

Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat – Neue Lösungsansätze durch Erprobung feldresistenter Sorten aus biologisch- dynamischer Zucht in Kombination mit verschiedenen anbautechnischen und pflanzenstärkenden Maßnahmen

Regulating downy mildew in lettuce - new approaches by testing field resistant varieties from biodynamic plant breeding in combination with various growing methods and plant strengthening measures

FKZ: 06OE049

Projektnehmer:

Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst (Außenstelle Kleinmachnow)
Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow
Tel.: +49 33203 48-0
Fax: +49 33203 48-425
E-Mail: gf@jki.bund.de
Internet <http://www.jki.bund.de>

Autoren:

Gärber, Ute; Idczak, Elke; Behrendt, Ulrike

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft (BÖLN)

Schlussbericht

Forschungsprojekt 06OE049

Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat – Neue Lösungsansätze durch Erprobung feldresistenter Sorten aus biologisch-dynamischer Zucht in Kombination mit verschiedenen anbautechnischen und pflanzenstärkenden Maßnahmen

Projektleitung: Julius Kühn-Institut (JKI)
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst

Unterauftragnehmer:
Kultursaat e.V.

Laufzeit: 01.06.2007 bis 31.05.2012

Berichtszeitraum: 01.06.2007 bis 31.05.2012

Wissenschaftliche Bearbeitung:
Dr. Ute Gärber, Dr. Elke Ideczak
Julius Kühn-Institut Kleinmachnow/ Braunschweig
Dipl. Ing. Ulrike Behrendt
Kultursaat e.V.

Zusammenarbeit mit anderen Stellen:
Institut für Biologischen Pflanzenschutz des JKI in Darmstadt
Trifolio-M GmbH

Abkürzungen:

Abb.	-	Abbildung
DLR	-	Dienstleistungszentrum Rhainland-Pfalz
evtl.	-	eventuell
JKI	-	Julius Kühn-Institut
ml	-	Milliliter
Tab.	-	Tabelle
VF	-	Versuchsfeld
Fa.	-	Firma
mdl.	-	mündlich
EH	-	Entscheidungshilfe
BH	-	Befallshäufigkeit
BS	-	Befallsstärke
NVK	-	nicht vermarktungsfähige Köpfe

Inhaltsverzeichnis

1.	ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG DES PROJEKTES.....	5
1.1.	PLANUNG UND ABLAUF DES PROJEKTES.....	6
1.1.1.	<i>Feldresistenz</i>	6
1.1.2.	<i>Anbautechnische Maßnahmen.....</i>	6
1.1.3.	<i>Biologische Präparate (Pflanzenextrakte, Bakterium).....</i>	6
1.1.4.	<i>Erprobung der optimalen Variante im Feld.....</i>	7
1.1.5.	<i>Virulenzanalyse.....</i>	8
1.1.6.	<i>Entscheidungshilfe zur Sortenwahl</i>	8
1.1.7.	<i>Erfassung von Befallsverläufen des Falschen Mehltaus auf den Versuchsflächen des JKI.....</i>	9
1.2.	WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND AN DEN ANGEKNÜPFT WURDE.....	9
2.	MATERIAL UND METHODEN.....	10
2.1.	SORTENVERSUCHE AN DEN PRAXISSTANDORTEN.....	10
2.2.	FREILANDVERSUCHE ZU ANBAUTECHNISCHEN MAßNAHMEN.....	12
2.3.	FELDVERSUCHE IN KLEINMACHNOW ZU REIHENANORDNUNG UND REIHENABSTAND.....	12
2.3.1.	<i>Feldversuche in Braunschweig zur Bodenabdeckung mit Vlies</i>	13
2.4.	BIOLOGISCHE PRÄPARATE (PFLANZENEXTRAKTE, BAKTERIUM).....	13
2.4.1.	<i>Klimakammerversuche.....</i>	13
2.4.2.	<i>Gewächshausversuche</i>	14
2.4.3.	<i>Feldversuche</i>	15
2.5.	ERPROBUNG DER OPTIMALEN VARIANTE IM FELD.....	15
2.6.	VIRULENZANALYSE.....	17
2.7.	METHODE ZUR SORTENWAHL.....	18
2.8.	ERFASSUNG VON DATEN ZUR BEFALLSENTWICKLUNG DES FALSCHEN MEHLTAUS IM BESTAND.....	20
2.9.	STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	20
3.	ERGEBNISSE.....	20
3.1.	AUSFÜHRLICHE DARSTELLUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE.....	20
3.1.1.	<i>Prüfung von Linien mit feldresistenten Eigenschaften an den Praxisstandorten.....</i>	20
3.1.1.1.	<i>Versuchsjahr 2007.....</i>	20

3.1.1.2.	Versuchsjahr 2008	21
3.1.1.3.	Versuchsjahr 2009	23
3.1.1.4.	Versuchsjahr 2010	24
3.1.1.5.	Versuchsjahr 2011	26
3.1.1.6.	Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse aus den Versuchen 2007 bis 2011	27
3.1.2.	<i>Prüfung anbautechnischer Maßnahmen</i>	32
3.1.2.1.	Feldversuch zu Reihenanordnung und Reihenabstand	32
3.1.2.2.	Feldversuch zur Bodenabdeckung mit Vlies	33
3.1.3.	<i>Wirkung der biologischen Präparate</i>	34
3.1.3.1.	Wirkung der Präparate an Sämlingen in der Klimakammer	34
3.1.3.2.	Wirkung der Präparate an Jungpflanzen im Gewächshaus	34
3.1.3.3.	Wirkung der Präparate im Freiland	35
3.1.4.	<i>Kombination von Linien mit feldresistenten Eigenschaften und bestes biologisches Präparat (optimale Variante)</i>	36
3.1.5.	<i>Virulenzanalyse</i>	37
3.1.6.	<i>Entscheidungshilfe zur Sortenwahl</i>	41
3.1.7.	<i>Krankheitsverlauf des Falschen Mehltaus in den Freilandversuchen</i>	42
3.2.	VORAUSSICHTLICHER NUTZEN UND VERWERTBARKEIT DER ERGEBNISSE	42
4.	ZUSAMMENFASSUNG	44
5.	GEGENÜBERSTELLUNG DER GEPLANTEN UND TATSÄCHLICH ERREICHTEN ZIELE, HINWEISE AUF WEITERFÜHRENDE FRAGESTELLUNGEN	46
6.	LITERATURVERZEICHNIS	48
7.	ÜBERSICHT ÜBER ALLE IM BERICHTSZEITRAUM VOM PROJEKTNEHMER REALISIERTEN VERÖFFENTLICHUNGEN	48

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Das Vorhaben ist im Bundesprogramm dem Themenkomplex „Pflanzliche Erzeugung“, dem Bereich 2.3.1.1 zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Zwiebeln, Salat und Gurken zugeordnet. Ziel des Projektes war es, Lösungswege für den Ökoanbau zu erschließen, um der Rassenproblematik bei *Bremia lactucae* an Salat dauerhaft und nachhaltig zu begegnen. Im Projekt wurden verschiedene Lösungsansätze bearbeitet, die den ökologischen Anbau von Salat nachhaltig in Bezug auf Fläche, Wirtschaftlichkeit und Qualität sichern sollen. In dem Vorhaben wurden **drei Arbeitsschwerpunkte** gesetzt:

1. **Feldresistenz**
2. **Anbautechnische Maßnahmen**
3. **Biologische Präparate (Pflanzenextrakte, Mikroorganismen)**

Eine Möglichkeit, um auch in Zukunft in Deutschland den ökologischen Anbau von Salat zu sichern und wichtige Anbauggebiete zu erhalten, besteht im Anbau feldresistenter Sorten. Diese Sorten unterscheiden sich von den bislang gezüchteten Sorten darin, dass ihre Resistenz rassenunspezifisch ist und trotz der Bildung ständig neuer Rassen nicht ohne weiteres überwunden werden kann. Ziel ist es, feldresistente Salatsorten für den Ökoanbau zu etablieren, die zwar bis zu einem bestimmten Grad mit Mehltau befallen werden können, der Befall aber nicht zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Ernte führt. Mit der Feldresistenz soll eine andauernde Widerstandsfähigkeit erreicht werden, die bei vertikaler (rassenspezifischer) Resistenz durch neue Rassenbildung nicht gegeben ist. Mit der Erprobung anbautechnischer und pflanzenstärkender Maßnahmen in Kombination mit den feldresistenten Sorten werden positive Effekte auf die Gesunderhaltung der Bestände erwartet, die den ökologischen Salatanbau stabilisieren. 2010 wurde die Laufzeit des Projektes verlängert, um die bis dahin sehr gute Wirkung des Pflanzenextraktes aus Süßholz im Herbstversuch 2010 und 2011 in der Praxis überprüfen zu können. Ein **weiterer Arbeitsschwerpunkt** war, mit der Prüfung von Salatsorten gegenüber lokalen Feldisolaten dem Praktiker eine **Entscheidungshilfe** an die Hand zu geben, die ihm die Sortenwahl für seine Region erleichtert. Hierfür sollte eine Methode erarbeitet und in der Praxis erprobt werden.

Versuchsbegleitend wurde an den Prüfstandorten jährlich eine **Virulenzanalyse** (2007 bis 2011) der vorkommenden *Bremia*-Populationen vorgenommen. Die Lage der Versuchs- und Praxisstandorte sind in Abb. 1 (Anlage) dargestellt.

1.1. Planung und Ablauf des Projektes

1.1.1. Feldresistenz

Im Mittelpunkt stand die Prüfung von Linien, die von Kultursaat e.V. über Jahre auf Feldresistenz gezüchtet wurden und nun im breiten Maßstab auf ihre Anbauwürdigkeit zu prüfen waren. Hierfür wurde jährlich an fünf (2007 bis 2009) bzw. vier Praxisstandorten (2010-2011) in drei bzw. zwei Sätzen im Freiland geprüft (Tab. 1). Untersucht wurden jeweils etwa 10 Sorten bzw. Linien von Kultursaat e.V. aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia im Vergleich zum anfälligen Standard 'Neckarriesen' und den resistenten Standards 'Barilla' (2007) bzw. 'Analena' (2008 bis 2011).

Tab. 1: Übersicht zu den Sortenprüfungen 2007 bis 2011 an den Praxisstandorten

Standort	2007 (Herbstsatz)	2008 (3 Sätze)	2009 (3 Sätze)	2010 (2 Sätze)	2011 (3 Sätze)
Holste	X	X	X	X	X
Leipzig	X	X	X		
Müllheim	X	X	X	X	X
Dachau	X	X	X	X	X
Überlingen	X	X	X	X	X

(x - Prüfung durchgeführt)

Im Zeitraum von 2007 bis 2011 wurden insgesamt 55 Parzellenversuche durchgeführt, in denen die Linien von Kultursaat E.V. auf ihre Anbaueignung und Widerstandsfähigkeit gegenüber Falschem Mehltau unter Praxisbedingungen geprüft wurden.

1.1.2. Anbautechnische Maßnahmen

Im Herbst 2007 und Frühjahr 2008 wurde auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf bei Kleinmachnow drei verschiedene Reihenabstände (30, 40, 50 cm Abstand, bei 30 cm Pflanzabstand in der Reihe) bei einer Ausrichtung Nord-Süd und Ost-West mit einer hauptsächlichen Windrichtung aus West hinsichtlich ihres Einflusses auf die Befallsentwicklung mit Falschem Mehltau geprüft. Auf dem Versuchsfeld in Ahlum (Standort Braunschweig) wurde im gleichen Versuchszeitraum in zwei Versuchen der Einfluss einer Bodenabdeckung mit Vlies (Agryl P50 Mulch) auf den Befall von Salat mit Falschem Mehltau im Vergleich zur Kulturführung ohne Vlies untersucht.

