Gewinnung von Saatgut aus Kreuzungen der F3-Generation</p>	Ende 2014:	Ziel wurde erreicht

8. Zusammenfassung

Das Ziel des Projektes bestand darin, Salate mit guten Produkteigenschaften und einer hohen Anpassungsfähigkeit für den Ökologischen Landbau zu entwickeln. Wichtige Zuchtmerkmale waren Trockentoleranz, Anpassung an geringen Nährstoffbedarf, Schoßfestigkeit, Innenbrandtoleranz, eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern, insbesondere gegenüber *Bremia lactucae* sowie Geschmack. Die Entwicklung von Sorten mit hoher Anpassung an lokale Anbaubedingungen und guten Produkteigenschaften sollte durch Selektions- und Kreuzungszüchtung bei Standortanpassung durch dezentrale Züchtung ermöglicht werden. Hierfür wurden parallel zueinander weitgehend homogene Linien durch Individualauslese an den Standorten selektiert und neue Kreuzungen durchgeführt. Das Anpassungspotential an lokale Gegebenheiten und allgemeine Stressfaktoren wurde durch Selektion an den Standorten evaluiert und genutzt. Die Kreuzungen dienten der Durchmischung des genetischen Potentials. An den Standorten Holste, Kleinmachnow, Müllheim, Überlingen wurden jeweils zehn Salatlinien / Sorten im Vergleich zu 'Neckarriesen' als anfälliger und 'Analena' als resistenter Standard von 2011 bis 2013 in jeweils zwei Sätzen geprüft.

2014 wurden dann die besten Sorten/Linien mit dem Ursprungssaatgut am jeweiligen Standort in zwei Sätzen (Frühjahr/Herbst) verglichen, um die Anpassungsfähigkeit beurteilen zu können. In Holste wurden zusätzlich die von anderen Standorten besten Sorten/Linien vergleichend angebaut. Im Ergebnis konnten angepasste Sorten bzw. Linien für den Ökologischen Anbau entwickelt werden. Allerdings war das Anpassungspotential bei den geprüften Sorten / Linien geringer als ursprünglich erwartet. Flexibler reagierten die Kreuzungsnachkommenschaften. Bei den Kreuzungen in der F2- und F3- Generation ist aufgrund der genetischen Durchmischung eine höhere Anpassungsfähigkeit an lokale Gegebenheiten gegeben, die durch dezentralen Züchtung besser genutzt werden kann. Bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegenüber *Bremia lactucae* konnten bei den Kopf- und Batavia-Salaten unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden. Während Kopfsalate in den einzelnen Prüffahren in Abhängigkeit vom Virulenzspektrum sehr unterschiedlich reagierten, zeigten sich die Bataviasalate sehr stabil, sofern die Entwicklungsbedingungen für die Pflanzen optimal waren und ein mittlerer Befallsdruck vorlag. Die Virulenzanalysen von *B. lactucae* an den Standorten bestätigten, dass Kopfsalate mit vorwiegend vertikalen, monogenen Resistenzen bei Veränderungen im Virulenzspektrum auch ihr Resistenzverhalten ändern können. Batavia mit polygen bedingten Resistenzmechanismen sind dagegen weitaus stabiler gegenüber *B. lactucae*, wenn neue Erregerformen lokal gebildet werden. Im Ergebnis dieses Projektes können der Züchtervereinigung Kultursaat e.V. Salatlinien aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia mit deutlich verbesserten Anbaueigenschaften übergeben werden. Bei den Kopfsalaten wurden für die Standorte verschiedene gut geeignete Linien/Sorten ermittelt. In Holste sind dies die Linie 42 und 'Ardeola', in Kleinmachnow Linie 92, 'Rolando' und 'Cindy', in Überlingen 'Ardeola' und 'Cindy' mit der Einschränkung, dass im Herbst der Kopfsalatanbau am Standort grundsätzlich problematisch erscheint. In Müllheim hatten besonders 'Ardeola', 'Cindy' und die Linie 42 sehr gute Ergebnisse. Bei den Batavia-Salaten zeigte die Linie 22 durchgehend sehr gute Anbau- und Produkteigenschaften. Die Linien können je nach Entscheidung von Kultursaat e.V. beim Bundessortenamt zur Sortenprüfung angemeldet werden. Die Kreuzungsnachkommenschaften werden von der Oldendorfer Saatzucht weitergeführt.