1.1.3. Biologische Präparate (Pflanzenextrakte, Bakterium)

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt des JKI wurden drei neue biologische Präparate (Pflanzenextrakte aus Salbei und Süßholz, Bakterium *Brevibacillus brevis*, syn. *Aneurinibacillus migulanus*) und das Mittel Vegard der Fa. Trifolio-M im Vergleich zu Elot Vis® an Salat getestet. Die Untersuchungen erfolgten in der Klimakammer und im Gewächshaus hinsichtlich Pflanzenverträglichkeit und Pflanzengesundheit (Standort Kleinmachnow) sowie im Feld hinsichtlich ihrer Wirkung an der anfälligen Sorte 'Neckarriesen' (VF Braunschweig und Kleinmachnow) im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 (Tab. 2).

Tab. 2 : Übersicht über die Freilandversuche zur Testung biologischer Präparate

Standort	Kultur	Sorte	Versuchszeitraum	Testung
Braunschweig	Kopfsalat	‘Neckarriesen’	14.08.-30.09.2008	<i>A. migulanus</i> , Salbei, Süßholz
Kleinmachnow	Kopfsalat	‘Neckarriesen’	20.08.-16.10.2008	<i>A. migulanus</i> , Salbei, Süßholz, Vegard
Braunschweig	Kopfsalat	‘Neckarriesen’	28.04.-17.06.2009	<i>A. migulanus</i> , Salbei, Süßholz
Kleinmachnow	Kopfsalat	‘Neckarriesen’	05.05.-18.06.2009	<i>A. migulanus</i> , Salbei, Süßholz, Elot Vis

Zusätzlich wurde am JKI Kleinmachnow eine Diplomarbeit von Stephanie Hackel von der Fachhochschule in Erfurt (Fakultät für Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst, Fachrichtung Gartenbau) zum Thema „Untersuchungen zur Wirkung von *Aneurinibacillus migulanus* und einem Süßholzextrakt gegenüber *Bremia lactucae* an Salat“ zur Klärung verschiedener Fragestellungen, wie Anwendungshäufigkeiten, Anwendungskonzentrationen, Wirkung gegenüber verschiedenen Rassen sowie Wirkung bei Zusatz eines Netzmittels angefertigt. Darüberhinaus wurden zwei Stämme von *Aneurinibacillus migulanus* auf ihre Wirkung vergleichend geprüft. In der Diplomarbeit waren die Untersuchungen auf Klimakammer- und Gewächshaustests begrenzt.

1.1.4. Erprobung der optimalen Variante im Feld

Ziel war es, aus den drei Arbeitsschwerpunkten die besten Varianten miteinander zu kombinieren und als optimale Variante im Feld einschließlich eines Praxisstandortes zu testen (Tab. 3). Entsprechend dem Arbeitsplan erfolgte im Herbst 2009 die Prüfung des besten Mittels an verschiedenen Sorten und Linien mit feldresistenten Eigenschaften am Versuchsstandort Kleinmachnow und an den Praxisstandorten in Holste und Dachau. Im Herbst 2010 wurde das Mittel zusätzlich gegenüber einer Linie der Oldendorfer Saatzucht im Vergleich zum anfälligen Standard an den Standorten Kleinmachnow, Braunschweig und Holste geprüft.

Tab. 3: Übersicht über die Freilandversuche zur optimalen Variante

Standort	Kultur	Sorte	Versuchszeitraum
Kleinmachnow	Kopfsalat/ Batavia	‘Neckarriesen’, ‘Rolando’, Linie 20	07.08.-22.09.2009
Holste	Kopfsalat/ Batavia	‘Neckarriesen’, ‘Rolando’, Linie 20	03.08. – 01.10.2009
Dachau	Kopfsalat/ Batavia	‘Neckarriesen’, ‘Rolando’, ‘Analena’, Linie 20	03.08.-19.09.2009
Braunschweig	Kopfsalat	‘Neckarriesen’, Linie 92	25.08.-13.10.2010
Kleinmachnow	Kopfsalat	‘Neckarriesen’, Linie 92	24.08.-05.10.2010
Holste	Kopfsalat	‘Neckarriesen’, Linie 92	26.07.-20.09.2010

1.1.5. Virulenzanalyse

Zur Charakterisierung der an den Standorten auftretenden lokalen Erregerpopulationen wurden versuchsbegleitend Virulenzanalysen durchgeführt. Anhand der Reaktion des Testpflanzensortimentes wurde geprüft, ob das Isolate einer offiziell gelisteten Rasse (Bl:1 bis Bl:28) zuzuordnen ist. Die Proben wurden von den Versuchs- (Kleinmachnow, Braunschweig) und Praxisstandorten (Holste, Leipzig, Dachau, Müllheim, Überlingen) gesammelt.

1.1.6. Entscheidungshilfe zur Sortenwahl

Die Situation hinsichtlich der Vielfalt an Erregerformen und des ständigen Wechsels in den regionalen Anbaugebieten ist für den Praktiker ein großes Problem. Daher sollte dem Anbauer eine Entscheidungshilfe an die Hand gegeben werden, die es ihm ermöglicht, aus dem breiten Angebot für sein Anbaugebiet die Sorten auszuwählen, für die im Feld eine nur geringe Anfälligkeit zu erwarten ist. Hierfür wurde auf Grundlage des ÖKomenischen Sortenratgebers 2010 ein Testsortiment aus 16 Salatsorten aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia zusammengestellt. Die Reaktion der Sorten wurde in der Klimakammer sowie im Gewächshaus gegenüber fünf Feldisolaten aus 2010 von verschiedenen Standorten Deutschlands geprüft und mit dem Auftreten im Feld 2011 verglichen.

1.1.7. Erfassung von Befallsverläufen des Falschen Mehлтаus auf den Versuchsflächen des JKI

Für die Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz wurden Befallsdaten aus den Versuchen für einen ersten Ansatz für eine Vorhersage des Infektionsgeschehens im Bestand an den Standorten Braunschweig und Kleinmachnow von 2007 bis 2011 gesammelt sowie die örtlichen Wetterdaten (wie Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Niederschlagshöhe, Windrichtung und –geschwindigkeit, Bodentemperatur) erfasst.

1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Der Erreger des Falschen Mehлтаus (*Bremia lactucae*) stellt seit Jahren für den Salatanbau eine große Gefährdung dar. Durch die konsequente Einhaltung von vorbeugenden Maßnahmen, die Entwicklung resistenter Sorten und den zielgerichteten Einsatz von Pflanzenschutzmittel im konventionellen Anbau konnte das Anbaurisiko über Jahre vermindert werden. Der Anbau neuer mehлтаuresistenter Sorten hat jedoch nicht die Bildung neuer Pathotypen verhindert, sondern eher noch beschleunigt, da der Pilz sich ständig neu anpassen musste. In den 90er Jahren hat sich die Rassenproblematik verstärkt und eine erhöhte Befallsgefahr im Salatanbau trotz resistenter Sorten verursacht. Das IBEB (International Bremia Evaluation Board) erfasst jährlich europaweit alle Untersuchungen zum Vorkommen von Pathotypen in den regionalen Anbaugebieten, die als Grundlage für die offizielle Benennung von Rassen dienen. Derzeit sind die Rassen Bl:1 bis Bl:28 offiziell anerkannt. Allein von 1999 bis 2004 wurden neun neue physiologische Rassen benannt, von denen heute eine schon nicht mehr beobachtet wird. Die Änderungen innerhalb des Erregerspektrums und die Zunahme der Vielfalt erschweren dem IBEB neue Rassen zu postulieren. Nach Angaben des IBEB wurden innerhalb von sechs Jahren 300 neue Erregerformen identifiziert (Scharnhölz 2005). Trotz intensiver Forschung ist in der Wirt-Pathogen-Beziehung Salat/*Bremia* eine andauernde Resistenz nicht erreicht worden. Die Züchtung monogener Resistenzen in leistungsfähige neue Sorten stellt durch die rasche Bildung neuer *Bremia*-Rassen einen Wettlauf mit der Zeit dar. Das bedeutet für die Praxis, dass gegenüber den Rassen Bl:1 bis BL:28 vollständig resistente Salatsorten in der Regel zwar einen guten Schutz bieten, aber keinen Garant für Befallsfreiheit darstellen, da andere hochvirulente Erregerformen die Sorte infizieren können. Um eine möglichst breite Resistenz zu erreichen, werden mehrere Gene in einer Sorte kombiniert. Allerdings sind hier genetisch Grenzen gesetzt. Daher gewinnt die Suche nach neuen Resistenzquellen zunehmend an Bedeutung (Arend van der 2004, Lebeda und Pink 1998, Farrara u. Michelmore 1987). Dabei gehen Forschungsimpulse in die Richtung der rassenunspezifischen Feldresistenz, die polygen bedingt ist. Die Züchtervereinigung Kultursaat e.V. hat in den vergangenen Jahren speziell für den ökologischen Anbau etwa 10 Linien mit der Zuchtrichtung auf eine horizontale, quantitative Resistenz entwickelt. Die weitgehend homogenen Linien stammen aus jahrelanger Vermehrung unter den Bedingungen des biologisch-dynamischen Anbaus von Kreuzungen verschiedener Salatformen und stehen für weitere Untersuchungen hinsichtlich ihrer Eignung beim Anbau unter verschiedenen geografischen Standortbedingungen zur Verfügung. Vorteil der Feldresistenz, die zwar keinen vollständigen Schutz bietet, aber eine deutliche Befallsminderung bewirkt, ist, dass sie trotz Rassenbildung nicht ohne weiteres überwunden werden kann. Sie muss mit anderen Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Bestände kombiniert werden. Hier sind in erster Linie Maßnahmen in die Praxis einzuführen,

die der Vermehrung des Erregers und seiner Verbreitung entgegenwirken. Derzeit werden in der Praxis Anbausysteme empfohlen, die ein möglichst schnelles Abtrocknen der Blätter und eine geringe Luftfeuchte im Bestand erwarten lassen. Anbauberater empfehlen, möglichst windoffene Parzellen anzulegen, wie es z. B. durch die Reihenanordnung erreicht wird. Untersuchungen, die den Effekt dieser Maßnahmen belegen, liegen nach Literaturrecherchen nicht vor.

Die Stärkung der Widerstandsfähigkeit durch den Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln erwies sich in vorausgehenden Projekten als nicht befriedigend. Neuere Untersuchungen zeigten positive Effekte, die durch den Einsatz von Pflanzenextrakten erzielt wurden. Wirkungsvolle Effekte wurden beim Einsatz des pflanzlichen Mittels Vegard erreicht, das Wirkungen gegenüber verschiedenen pilzlichen Schaderregern, u. a. auch gegen Falschen Mehltau an Gurke, zeigte. Erfahrungen bei Anwendung an Salat liegen bislang noch nicht vor. In Untersuchungen mit Pflanzenextrakten u. a. von *Salvia officinalis* sowie mit dem Bakterium *Brevibacillus brevis* lagen 2007 am Institut für biologischen Pflanzenschutz des JKI erste positive Ergebnisse gegen Falschen Mehltau an Gurke vor, bei denen mit den Pflanzenextrakten Wirkungsgrade von 73 % und 87 % bei einem Befall von 81 % in den Kontrollparzellen erzielt werden konnten. Die verwendeten Pflanzenextrakte werden als unbedenklich für Mensch, Natur und Umwelt eingestuft. Die Pflanzen wie der Salbei finden auch im Nahrungs- und Arzneimittelbereich breite Anwendung. Diese Pflanzenextrakte erschienen demnach auch für die Anwendung in anderen Kulturen interessant und erfolgsversprechend.

Da Sortenresistenz keinen umfassenden Schutz mehr gibt, empfehlen Anbauberater möglichst verschiedene Salatsorten anzubauen, um bei einem Befallsauftreten die Chance zu erhöhen, Sorten mit geringer Anfälligkeit im Anbau zu haben. Ein Jungpflanzenbetrieb in der Schweiz am Bodensee baut seit Jahren in zweijährigem Rhythmus ein breites Spektrum an Salatsorten im Feld an, um zu sehen, welche Sorten sich in dem mehltaugefährdeten Gebiet durchsetzen, um durch richtige Sortenwahl den Anbau in dieser Region zu erhalten. Hieran anknüpfend sollte eine Entscheidungshilfe für den Anbauer erarbeitet werden, mit der mit hoher Sicherheit gering anfällige Sorten für den regionalen Anbau ausgewählt werden können. Dabei sollte die Methode möglichst einfach und zeitnah durchführbar sein.

2. Material und Methoden

2.1. Sortenversuche an den Praxisstandorten

Die Sortenprüfungen wurden in Betrieben mit biologisch-dynamischer Bewirtschaftung jährlich in drei Sätzen an fünf, über Deutschland verteilte Standorten durchgeführt (Anlage, Abb 1). Der Züchterverein Kultursaat e.V. hat speziell für den ökologischen Anbau Linien (Zuchtlinien, Zuchtstämme) mit feldresistenten Eigenschaften entwickelt. Die weitgehend homogenen Linien stammen aus jahrelanger Vermehrung unter den Bedingungen des biologisch-dynamischen Anbaus von Kreuzungen verschiedener Salatformen. Die Sorten/Linien wurden vergleichend im Parzellenversuch als einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen à 20 Pflanzen auf ihre Anbaueignung geprüft (Tab. 4).

Tab. 4: Sorten und Linien, die 2007 bis 2011 an den Praxisstandorten geprüft wurden

Sorte/Linie	Züchter	Salatform	Versuchsjahr				
			2007	2008	2009	2010	2011
Barilla	EZ	Kopfsalat	X				
Analena	EZ	Kopfsalat		X	X	X	X
Neckarriesen	Bi	Kopfsalat	X	X	X	X	X
Briweri	Bi	Kopfsalat	X				
Cindy	Bi	Kopfsalat	X	X	X		
Ardeola	Christina Henatsch	Kopfsalat	X	X	X		
Rolando	Bi	Kopfsalat	X	X	X	X	X
Linie 42	Kultursaat	Kopfsalat	X	X			
Linie 60	Kultursaat	Kopfsalat	X				
Linie 92	Kultursaat	Kopfsalat			X	X	X
Linie 63	Kultursaat	Kopfsalat			X		
Linie 67	Kultursaat	Zwischen Kopf-und Batavia	X	X			
Linie 24	Kultursaat	Batavia	X	X	X		
Maravilla de verano	Bi	Batavia	X	X	X		
Laibacher Eis	Bi	Zwischen Batavia - Eis				X	X
Linie 74	Kultursaat	Batavia	X		X	X	X
Linie 20	Kultursaat	Batavia		X	X	X	X
Linie 86	Kultursaat	Batavia		X			
Linie 68	Kultursaat	Batavia		X			
Linie 73	Kultursaat	Batavia		X			
Linie 79	Kultursaat	Zwischen Römer- und Batavia			X		
Linie 12	Kultursaat	Eissalat			X	X	
Linie 59	Kultursaat	Kopfsalat				X	X
Linie 22	Kultursaat	Batavia				X	X
Linie 24	Kultursaat	Batavia				X	X
Linie 10	Kultursaat	Eissalat				X	
Linie 30	Kultursaat	Eissalat				X	X
Ametist	EZ	Eissalat				X	X
Elanda	VitaliS	Batavia					X

EZ-Enza Zaden; Bi – Bingenheimer Saatgut, x – geprüft

2007 bis 2009 wurden vorrangig Linien aus dem Kopf- und Bataviabereich geprüft, 2010 und 2011 wurde das Sortiment im Bataviabereich erweitert und neue Salatformen (Eissalate) einbezogen. Als Standardsorten bei Kopfsalat wurde über alle Prüffahre die resistente Sorte Analena (außer 2007 mit 'Barilla') und die anfällige Sorte Neckarriesen eingesetzt. Bei Batavia dienten als Vergleichssorte Maravilla de verano (gering anfällig), Laibacher Eis (anfällig) sowie 2011 Elanda (resistent). Ametist wurde 2010 und 2011 für den Vergleich bei den Eissalaten als resistenter Standard einbezogen.

Die Bonituren erfolgten wöchentlich und wurden für die Merkmale Befall mit Falschem Mehltau (Anlage, Tab. 1) und Homogenität auf einer Skala von 1 bis 9 durchgeführt, wobei 1 jeweils die geringste und 9 die stärkste Ausprägung des Merkmals darstellt. Ebenfalls wurden die Anzahl der vermarktungsfähigen und der durch Falschen Mehltau nicht vermarktungsfähigen Exemplare sowie die Kopfgewichte erhoben und eine Einstufung von Geschmack und Färbung vorgenommen. Bei den nicht erntefähigen Köpfen wurde der Anteil der Pflanzen festgehalten, die durch den Befall mit Falschem Mehltau nicht mehr vermarktungsfähig waren. Nicht vermarktungsfähig wurden Salatköpfe eingeschätzt, bei denen der Befall mehr als 30 % betrug (ab Boniturnote 6, siehe Anlage Tab. 1). In der Regel blieb der Befall auf die unteren alten Blätter (Umblätter) begrenzt und konnte beim Putzen entfernt werden. Traten Befallsflecke auch an den Kopfblättern auf, zählten die Salate als nicht vermarktungsfähig. Ernteauffälle bis zu 15 % werden von den Anbauern derzeit auf Grund der Befallssituation toleriert. Dementsprechend wurde als Schadschwelle für krankheitsbedingte Ausfälle durch *B. lactucae* 15 % angenommen. Danach erfolgte die Bewertung der Sorten und Linien in Tabelle 2 (Anlage).

2.2. Freilandversuche zu anbautechnischen Maßnahmen

Die Feldversuche wurden auf ökologisch zertifizierten Flächen auf den Versuchsfeldern des JKI in Kleinmachnow (Versuchsfeld Dahnsdorf) und in Braunschweig (Versuchsfeld Ahlum) angelegt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte nach den Richtlinien des Ökolandbaus in der Versuchsgärtnerei in Berlin Dahlem sowie in Braunschweig. Die Sämlinge wurden in Multitopfplatten (QuickPotQuP77) pikiert und im Gewächshaus bis zum 3- bis 4-Blattstadium kultiviert. Als Anzuchtsubstrat wurde KKS-Bio Traysubstrat (Fa. Klasmann-Deilmann) verwendet.

An beiden Standorten wurde die Entwicklung des Falschen Mehltaus erfasst, indem in wöchentlichen Abständen die Anzahl befallener Pflanzen sowie die Befallsstärke (prozentual befallene Blattfläche bezogen auf die Gesamtpflanze) ermittelt wurde. Zur Ernte wurden zusätzlich der Anteil nicht vermarktungsfähiger Köpfe durch Falschen Mehltau sowie das mittlere Pro-Kopfgewicht aus 40 bis 80 Pflanzen pro Variante ermittelt. Das Auftreten weiterer Schaderreger wurde ggf. erfasst.

2.3. Feldversuche in Kleinmachnow zu Reihenanordnung und Reihenabstand

Der Feldversuch erfolgte als Demonstrationsversuch auf einer Gesamtfläche von 50,5 x 75,5 m. Im Versuch wurden keine Parzellen angelegt, um praxisnah zu arbeiten und größere Teilstücke (14,5 x 18 m) auswerten zu können. Die Anlage des Versuches als Demonstrationsversuch ermöglicht keine statistische Auswertung, da in dieser Größenordnung der Versuchsanlage Wiederholungen nicht machbar sind. Der Demonstrationsversuch wurde im Herbst 2007 und Frühjahr 2008 in gleicher Weise angelegt. Geprüft wurden drei verschiedene Reihenabstände (30, 40, 50 cm Abstand, bei 30 cm Pflanzabstand in der Reihe) mit Ausrichtung Nord – Süd und Ost-West bei vorherrschender Windrichtung aus West an den Standardsorten Neckarriesen (anfällig) und Barilla (2007) bzw. an Linie 67 von Kultursaat e.V. mit feldresistenten Eigenschaften (2008).

Die Pflanzung erfolgte am 16.8.2007 bzw. am 24.4.2008. Da nach zwei (2007) bzw. drei (2008) Wochen kein natürlicher Befall zu verzeichnen war, wurden am westlichen Feldrand in 4 m Abstand zur Versuchsfläche Salatpflänzchen, die mit Falschem Mehltau (Rasse Bl:18) infiziert waren, aufgestellt.

2.3.1. Feldversuche in Braunschweig zur Bodenabdeckung mit Vlies

Im Feldversuch wurde die Bodenabdeckung mit Vlies (Agryl P50 Mulch) mit der Kulturführung ohne Vlies an den Sorten Neckarriesen (anfällig) und Barilla (resistent gegen Bremiarassen Bl:1 bis Bl:25) im Herbst 2007 bzw. der Linie 67 von Kultursaat e.V. im Frühjahr 2008 verglichen. Die Versuchsvarianten wurden in vierfacher Wiederholung angelegt.

Die Pflanzung des Salats erfolgte in vier Reihen je Parzelle (Größe 1,4 x 15 m) mit einem Reihenabstand von 35 cm und einem Abstand von 30 cm in der Reihe am 30. August 2007 bzw. am 6. Mai 2008.

Da in beiden Versuchsjahren zwei Wochen nach der Pflanzung noch kein natürlicher Befall aufgetreten war, wurde in die Mitte jeder Parzelle ein Topf mit Sämlingen der Sorte Neckarriesen gestellt, die mit *B. lactucae* (Bl:18) infiziert waren und Sporulation aufwiesen.

2.4. Biologische Präparate (Pflanzenextrakte, Bakterium)

2.4.1. Klimakammerversuche

Zur Ermittlung der Wirksamkeit der Pflanzenextrakte aus Salbei (*Salvia officinalis*) und Süßholz (*Glycyrrhiza glabra*) und dem Bakterium *Aneurinibacillus migulanus* (syn. *Brevibacillus brevis*) wurden diese zunächst unter kontrollierten Bedingungen an Sämlingen in der Klimakammer geprüft. Die wichtigsten Versuchsparameter sind in Tabelle 5 beschrieben. Die nicht inokulierten Kontrollvarianten dienten der Bewertung der Pflanzenverträglichkeit der Mittel gegenüber der Behandlung mit Wasser und wurden von den inokulierten Varianten getrennt aufgestellt. In der Klimakammer waren konstante Temperaturen von 15°C Tag/Nacht sowie 12 Stunden Licht bei 5.000 lux gegeben. Zur Gewährleistung einer relativen Luftfeuchte von nahezu 100 % wurden die Töpfe mit den Sämlingen in Minigewächshäuser gestellt. Vor Inokulation mit der *Bremia*-Rasse Bl:18 wurden die Sämlinge zweimal mit den Präparaten behandelt.