9. Literaturverzeichnis

- Arend, A. vander (2004): *Bremia lactucae* in lettuce- resistance genes need to be nursed. *Prophyta Annual*, s.42-44
- Bauer; J.,(2008) Das Kooperative Gen , Hoffmann und Campe Hamburg 2008 S.186
- Drexler, G. (2008): Salatzüchtung in Südfrankreich. *RZ Seeds & Services*. März 2008, S.2-3
- Drexler, G. (2009): Salate (*Lactuca sativa* L.) – der Weg zum optimalen Produkt. *Basiswissen Gemüsebau*. Gemüse.Heft 9
- Gärber, U.; Idczak, E. (2009): Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat-Neue Lösungsansätze durch Erprobung feldresistenter Sortenaus dynamisch biologischer Zucht in Kombination mit verschiedenen anbautechnischen und pflanzenstärkenden Maßnahmen. . *Bamberger Öko-Gemüsebautag* 16. Juli 2009. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau.Redaktion: Sachgebiet Gemüsebau.Veitshöchheim.Heft Nr. 133/2009, S. 34
- Norton, J.B. 1913, *Methods used in breeding Asparagus for Rust Resistance*. U.S.Dep.Agric.Bur.Plant Ind.Bull 263
- Schut, J. (2009): Aktueller Stand der Salatzüchtung. *Bamberger Öko-Gemüsebautag* 16. Juli 2009. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau.Redaktion: Sachgebiet Gemüsebau.Veitshöchheim.Heft Nr. 133/2009, S. 34
- Schwab,S.(2009): *Bamberger Gemüsebautag*. Salat-Resistenzen und Anbaumaßnahmen. *Gemüse*, Heft 8, S. 478-479

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, Züchertreffen Kultursaat e.V., 17.01.2013 in Endeholz (Vortrag)

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

Gärber, Ute (2014): Vorstellung der Ergebnisse aus den Forschungsprojekten 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 Züchertagung 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.

Anhang

Entwicklung von Salatsorten mit verbesserter Anpassungsfähigkeit durch dezentrale Züchtung

Förderkennzeichen: 2810OE064



Abb. 1: Sporenrasen von *Bremia lactucae* blattunterseits



Abb. 2: Fäule durch *Rhizoctonia solani*



Abb. 3: Welke Salatpflanzen durch *Sclerotinia sclerotiorum*



Abb. 4: Blattschaden durch *Microdochium panattonianum* (ex. *Marssonina panattoniana*)



Abb. 5: Echter Mehltau (*Erysiphe cichoracearum*) auf der Blattoberseite von Salat