Tab. 5: Übersicht über die Tests zum Wirkungspotenzial der biologischen Präparate

	Wirkung biologischer Präparate an der Standardsorte		Wirkung von Süßholzextrakt als bestes Mittel an verschiedenen Sorten und Linien	
Sorten	Neckarriesen		Neckarriesen Rolando Linie 24/07 Linie 20/07 Cindy Linie 92/08	
Mittel	<i>Aneurinibacillus migulanus</i> (syn. <i>Brevibacillus brevis</i>) (1:1 mit Wasser), Süßholz P1 (5 %ig), Salbei (5 %ig), Vegard (1 %ig) und Elot-Vis® (5 %ig) als Vergleichsstandard pro Topf(Ø 5 cm) 2 ml Mittel		Süßholzextrakt P1 (5 %ig) pro Topf(Ø 5 cm) 2 ml Mittel	
Kontrollvarianten	1. Nicht inokulierte, mit Wasser bzw. Mittel behandelte Variante 2. Nicht behandelte, mit Bl:18 inokulierte Variante		Nicht behandelte, mit Bl:18 inokulierte Variante	
Versuchsumfang	Je Variante 4 Töpfe (Ø 5 cm) à 30 Samen			
Prüfmerkmale	Stärke der Sporulation / Topf, Anzahl infizierter Sämlinge			
Aussaat	17.07.09	27.08.09	09.10.09	05.11.09
Behandlung	24.07.09 und 27.07.09 Ein und vier Tage vor Inokulation	04.09.09 und 07.09.09 Ein und vier Tage vor Inokulation	16.10.2009 und 19.10.2009 Ein und vier Tage vor Inokulation	13.11.2009 und 16.11.2009 Ein und vier Tage vor Inokulation
Inokulation	28.07.09	08.09.09	20.10.2009	17.11.2009
Auswertung	06.08.09	21.09.09	30.10.2009	27.11.2009

2.4.2. Gewächshausversuche

Die in der Klimakammer getesteten Präparate wurden in den gleichen Konzentrationen im Gewächshaus an Jungpflanzen der Sorte Neckarriesen in zwei Versuchen geprüft. Die Pflanzenanzucht erfolgte jeweils in QP54-Paletten (à 54 Pflanzen) bis zum 3- bis 4-Blattstadium. Die Pflanzen wurden dann mit dem Erreger (Feldisolat Herbst 2007, VF Dahnsdorf) durch Übersprühen der Pflanzen mit einer Konidiensuspension (Konidiendichte 10^5 Konidien/ml Suspension) inokuliert. Die Präparate wurden 24 Stunden vor bzw. nach Inokulation in einer Aufwandmenge von 50 ml pro Palette mittels Drucksprühflasche ausgebracht. Die Kontrollvarianten wurden mit Wasser behandelt. Elot Vis® stand als Vergleichspräparat in den Gewächshausversuchen nicht zur Verfügung. Die Auswertung nach etwa zweiwöchiger Versuchsdauer erfolgte anhand der Befallshäufigkeit und Befallsstärke (% befallene Blattfläche bezogen auf die Gesamtpflanze) von je 4 x 20 bis 30 Pflanzen pro

Variante. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem TUKEY- und Permutationstest bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$

2.4.3. Feldversuche

Im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 wurde auf den Versuchsfeldern des JKI am Standort Braunschweig (Ahlum) und Kleinmachnow (Dahnsdorf) die Wirkung der Pflanzenextrakte und des Bakteriums (Tab. 6) im Freiland auf ökologisch zertifizierten Flächen an der Sorte Neckarriesen geprüft. Die Versuche wurden als einfaktorielle Blockanlage in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Pflanzung des Salats erfolgte in Ahlum in vier Reihen je Parzelle (Größe 1,4 x 15 m) mit einem Reihenabstand von 35 cm und einem Abstand von 30 cm in der Reihe am 14. August 2008 bzw. am 28. April 2009. In Kleinmachnow wurde die Pflanzung am 20. August 2008 und 5. Mai 2009 in vier Reihen pro Parzelle (1,5 x 9 m) mit einem Reihenabstand von 30 cm und einem Pflanzabstand von 30 cm vorgenommen. Die Ausbringung der Präparate erfolgte in Kleinmachnow mit einer Fahrradspritze (Düsen: Lechler IDK 120-025) und in Braunschweig mit einer Rückenspritze. Die Auswertung wurde wie unter Punkt 2.2 für die Feldversuche zu den anbautechnischen Maßnahmen beschrieben vorgenommen.

Tab. 6: Getestete Präparate und Aufwandmengen im Freiland

Produkt	Wirkstoff	Klasse	Aufwandmenge je ha oder in %
<i>Aneurinibacillus migulanus</i>	Mikroorganismus	Test	1:4 bzw. 1:1 (600 l/ha)
Süßholzextrakt	Süßholz	Test	5 % (600 l/ha)
Salbeiextrakt	Salbei	Test	5 % (600 l/ha)
Elot-Vis®	alkoholische Pflanzenextrakte	PSTM/BVL	5 % (600 l/ha)
Vegard	Emodin	PSTM/Test	0,75 % 600 l/ha)

PSTM = Pflanzenstärkungsmittel; BVL = als Pflanzenstärkungsmittel gelistet beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL); Test = Testsubstanz; (Prüfung von Elot Vis® und Vegard nur am Standort Kleinmachnow)

2.5. Erprobung der optimalen Variante im Feld

Die Versuche zur optimalen Variante wurden dem Arbeitsplan entsprechend auf den Versuchsfeldern des JKI und an den Praxisstandorten Dachau und Holste durchgeführt. Die Prüfung erfolgte jeweils im Herbst, wenn die Befallsgefahr durch Falschen Mehltau am größten ist. Die wichtigsten Versuchsdaten sind der Tabelle 7 zu entnehmen. Die Ausbringung des Süßholzextraktes erfolgte wie unter 2.3.3. beschrieben.

Tab. 7: Versuchsdaten zur Prüfung biologischer Präparate an Salat im Feld - Optimale Variante, Herbst 2009 und Herbst 2010

Versuch Herbst 2009			
Standort	VF Dahnsdorf (KLM)	Praxisstandort Dachau	Praxisstandort Holste
Sorten/Linien	Kopfsalat Neckarriesen, Rolando, Linie 20	Neckarriesen, Analena, Rolando, Linie 20	
Aussaat	10.07.2010	08.07.2009	07.07.2009
Pflanzung	07.08.2010	31.07.2009	03.08.2009
Versuchsanlage	Reihenabstand 30 cm, Pflanzabstand 30 cm, 40 Pflanzen pro Reihe, 160 Pflanzen pro Parzelle	Reihenabstand 35 cm, Pflanzabstand 30 cm, ca. 20 Pflanzen pro Reihe, 80 Pflanzen pro Parzelle	
Testpräparat	Süßholzextrakt – 5 %		
Aufwandmenge	Spritzbrühe 600 l/ha		
Spritztermine	11.8./18.8./25.8./01.09./08.09./15.09.2009	08.07./31.07./04.08./1.08./18.08./25.08.2009	06.08./13.08./20.08./27.08./03.09.2009
Kontrollvariante	Kontrollvariante mit Wasser behandelt		
Auswertverfahren	Bonitur auf Befallsstärke (% befallene Blattfläche der Gesamtpflanze) von je 4 x 50 Pflanzen pro Variante	Bonitur auf Befallsstärke (Boniturnote 1 bis 9) von je 4 x 20 Pflanzen pro Variante	
Boniturtermine	15.9./22.9.2009	09.09./11.09./16.09./19.09.2009	20.08./27.08./03.09./10.09./17.09./24.09./01.10.2009
Endbonitur	22.09.2009	19.09.2009	01.10.2009
Ernte	22.09.2009	11.9.-19.9.2009	17.9.-01.10.2009
Erstbefall	25.08.2009	09.09.2009	20.08.2009

	Versuch Herbst 2010		
Standort	VF Dahnsdorf (KLM)	VF Ahlum (BS)	Praxisstandort Holste
Sorten/Linien	Neckarriesen, Linie 92		Neckarriesen, Analena, Linie 92, Linie 20
Aussaat	20.07.2010	29.07.2010	01.07.2010
Pflanzung	24.08.2010	25.08.2010	26.07.2010
Versuchsanlage	Reihenabstand 30 cm, Pflanzabstand 30 cm, 30 Pflanzen pro Reihe, 120 Pflanzen pro Parzelle	Reihenabstand 35 cm, Pflanzabstand 30 cm, 50 Pflanzen pro Reihe, 200 Pflanzen pro Parzelle	Reihenabstand 35 cm, Pflanzabstand 30 cm, ca. 20 Pflanzen pro Reihe, 80 Pflanzen pro Parzelle
Testpräparat	Süßholzextrakt – 5 %		
Aufwandmenge	Spritzbrühe 600 l/ha		
Spritztermine	31.08./07.09./15.09./ 21.09./ 29.09.2010	30.08./06.09./13.09./ 20.09./ 29.09./ 06.10.2010	05.08./12.08./19.08./ 26.08./02.09./ 09.09.2010
Kontrollvariante	Kontrollvariante mit Wasser behandelt		
Auswertverfahren	Bonitur auf Befallsstärke (% befallene Blattfläche der Gesamtpflanze) von je 4 x 20 Pflanzen pro Variante	Bonitur auf Befallsstärke (% befallene Blattfläche der Gesamtpflanze) von je 4 x 20 Pflanzen (bzw. 4 x 40 Pflanzen bei Endbonitur) pro Variante	Bonitur auf Befallsstärke (Boniturnote 1 bis 9) von je 4 x 20 Pflanzen pro Variante
Boniturtermine	21.09./29.09./ 05.10.2010	30.09./07.10.2010	09.08./16.08./23.08./ 30.08./06.09./13.09./ 20.09.2010
Endbonitur	05.10.2010	13.10.2010	20.09.2010
Ernte	keine Ernte wegen später Kopfbildung, Wildverbiss	13.10.2010	20.09.2010
Erstbefall	21.09.2010	23.09.2010	09.08.2010

2.6. Virulenzanalyse

Die Proben stammten von den Versuchs- und Praxisstandorten (Kleinmachnow, Braunschweig, Holste, Leipzig, Dachau, Müllheim, Überlingen) sowie von einem Standort (Gärtnerei in Nordrhein-Westfalen), von dem Proben für die Methodenerarbeitung zur Sortenwahl zugesandt wurde. Für die Erfassung und Charakterisierung des Probematerials wurde ein Probebegleitzettel sowie eine Anleitung für den Probeversand von *B. lactucae* erarbeitet (Tab. 4, Anlage). Letzteres sollte dem Praktiker die Probenahme erleichtern und durch Zusendung guten Ausgangsmaterials die Hochvermehrung des Isolates im Labor gewährleisten.

Zur Vermehrung des Erregers wurden die Sporangien des Pilzes von den eingesandten Salatblättern abgespült und auf eine anfällige Standardsorte (Attraktion) aufgetragen. Die *Bremia*-Isolate wurden dann auf ihre Virulenzgenzusammensetzung an einem Testpflanzensortiment (EU-A set 2007 bis 2009, EU-B set ab 2010), das vom IBEB für die Untersuchungen bereitgestellt wurde, geprüft. Die Testung erfolgte nach den Prüfrichtlinien der UPOV (Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzenzüchtungen) für Salat (TG13/8 vom 9. April 2003). Über die Reaktion der Testsorten wurde für jedes geprüfte Isolat der so genannte Sextettcode ermittelt, mit dem die Zuordnung zu einer bekannten physiologischen Rasse bzw. einer davon abweichenden Erregerform möglich ist. In der überarbeiteten Richtlinie der UPOV (TG 13/10 vom 5. April 2006) ist die Methode zur Ermittlung des Sextettcodes ausführlich beschrieben worden. Das Testsortiment besteht aus 19 Salatsorten, die in drei Gruppen mit sechs Sorten und eine vierte Gruppe mit einer Testsorte unterteilt sind. Jeder Salatsorte innerhalb einer Gruppe ist ein Sextettwert (1, 2, 4, 8, 16 bzw. 32) zugeordnet. Innerhalb einer Gruppe werden bei Anfälligkeit einer Sorte die entsprechenden Sextettwerte aufsummiert, resistente Reaktionen werden mit Null bewertet. Sind alle Sorten einer Sechsergruppe anfällig für ein geprüftes *Bremia*-Isolat, ergibt sich der Höchstwert von 63. In der letzten Gruppe mit nur einer Sorte können nur die Werte 0 bei resistenter Reaktion bzw. 1 bei Anfälligkeit auftreten. Die Werte der vier Gruppen ergeben hintereinander geschrieben den sogenannten Sextettcode. Da jede Testsorte mindestens ein definiertes Resistenzgen gegen Falschen Mehltau (Downy mildew-Gen, Dm-Gen) besitzt, ermöglichen die Reaktionen der Testsorten einen Rückschluss auf die vorhandenen bzw. fehlenden Virulenzgene des *Bremia*-Isolates.

Bis 2009 wurde ein vom IBEB zur Verfügung gestelltes Differentialsortiment (EU-A) verwendet. Ab 2010 wurde das Sortiment durch den IBEB erweitert bzw. einzelne Differentialsorten im Sortiment ausgetauscht, so dass mit dem neuen Testsortiment (EU-B) ein unmittelbarer Vergleich der Ergebnisse zu den Vorjahren nicht mehr gegeben war.

2.7. Methode zur Sortenwahl

Vor dem Hintergrund der Rassenproblematik mit *B. lactucae* wurde als Entscheidungshilfe zur Sortenwahl nachfolgend beschriebene Methode erprobt, die im Wesentlichen drei Schritte beinhaltet:

1. Sammlung von Erregerpopulationen von *B. lactucae* aus der jeweiligen Anbauregion und Weitervermehrung auf einer anfälligen Standardsorte
2. Inokulation von ausgewählten Sorten mit der Erregerpopulation aus der jeweiligen Region und Inkubation der Sorten in der Klimakammer
3. Auswertung der Sortenanfälligkeit

Für die Probenahme wurden Blätter mit Falschem Mehltaubefall von Pflanzen gesammelt, die über das gesamte Feld verteilt waren, um möglichst eine Mischprobe vom Feld zu erhalten. Die Probenahme erfolgte über den Anbauer vor Ort, der die Probe dann per Post zur weiteren Aufarbeitung an das Julius Kühn-Institut (JKI) versendete. Zur Vermehrung der Erregerpopulation wurden am JKI die Sporangien des Pilzes von den eingesandten Salatblättern abgespült und auf die anfällige Standardsorte 'Attraktion' aufgetragen. Nach erfolgreicher Weitervermehrung der jeweiligen regionalen Erregerpopulation erfolgte die Prüfung an einem Testpflanzensortiment (Tab. 8). Die Auswahl der Sorten basiert auf dem ÖKomenischen Sortenratgeber 2010/2011 und berücksichtigt die regionale Anbausituation der einbezogenen Standorte. Die Prüfung wurde parallel im Sämlings- und Jungpflanzentest in der Klimakammer bzw. im Gewächshaus (Tab.9) modellhaft an den ausgewählten Sorten

durchgeführt. Die Ergebnisse aus den Klimakammer- und Gewächshausversuchen wurden später mit den Sortenanfälligkeiten auf dem Feld verglichen.

Tab. 8: Testpflanzensortiment

Salatform	Lfd. Nr.	Sorte	Züchter
Batavia	1	Zuchtlinie 20	Oldendorfer Saatzeit
	2	Laibacher Eis	Bingenheimer Saatgut
	3	Maravilla de verano	Bingenheimer Saatgut
	4	Lioba	Enza Zaaden
	5	Maritima	Enza Zaaden
	6	Elanda	VitaliS
	7	Relay	Hild
	8	Tourbillon	Rijk Zwaan
Kopfsalat	9	Zuchtlinie 92	Oldendorfer Saatzeit
	10	Jolito	Rijk Zwaan
	11	Cindy	Bingenheimer Saatgut
	12	Rolando	Bingenheimer Saatgut
	13	Neckarriesen	Bingenheimer Saatgut
	14	Analena	Enza Zaaden
	15	Mafalda	Hild
	16	Veronique	Hild

Tab. 9: Versuchsparameter bei Prüfung in der Klimakammer und im Gewächshaus

	Klimakammer	Gewächshaus
Aussaat	KKS Bio-Traysubstrat Rundtöpfe (Ø 5 cm) à 30 Samen	KKS Bio Traysubstrat, Multitopfplatten (QP 54 halbierte Platten)
Klimabedingungen	15°C Tag/Nacht, 12 h Licht, 5.000 lux, ca. 100 % RLF durch Aufstellen der Töpfe mit den Sämlingen in Minigewächshäusern	17° C ± 2 Tag/Nacht, keine Zusatzbelichtung
Inokulation	7 d nach Aussaat, 10 ⁵ Konidien/ml Suspension, 2 ml/Topf	Im 5 - 6 Blattstadium, 10 ⁵ Konidien/ml Suspension, 25 ml/Platte
Versuchsumfang	Pro Sorte 3 Töpfe à 30 Samen	Pro Sorte 3 Paletten à 20 Pflanzen
Auswertungskriterien	Sporulationsbeginn Anzahl befallener Sämlinge % befallene Blattfläche (bezogen auf alle Sämlinge in einem Topf) Sporulationsintensität auf der Blattfläche	Sporulationsbeginn % Befallsstärke % Befallshäufigkeit
Zeitpunkt der Auswertung	7, 10, 14 Tage nach Inokulation	14 Tage nach Inokulation

Vorliegende Erfahrungen und die Voraussetzungen, die im Rahmen des Projektes mit den praktisch arbeitenden Gärtnereien an den verschiedenen Standorten für die Erprobung der Methode zur Verfügung stehen, sollten genutzt werden, um kurzfristig zu prüfen, ob diese Methode den Anforderungen aus der Praxis gerecht wird und ob sie unter Berücksichtigung der lokalen Befallsituation zur Optimierung der Sortenwahl geeignet ist. Das erweiterte Sortiment wurde daher an den Praxisstandorten in Holste und Überlingen angebaut.

2.8. Erfassung von Daten zur Befallsentwicklung des Falschen Mehltaus im Bestand

In allen Feldversuchen am Standort Kleinmachnow und Braunschweig wurde mit dem Erstauftreten wöchentlich der Befall des anfälligen Standards 'Neckarriesen' mit *B. lactucae* bonitiert. Daten zum örtlichen Wetter wurden mit der Wetterstation auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf und in Braunschweig aufgezeichnet.

2.9. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwaresystem SAS 9.2 (Statistical Analysis System) anhand verschiedener Prüfmerkmale wie Befallsstärke, Befallshäufigkeit sowie in den Freilandversuchen die Anzahl nicht erntefähiger Exemplare und der durch Falschen Mehltau nicht erntefähigen Exemplare. Alle Tests wurden zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ durchgeführt. Angaben zu den einzelnen Testverfahren der jeweiligen Versuche wurden in den Ergebnisteilen dargestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1. Prüfung von Linien mit feldresistenten Eigenschaften an den Praxisstandorten

2007 bis 2009 wurden Salatsorten bzw. Linien aus dem Bereich Kopfsalat und Batavia geprüft. In die Sortenprüfungen 2010 und 2011 wurden die besten Linien aus den Prüfungen 2007 bis 2009 (Kopfsalat -Linie 92, Batavia-Linien 20, 24 und 74) sowie neue Salatformen (Eissalate) einbezogen.

3.1.1.1. Versuchsjahr 2007

Der Befallsverlauf mit Falschem Mehltau war an den Standorten unterschiedlich und ist in Abbildung 2 (Anlage) für den anfälligen Standard 'Neckarriesen' dargestellt. An den Standorten in Süddeutschland (Dachau, Müllheim) waren die höchsten Befallswerte zu verzeichnen. Mittlerer Befall trat in Holste und geringer Befall in Leipzig auf. Aufgrund der späten Pflanzung in Überlingen kamen die Pflanzen nicht bis zur Erntereife und wurden daher nicht in die Endauswertung einbezogen. Der resistente Standard 'Barilla' sowie der Stamm 24 zeigten an allen Standorten sehr gute Ergebnisse, hier dargestellt der Anteil der durch *B. lactucae* nicht erntefähiger Köpfe als als boxplot für Holste als Nordstandort und Müllheim als Südstandort (Anlage, Abb. 3 und 4). Die gegenüber den Rassen Bl:1 bis Bl:25 vollständig resistente Sorte blieb jedoch nicht an allen Standorten befallsfrei. Sowohl am Standort Holste

im Norden als auch in Müllheim im Süden war geringer Befall zu verzeichnen. Der Stamm 24 wies an allen Standorten an den erntefähigen Köpfen lediglich einen Befall unter 15% auf. In diesem Zuchtstamm ist ein Anteil der Wildpflanze *Lactuca serriola* in den Vorfahren vorhanden. Die Ergebnisse des Stammes 74 sind kaum zu werten, da es fast überall Schwierigkeiten mit der Keimung gab und die Pflanzen zu klein blieben. In Müllheim gab es keine erntefähigen Pflanzen dieser Sorte (daher keine Darstellung in Abb. 4), während in Dachau 90 % beerntet werden konnten. In diesem Stamm gab es auch noch Inhomogenitäten im Wuchstyp. Die Stämme aus der Oldendorfer Saatzucht (Stamm 42, 60 und 67) reagierten an den Standorten unterschiedlich. So z. B. waren in Dachau beim Zuchtstamm 42 weniger als 10 % der Köpfe zur Ernte stark geschädigt, während in Müllheim und Holste mehr als 30 % geschädigt waren. In der statistischen Auswertung zeigten sich sehr stark unterschiedliche Varianzen, so dass der Vergleich der Mittelwerte mit Hilfe des Simulationstests ($\alpha=0,05$) durchgeführt wurde. Die positiven Ergebnisse ließen sich nicht an allen Standorten statistisch sichern. Aus den vorliegenden ersten Ergebnissen wurde für den Frühjahrssatz 2008 die Auswahl an Zuchtstämmen präzisiert. Die Sorte 'Briweri', die stärker für den geschützten Anbau geeignet ist, und der Stamm 60, der an den Standorten in der Regel den stärksten Befall durch *B. lactucae* aufwies, wurden in 2008 nicht mehr geprüft. Diese wurden durch zwei andere Zuchtstämme, die in 2007 nicht in genügend ausreichender Saatgutmenge vorhanden waren, ersetzt.