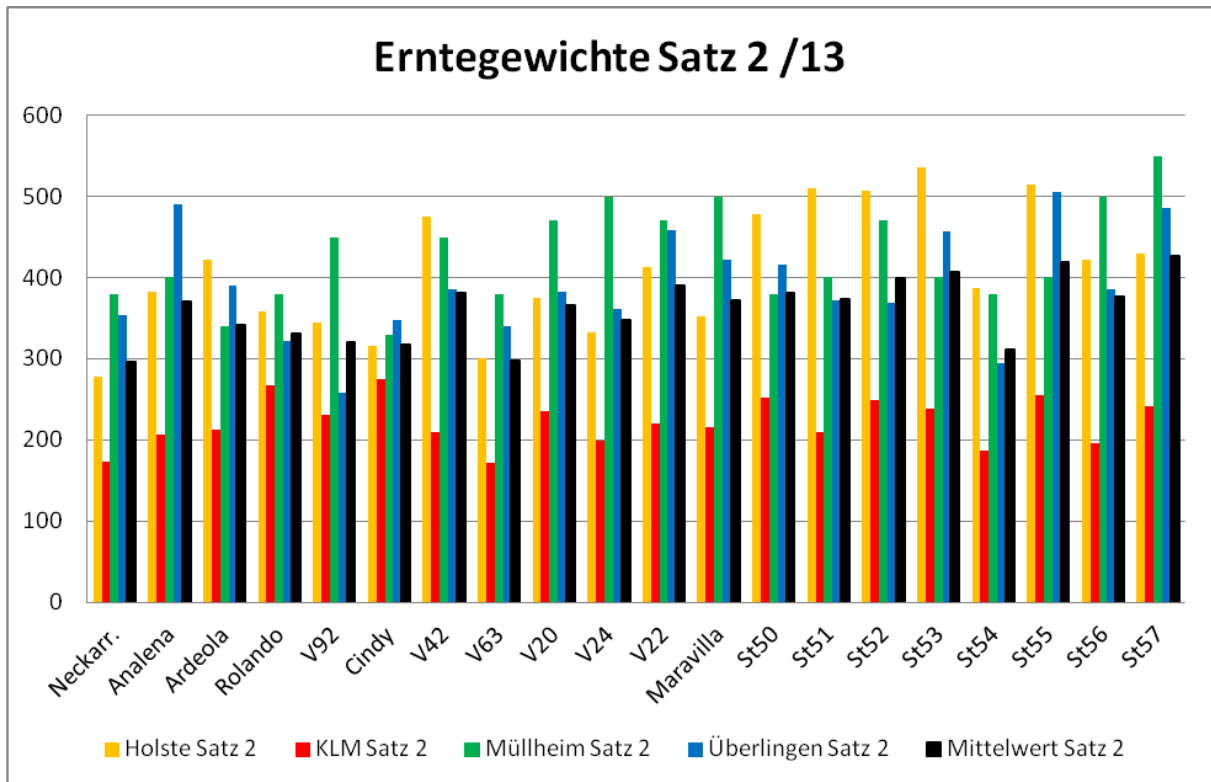


Abb. 6: Durchschnittliches Kopfgewicht in g der Salatsorten/Linienbzw. Kreuzungen im Herbstssatz(Satz 2) 2013 an den vier Standorten. Gewicht von jeweils 10 Exemplaren je Sorte bzw. Linie

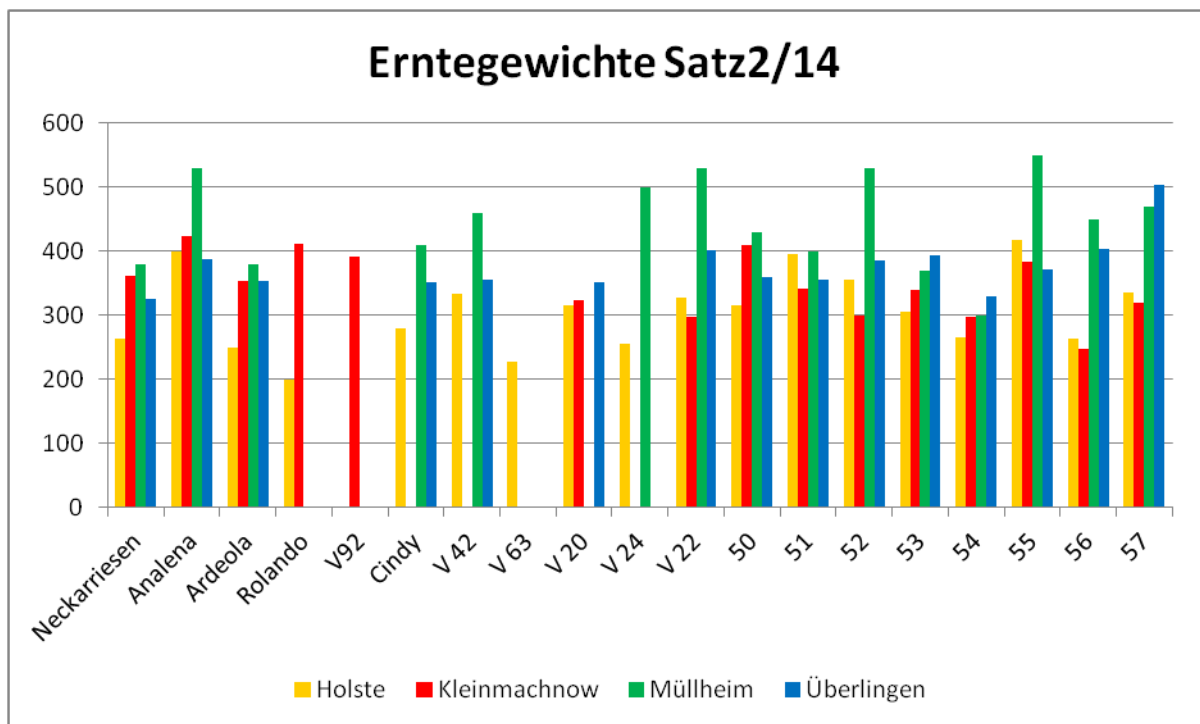


Abb. 7: Durchschnittliches Kopfgewicht in g der Salatsorten/Linienbzw. Kreuzungen im Herbstssatz(Satz 2) 2014 an den vier Standorten. Gewicht von jeweils 10 Exemplaren je Sorte bzw. Linie