3.1.1.2. Versuchsjahr 2008

Die Befallssituation an den jeweiligen Standorten im Frühjahr-, Sommer- und Herbstsatz wurde ab 2008 für alle Versuchsjahre in einem vereinfachten Schema in Abb. 5 als Überblick dargestellt.

Im **ersten Satz** gab es nur am Standort Müllheim starken Befall, der die Erntefähigkeit teilweise bis zu 100 % beeinträchtigte. Ein geringer Befallsdruck war an den Standorten Holste, Dachau und Überlingen zu verzeichnen. Am Standort Leipzig trat kein Befall auf. An den Standorten Müllheim und Holste wurde beobachtet, dass schon die Jungpflanzen zum Zeitpunkt der Aussaat befallen waren. Auf dem Feld kam es jedoch nicht bei allen Linien zu einer Befallsausbreitung. Nicht in jedem Fall waren die stärker befallenen Linien bei der ersten Bonitur nach der Pflanzung auch zur Erntezeit hoch befallen. Die Ursache kann vielfältig sein. Offenbar waren die Bedingungen für eine Weiterentwicklung der zuerst vorhandenen Erregerformen nicht optimal. Möglich ist auch, dass unterschiedliche Erregerformen in der Jungpflanzenanzucht und im Feld vorkamen. Das wurde 2009 untersucht, als erneut Befall an den Jungpflanzen auftrat. Anhand der eingesandten Proben konnten 2009 Virulenzuntersuchungen durchgeführt und die Erregerformen mit den im Feld vorkommenden verglichen werden (siehe Virulenzuntersuchungen Punkt 3.1.5, Tab. 15).

Der **zweite Satz** blieb in Leipzig wiederum befallsfrei. In Dachau wurden alle Pflanzen etwa zwei Wochen vor der Erntereife durch Hagel so stark geschädigt, dass sie nicht mehr beurteilt und geerntet werden konnten. Der Befallsdruck war an den Standorten (außer Leipzig) gegenüber dem ersten Satz gestiegen.

Im **dritten Satz** war an allen Standorten mit Ausnahme von Müllheim der Befallsdruck am stärksten. Besonders drastisch zeigt sich das am Standort Überlingen. Auch in Leipzig haben einzelne Linien einen sehr hohen Anteil an nicht erntefähigen Köpfen durch Mehлтаubefall. In Dachau blieb der Ausfall durch Falschen Mehltau im Herbst bei 11 der 13 untersuchten Linien unter 25 %.

Der Standort Müllheim unterschied sich bezüglich des Befallsdrucks von allen anderen Standorten. Auf Grund der örtlichen Witterungsbedingungen ist der Mehлтаudruck im Herbst am Standort Müllheim nicht gegeben.

Der resistente Standard blieb nicht an allen Standorten befallsfrei. Bei starkem Befallsdruck wurden für die resistente Sorte Analena an den Standorten in Müllheim im ersten Satz sowie in Dachau und Überlingen im dritten Satz stärkere Ausfälle beobachtet. Der Anteil nicht erntefähiger Köpfe betrug hier 20 % bis 60 %. Aus Abbildung 5 (Anlage) wird deutlich, dass an den Standorten insbesondere im Herbstsatz die Befallsgefahr am größten ist und in der Regel die stärksten Ausfälle zu verzeichnen sind.

Eine recht ähnliche Befallscharakteristik findet sich an den beiden nördlicher gelegenen Standorten Holste und Leipzig. Hier wurden die gleichen Sorten jeweils ähnlich stark befallen. Dem gegenüber sind es in Müllheim gerade die im Norden anfälligeren Sorten wie 'Ardeola' und Linie 42, die dem starken Mehлтаudruck dort standhielten. Umgekehrt erwiesen sich 'Rolando', 'Cindy', Linie 20 und 24 im Norden als widerstandsfähig, während sie im Frühjahr und Sommer in Müllheim weitgehend zusammenbrachen. Bei den Standorten Dachau und Überlingen finden sich nur teilweise Übereinstimmungen der stärker anfälligen Sorten mit Müllheim und untereinander. Möglicherweise sind diese Unterschiede auf unterschiedliche Virulenzspektren in den Anbauregionen zurückzuführen (siehe Ergebnisse zum Virulenzspektrum Punkt 2.5.)

Feldresistente Eigenschaften bei den geprüften Sorten / Linien zeigten sich insbesondere dann, wenn eine mittlere Befallssituation - wie in Holste im 2. und 3. Satz, in Leipzig im 3. Satz und in Überlingen im 2. Satz - vorlag. Zur Veranschaulichung wurde der Sortenvergleich in Abbildungen 6, 7, 8 und 9 als Boxplots dargestellt. Die Sorten/Linien mit feldresistenten Eigenschaften wurden rot markiert. Es handelt sich um die Kopfsalatsorten Rolando und Cindy sowie die Bataviatypen Linie 24, 20, 86 sowie 'Maravilla de verano'. Bei starkem Befallsdruck wie er in Müllheim im 1. und 2. Satz, in Überlingen im 3. Satz und in Dachau im 3. Satz vorkam, hielten die oben genannten Sorten dem Befallsdruck teilweise nicht stand (Abb. 10, 11, 12 und 13). Nur wenige der Sorten/Linien blieben ohne Beeinträchtigung der Ertragsfähigkeit und wurden in den Diagrammen grün markiert, wobei hier keine einheitliche Reaktion der Sorten an den Standorten zu erkennen ist. In Müllheim zeigten dagegen die Sorte Ardeola (Nr. 3) und die Linie 42 (Nr. 5) - wie oben bereits beschrieben - eine gute Widerstandsfähigkeit (Abb. 10 und 11), die bei mittlerem Befall an den nördlichen Standorten nicht zu beobachten war (siehe Abb. 6 bis 8). Demzufolge scheint der Standortfaktor für die Sortenwahl von entscheidender Bedeutung zu sein. Nach den Ergebnissen aus 2009 scheinen einige der Sorten/Linien nicht für alle Anbauregionen geeignet zu sein, sondern werden regional zu empfehlen sein, was im Anbaujahr 2009 zu überprüfen ist.

3.1.1.3. Versuchsjahr 2009

Die Befallssituation im Frühjahr-, Sommer- und Herbstsatz 2009 an den fünf Standorten ist Abb. 5 zu entnehmen.

Im **ersten Satz** gab es nur an den Standorten Holste, Leipzig und Dachau Mehлтаubefall, Müllheim und Überlingen blieben befallsfrei. In Holste trat ein geringer Anteil nicht vermarktungsfähiger Pflanzen durch Falschen Mehltau auf, in Leipzig war dies nicht der Fall. Die Witterungsverhältnisse waren im Frühjahr bis in den Juni hinein sehr trocken. Die Erntereife der Pflanzen fiel in Holste und Leipzig in eine Phase mit geringen Niederschlägen. Im **zweiten Satz** trat an allen Standorten Mehltau auf. Nur in Holste, Dachau und Leipzig wurde er jedoch ernterelvant. In Holste und Leipzig wuchsen die Salate in der ersten Phase unter trockenen Bedingungen. Zur Zeit der Kopfbildung bis zur Erntereife gab es ausreichende Niederschläge. An den Südstandorten regnete es bis zur Ernte stetig und stark. Im **dritten Satz** war an allen Standorten Befallsdruck zu verzeichnen. In Müllheim blieb der Befall jedoch unterhalb der Schadschwelle (Definition siehe Tabelle 1), so dass es keine Ernteausfälle gab. Die Ausfälle blieben in Leipzig und Dachau gering, während es in Holste und Überlingen bei einigen Linien bzw. Sorten hohe Anteile durch Mehлтаubefall nicht marktfähiger Pflanzen gab (Abb. 14, Abb. 15, Anlage). In Überlingen war deutlich, dass alle Kopfsalatformen sehr hohe Mehltauverluste hatten. Die Witterung war an den Nordstandorten zunächst herbsttypisch gemäßigt feucht und ab Anfang September wieder trocken. Im Süden waren der August und September sehr trocken.

Der anfällige Standard **Neckarriesen** wurde immer von *B. lactucae* befallen, wenn Befallsdruck vorhanden war.

Der resistente Standard **Analena** zeigte mehltaubedingte Ausfälle im zweiten Satz in Dachau mit etwa 2 %, im dritten Satz in Überlingen mit mehr als 50 %.

Die Sorte **Ardeola** war an allen Standorten mit Mehltaudruck sehr anfällig.

Bei der Sorte **Rolando** zeigt sich wie 2007 und 2008 ein inhomogenes Bild. In Holste hatte die Sorte in den ersten beiden Sätzen moderate Ausfälle von unter 5 %. Im dritten Satz betrug die Verluste in Holste und Überlingen mehr als 60 % und in Leipzig weniger als 2 %. Die **Linie 92** ist unter den Kopfsalaten am besten zu beurteilen. Hier gab es nur im dritten Satz in Überlingen hohe Verluste, in dem alle Kopfsalate verheerend befallen wurden (Abb. 15, Anlage). An den anderen Standorten wie in Holste und Dachau mit starkem bzw. mittlerem Befallsdruck im 3. Anbausatz wurde die Linie nicht befallen (Abb. 14, Abb. 16, Anlage).

Die Sorte **Cindy** wies hohe Ausfälle in Überlingen und Verluste um etwa 10 % in Leipzig im Herbstsatz auf.

Bei der **Zuchtlinie 63** gab es einen moderaten Befall im Sommersatz in Holste und in Leipzig, der unter 10 % Verlust verursachte. Im Herbstsatz kam es wie bei allen Kopfsalaten zu hohen Ausfällen in Überlingen im dritten Satz. In Holste, Dachau und Leipzig blieben die Ausfälle unter 12 %.

Die **Linie 24** gehört zur Gruppe der Bataviasalate. Im ersten Satz zeigten sich geringe Verluste in Holste. In den nachfolgenden Sätzen kam es zu einem gemäßigten Mehлтаubefall an allen Standorten, wenn ein Befallsdruck vorhanden war, der aber in keinem Fall mehr als 16 % nicht erntefähiger Köpfe verursachte. Wie auch bei den weiteren Bataviaformen Linie 20 und Maravilla de verano war der Befall an der jüngeren Pflanze zunächst relativ hoch, wurde dann aber zur Kopfbildung überwachsen.

Die **Linie 20** blieb durch Mehltau unbeeinträchtigt im ersten und vierten Satz an allen Standorten. In Satz zwei gab es Ernteauffälle in Höhe von weniger als 7 %, und in Satz drei nur in Überlingen bei weniger als 15 %.

Die Standardsorte für die Bataviaformen, **Maravilla de verano**, verhielt sich relativ ähnlich, wie die Linie 20, hatte jedoch im Herbstsatz in Überlingen 27 % Ausfall und in Holste und Dachau geringen Befall.

Die **Linie 79** (Römerform) blieb im ersten Satz ohne relevanten Befall, wurde im zweiten Satz in Holste und Dachau unter 10 % und im dritten Satz in Holste um 16 % und in Überlingen um 32 % geschädigt.

Der kopfbildende, bataviaartige Salat der **Linie 74** wurde nur in Holste stärker von Mehltau befallen. Im zweiten Satz wurden 7 % stark geschädigt und dritten Satz 17 %. Dieser Salat scheint ein gutes Potenzial für eine feldresistente Sorte zu haben.

Dagegen fällt der nur im Norden kopfende Salat der **Linie 12** leicht ab. Im Sommer waren die mehltaubedingten Ausfälle in Holste sehr gering und in Dachau bei 8 %. In Holste und Überlingen wurden im dritten Satz jeweils 18 % erreicht.

Die hohen Ausfälle in Überlingen wurden durch Erregerpopulationen verursacht, für die hohe Virulenzen am neuen Testpflanzensortiment (EU-B) ermittelt werden konnten. Die Südstandorte wiesen in der Regel Erregerformen mit einer größeren Anzahl an Virulenzgenen auf als Nordstandorten. Allerdings wurden auch in nördlichen Anbauregionen sehr aggressive Erregerformen aufgefunden. Die unterschiedliche Anfälligkeit von Rolando für Falschen Mehltau lässt sich anhand der vorkommenden Virulenzen an den Standorten schwer nachvollziehen. In der Regel wurde nur dann Blattmaterial eingeschickt, wenn starker Befall vorlag, so dass kein Vergleich zu Situationen mit geringer Infektion möglich ist. Das Befallsauftreten ist jedoch stark von den Witterungsbedingungen abhängig, so dass beide Faktoren in ihrer Wechselwirkung zu betrachten sind.

3.1.1.4. Versuchsjahr 2010

Die Befallssituation im Anbaujahr 2010 ist aus Abb. 5 ersichtlich.

Der **erste Satz** wurde als früher Sommersatz angebaut. In den Monaten April bis Mitte Juli blieb es überall sehr trocken, danach setzte eine stark regenreiche Zeit ein. Es gab es nur an den Standorten Müllheim und Dachau Mehltaubefall, Holste und Überlingen blieben frei. In Müllheim waren alle Kopfsalatformen mit Ausnahme des resistenten Standards 'Analena' komplett durch Mehltaubefall nicht mehr erntefähig (Abb. 18, Anlage). An den anderen Salatformen blieb der Mehltaubefall unter der Schadschwelle. In Dachau zeigte sich 'Neckarriesen' stark anfällig, Linie 59 war mit 20 % Ausfall gleichfalls stark befallen, während 'Rolando', Linie 92 und 'Analena' keinen Ausfall durch Mehltau hatten. Die Bataviaformen und Linie 10 hatten in Dachau Verluste unter 10 % und die Eissalate blieben unterhalb der Schadschwelle von 20 %.

Für den **zweiten Satz** war an allen Standorten sehr nasse Witterung zu verzeichnen. Es trat an allen Standorten Falscher Mehltau auf, am geringsten in Holste, wobei lediglich der anfällige Standard bedeutendere durch *Bremia* bedingte Ausfälle zeigte. Bei allen anderen Sorten bzw. Linien blieben die Ausfälle durch Falschen Mehltau unter 10 %. In Dachau war eine ähnliche Situation wie in Holste zu verzeichnen. Hier wurde die Linie 24 zusätzlich stärker befallen (Abb. 17, Anlage, rot umrandet).

In Müllheim waren nur Kopfsalate relevant von Falschem Mehltau befallen. Dabei blieben 'Analena' und die Linie 92 befallsfrei, Linie 59 war mittel stark befallen, 'Rolando' sowie 'Neckarriesen' wiesen hohe Ausfälle durch Falschen Mehltau auf (Abb. 19, Anlage). In Überlingen mit hohem Befallsdruck waren die Kopf- und Eissalate mit Ausnahme von

‘Analena’ und ‘Laibacher Eis’ stark von Mehltau betroffen. Die Bataviaformen zeigten trotz des hohen Befallsdrucks Ausfälle von unter 20 % durch Falschen Mehltau.

Die Sorte **Neckarriesen** wurde bei einem Erregerauftreten immer durch den Falschen Mehltau befallen, zeigte also erneut ihre Eignung als anfälligen Standard.

Der resistente Standard, Sorte **Analena**, zeigte 2010 keine mehltaubedingten Ausfälle.

Die **Zuchtlinie 59** war im ersten Satz in Müllheim und im zweiten Satz in Überlingen komplett zusammengebrochen. Im zweiten Satz kam es in Dachau zu stärkeren Ausfällen. In Holste hatte diese Linie geringe Ausfälle. Insgesamt wies die Linie weniger Befall als Neckarriesen auf. Hinsichtlich ihrer Reaktion auf Falschen Mehltau zeigte sich die Linie indifferent.

Die Sorte **Rolando** hatte in beiden Sätzen in Müllheim hohe Ausfälle, scheint also für diesen Standort weniger gut geeignet (Abb. 18, Abb. 19, Anlage). Auch in Überlingen kam es im zweiten Satz entgegen den Vorjahren zu Ausfällen von über 15%, in Dachau und Holste unter 15% (Tab. 2, Anlage).

Die **Zuchtlinie 92** hatte bei hohem Befallsdruck beim ersten Satz in Müllheim (Abb. 18, Anlage) und im zweiten Satz in Überlingen komplette Verluste, blieb aber sonst ohne Ausfälle.

Bei der **Zuchtlinie 74** gab es ausschließlich in Dachau geringe Verluste durch Mehltau. Ähnlich verhielt sich die **Linie 22**.

Auch die **Linie 24** blieb in den meisten Fällen unter 20 % Ausfall durch Falschen Mehltau. Einzig in Dachau wurden hohe Verluste verzeichnet. Wie bei allen Bataviasalaten gibt es auch bei der Linie 24 einen regelmäßig auftretenden Erstbefall an den noch jungen Pflanzen, der bei normalen Wuchsbedingungen von der Pflanze überwachsen wird. Dadurch bleibt der Mehltau an den unteren Blattschichten und kann bei der Ernte weggeputzt werden. Im vorliegenden Fall lagen die Ausfälle an dem insgesamt schlechten Wachstum der Salate. Die Pflanzen waren zur Zeit der Bonitur noch deutlich unter der Erntegröße und hatten den Erstbefall noch nicht überwachsen.

Die **Linie 20** blieb wieder durch Mehltau weitgehend unbeeinträchtigt. In Satz zwei gab es Ernteausfälle in Höhe von etwa 21% in Überlingen. Geringe Verluste traten in Holste und Dachau auf.

Die **Linie 10** ist ein Eissalat mit zum Teil schwacher Kopfbildung. Im Herbst blieben die Köpfe an den Süddeutschen Standorten teils zu locker oder die Kopfbildung setzte zu spät ein. Zwar gab es nur in Überlingen hohe mehltaubedingte Ausfälle, dennoch wird diese Linie für den Versuch 2011 nicht weiter berücksichtigt.

Die Sorte **Ametist** stellte im Eissalatbereich den vollresistenten Standard dar. Dennoch gab es in Überlingen mehr als 50 % Mehltauverluste und in Müllheim und Dachau trat ein nicht ernteschädlicher Befall auf.

Im Vergleich dazu schneidet die **Zuchtlinie 30** besser ab, da bei ihr in Überlingen nur etwa 26 % der Köpfe wegen Mehltaubefalls nicht geerntet werden konnten und sonst alle Köpfe nicht relevant von Mehltau befallen wurden.

Die beste Eissalatsorte in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen Falschen Mehltau ist ‘**Laibacher Eis**’. Hier gab es keine durch Bremia bedingten Verluste mit Ausnahme von 2 % in Holste in Satz 2.

3.1.1.5. Versuchsjahr 2011

Insgesamt war der Befallsdruck durch *B. lactucae* in diesem Jahr relativ gering (Abb. 5). In Müllheim, wo es in den vergangenen Jahren extreme Ausfälle durch Falschen Mehltau gegeben hatte, war in keinem Satz Mehltau vorhanden. Der höchste Druck war 2011 in Holste vorhanden, wo sonst eher moderate Schädigungen auftraten (Abb. 20, Anlage).

Der **erste Satz** wurde am 1.3. gesät. In den Monaten April bis Mitte Juli blieb es wiederholt an allen Standorten sehr trocken, in Holste war der Wassermangel extrem. Im ersten Satz gab es an keinem Standort Mehлтаubefall.

Für den **zweiten Satz** mit Aussaat am 15. Mai änderte sich das Wetter. In Holste setzte ab Juli eine stetig feuchte Witterung ein. Hier gab es auch die höchsten Ausfälle durch Mehltau. Sehr hoch waren die Ausfälle in Neckarriesen und der Linie 59. Die Bataviasalate Linie 24, 74 und 20 waren mit Ausfällen zwischen 15 und 20 % im Verhältnis zu den Vorjahren stark vom Mehltau betroffen. Durch den Dauerregen waren schlechten Wuchsbedingungen gegeben. An den Südstandorten gab es zwar im Juli und August starke Regenfälle, aber durch trockene Phasen war das Wetter insgesamt ausgeglichener. Dadurch blieb in Überlingen die Befall unterhalb der Schadschwelle, während in Müllheim kein Befall vorhanden war. In Dachau hatte die Linie 24 mit 14 % die höchsten erntebedingten Ausfälle, gefolgt von Neckarriesen mit 8 % und Linie 59 und Linie 20 unter 4 %.

Auch im **dritten Satz**, der am 1. Juli gesät wurde, konnte kein Mehltau in Müllheim beobachtet werden. Durch die günstige Witterung blieben die Ausfälle durch Mehltau jedoch auch in Dachau relativ gering. Dort wurden die höchsten Verluste durch Fäulnis verursacht. In Überlingen hatte nur die Sorte Cindy einen Ausfall von 8 %, Rolando, Linie 92 und Linie 30 blieben unter 4 %. In Holste blieben die Erntegewichte durch fortgesetzt kalte und nasse Witterung sehr gering. Der Mehлтаubefall wurde durch Blattschäden, die vermutlich durch *Microdochium panattonianum* verursacht wurden, überlagert. Hier waren die Ergebnisse im dritten Satz für die Bataviasalate mit der Ausnahme von der Linie 24 wieder besser, während sich die Anfälligkeit von 'Neckarriesen' und Linie 59 bestätigte.

Die Sorte **Neckarriesen** zeigte in Holste stärkeren Befall. In Dachau im zweiten Satz sowie in Überlingen im dritten Satz blieb der Befall im Verhältnis gering.

Der resistente Standard, Sorte **Analena**, war 2011 an allen Standorten befallsfrei.

Die Zuchtlinie **59** zeigte sich im Gegensatz zum Vorjahr in Holste als anfällig. Sonst wurden nur in Dachau geringe Ausfälle verzeichnet. Der Befall war dort zwischen den Wiederholungen ungleich verteilt, die Ausfälle betrafen nur eine Parzelle.

Die Sorte **Rolando** war in diesem Jahr insgesamt wenig anfällig. Überhaupt gab es nur Ausfälle im dritten Satz in Holste und Überlingen, diese blieben unter 5 %. Dieses verhält sich ebenso für die **Zuchtlinie 92**.

Die **Zuchtlinie 74** gehört schon in den Bereich der Bataviasalate. Sie hatte im problematischen zweiten Satz in Holste Ausfälle von etwa 17 % durch *B. lactucae* (Abb. 20, Anlage). An den anderen Standorten und im dritten Satz in Holste trat zwar moderater Befall auf, wurde jedoch nicht ernterelevant. Bei einem Auftreten von Fäuleerregern (*Rhizoctonia solani*) im dritten Satz erwies sich die Linie in Dachau als relativ fäulnistolerant.

Die **Linie 22** ist im Bataviabereich die am wenigsten mehltauanfällige Sorte. Im zweiten Satz in Holste hatte die Linie mit 8 % Ausfall durch *B. lactucae* die geringsten Verluste von den Bataviaformen. Im dritten Satz gab es in Dachau ganz geringe Verluste.

Die **Zuchtlinie 24** zeigte sich in diesem Jahr relativ anfällig für Falschen Mehltau. Wie schon im Vorjahr ist dieses auf die schwierigen Wuchsbedingungen zurückzuführen, da der Erstbefall nicht rasch genug überwachsen werden konnte. Dieses kam besonders im zweiten

Satz in Holste und Dachau zum Tragen. Im dritten Satz blieben die Ausfälle moderat unter 8 %.

Auch die **Linie 20** war 2011 stärker durch Mehltau beeinträchtigt als in den Vorjahren. In Satz zwei gab es Ernteauffälle in Höhe von etwa 18 % in Holste und im dritten Satz 7 % in Dachau.

Die **Sorte Elanda** ist ein Eissalat, der erst 2011 mit in die Prüfung genommen wurde. Es gab nur einen kaum wahrnehmbaren Mehлтаubefall in Holste und Überlingen.

Die Sorte **Ametist** stellte im Eissalatbereich den vollresistenten Standard dar. Dennoch war der Befall in Holste und Überlingen höher als bei der Sorte Elanda, wurde in dem Jahr jedoch nicht ernteschädigend.

Die **Zuchtlinie 30** war an allen Standorten mit Befallsdruck vom Mehltau betroffen. Besonders in Holste führte das zu Ausfällen, in den beiden späten Sätzen jedoch unter 10 %.

Die Sorte **Laibacher Eis** erwies wiederum ihre hohe Mehltautoleranz. Zwar gab es relativ geringen Befall an allen Standorten, jedoch führte dies nur in Holste im zweiten Satz zu sehr geringen Ausfällen.

Die Kopfsalatsorte **Cindy** wurde im ersten Satz in Holste, im zweiten Satz zusätzlich in Dachau und Überlingen und im dritten Satz überall angebaut. Sie zeigte sich nur in Überlingen und im Sortenwahlversuch in Holste im dritten Satz mehltauanfällig, was zu Ausfällen von rund 9 % führte.

3.1.1.6. Zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse aus den Versuchen 2007 bis 2011

Die Ergebnisse der Sortenprüfung sind für 2007 bis 2011 in der Tabelle 2 (Anlage) in einer Übersicht dargestellt. Hierbei wurden die Sorten/Linien nach den durch *B. lactucae* bedingten Ernteauffällen farblich unterschieden (rot mehr als 15 %, rosa unter 15 % und grün keine Ausfälle).

Betrachtung Standorte und Witterung

Der Standort bei **Leipzig** hat die am stärksten kontinentalen Witterungsbedingungen und zeigte über alle Jahre den geringsten Befallsdruck. Im Herbst 2007, sowie in den ersten beiden Sätzen 2008 und 2009 trat kein Falscher Mehltau auf. Im Herbst 2008 kam es bei dem anfälligen Standard 'Neckarriesen' sowie bei 'Ardeola' und der Linie 42 zu starken Ausfällen durch Falschen Mehltau (Abb. 8, Anlage). Bei dem Standard der Bataviasalate 'Maravilla de verano' waren die Verluste mit etwa 19 % über der angenommenen Schadschwelle von 15 %, jedoch im Verhältnis moderat. Im Herbst 2009 war der Befall bei den Bataviasalaten gering und führte zu keinen Ausfällen. Im Kopfsalatbereich erwiesen sich wieder 'Neckarriesen' und 'Ardeola' als anfällig. Im Vergleich zum Standort Holste fällt auf, dass bei den Kopfsalaten ein sehr ähnliches Sortenspektrum anfällig für Falschen Mehltau ist (Abb.7, Abb. 8, Anlage).

In **Holste** war der Befallsdruck durch Falschen Mehltau wie erwartet im Frühjahr sehr gering. Dies wurde durch die in allen Jahren durchgängige Frühjahrstrockenheit verstärkt. Nur 2009 setzte die Feuchtigkeit früh genug ein, um Befall an den Pflanzen mit Falschem Mehltau hervorzurufen. In den Sommersätzen war der Befallsdruck jeweils hoch (Abb. 5, Anlage). 2011 wurden an allen Standorten die höchsten Ausfälle registriert. Das erklärt sich dadurch, dass im Norden die Frühjahrstrockenheit besonders anhaltend war und die leichten Böden wenig Nachlieferungsvermögen haben. Die Salate wuchsen zwar durch die Beregnung zu einer guten Größe heran, waren jedoch durch die Trockenheit in der Jungpflanzenphase einem

hohen physiologischen Stress ausgeliefert. In der dann einsetzenden dauerfeuchten Witterung konnte sich der Mehltaupilz gut entwickeln. Dies betraf in erhöhtem Maß auch die Batavia- und Eissalate. Auch im Herbst gab es hohe Anfälligkeit für Falschen Mehltau, wie aus den Vorjahren zu erwarten war (Abb. 5, Anlage). 2011 waren die Ausfälle im Herbst jedoch im Vergleich zum Sommer weniger drastisch. Wie in Leipzig hatten die Kopfsalatsorten Neckarriesen, Ardeola und Linie 42 eine hohe Mehltauanfälligkeit mit folglich hohen Ausfällen (Abb. 6, Abb. 7, Anlage) und wechselnd in den Sätzen auch 'Rolando' (Abb. 7, Abb. 14, Anlage). Bei den Bataviasalaten waren die Linie 24 und 'Maravilla' de verano am stärksten betroffen. Linie 20 und 74 hatten unter dem sehr hohen Befallsdruck im Sommersatz 2011 ebenfalls Ausfälle durch Falschen Mehltau (Abb. 20, Anlage), die mit 16 % und 18 % jedoch nur unwesentlich über der Schwelle von 15 % lagen.

Der Standort **Dachau** liegt im Erdinger Moos. Der Salatanbau ist an dem Standort allgemein sehr stark durch Falschen Mehltau gefährdet. In den ersten Sätzen 2008 waren an dem Standort wenig und 2009 sowie 2011 keine Ausfälle durch Falschen Mehltau zu verzeichnen. Der erste Satz 2010 nahm im Anbau eine Zwischenstellung zwischen Früh- und Sommersatz ein. Hier lag ein mittlerer Befallsdruck mit *B. lactucae* vor. Die zweiten Sätze waren jeweils befallen. 2008 zerstörte Hagelschlag die Köpfe, so dass der Ernteausfall nicht mehr bonitiert werden konnte. Es war jedoch *Bremia*-Befall vorhanden. In den Herbstsätzen, zu denen auch Satz 2 2010 zählt, war der Befallsdruck jeweils am höchsten (Abb. 5, Anlage). Besonders 2008 brachen alle Kopfsalate einschließlich des resistenten Standards 'Analena' zusammen (Abb. 13, Anlage). Ebenso waren 2007 im ersten Projektjahr, das mit dem Herbstsatz begann, mit Ausnahme von der Linie 42 mit moderaten Ausfällen alle Kopfsalate über der Schadschwelle geschädigt. Gegenüber den Standorten Holste und Leipzig ist auffällig, dass die dort wenig anfällige Sorte Cindy in Dachau unter starkem Befallsdruck doch stark geschädigt wird (Abb. 13, Anlage). Bei den Bataviasalaten ist eine mittlere Anfälligkeit gegeben, die Eissalate bleiben ganz frei von mehltaubedingten Ausfällen.

Der Standort in **Überlingen** ist durch die Nebelbildung vom Bodensee in der Regel ab dem Sommer ein mehltarelevanter Standort. Die Frühjahrssätze blieben hier jeweils befallsfrei. In den Sommersätzen gab es 2008 gravierende Ausfälle. 2009 regnete es sehr stark und ständig. Dennoch gab es zwar *Bremia*-Befall, dieser wurde jedoch nicht ernteschädigend. Anscheinend können durch starke Regenfälle die Sporen weitgehend von den Blättern abgewaschen werden. Im Herbst 2007 wurde der Salatbestand durch Hagelschlag geschädigt, dadurch konnten keine Daten erhoben werden. In den Herbstsätzen gab es hohen Befallsdruck, am schwächsten war er im mehltauarmen Jahr 2011. 2009 gab es im Kopfsalatbereich einen Totalausfall einschließlich bei 'Analena' (Abb. 15, Anlage). 2008 war es ähnlich, nur die Sorte Cindy hatte geringe Verluste. 2010 erwies sich 'Analena' als widerstandsfähig. Die Bataviasalate kommen scheinbar von allen Standorten mit dem Bodenseeklima am schlechtesten zurecht. Es gibt hier die höchste Anzahl an stark geschädigten Parzellen über die Jahre. Dasselbe gilt für die Eissalate. Auch die als resistenter Standard eingesetzte Sorte Ametist war im Herbst 2010 stark von Falschem Mehltau betroffen.

Der Standort **Müllheim** liegt im Rheintalgraben etwa 20 km nördlich von Freiburg und nimmt eine Sonderstellung ein. Hier ist der Befallsdruck entweder extrem hoch oder nicht vorhanden. Im Herbstsatz 2007 sowie in der ersten beiden Sätzen 2008 war der Druck sehr hoch, im Herbst 2008 trat hingegen sehr wenig Falscher Mehltau auf. 2010 gab es bei beiden Sätzen etwas weniger hohe Verluste als 2008. 2009 und 2011 blieben beide Sätze befallsfrei. Anscheinend ist das Wettergeschehen über die Jahre am Standort Müllheim wenig gleichmäßig. Zudem kommen auch erfahrungsgemäß aus dem Westen neue Mehltauformen

frühzeitig an. Schaut man den Frühjahrssatz 2008 an (Abb. 10, Anlage), so entdeckt man im wenig anfälligen Sortenspektrum eine Gegenläufigkeit zu Holste und Leipzig. Die im Norden hoch anfälligen Sorten Ardeola und Stamm 42 hielten hier als einzige stand, während 'Rolando' bei Infektionsdruck immer befallen wurde. Die Linie 92, die sich in Holste (Abb. 14, Anlage) und Dachau (Abb. 16, Anlage) gut bewährte, wurde im Frühsommersatz 2010 befallen (Abb. 18; Anlage) und blieb im Herbstsatz 2010 komplett frei von Mehltau (Abb. 19, Anlage). Es entsteht der Eindruck, dass die Erregerpopulation hier einem raschen Wandel unterlegen ist. Die Bataviasalate sind an diesem Standort wenig anfällig. Nur die Linie 24 zeigte in drei Sätzen ihre für Bataviasalate relativ hohe Anfälligkeit. 'Maravilla de verano' hatte in zwei Sätzen relativ geringe Ausfälle.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die getesteten Sorten und Linien nicht an allen Standorten die gleiche Anfälligkeit für Falschen Mehltau aufwiesen. Ein ähnliches Befallsmuster zeigten die Sorten und Linien an den Standorten Holste und Leipzig. Auch am Standort Dachau wurde ein ähnlich anfälliges Sortenspektrum wie in Holste und Leipzig ermittelt. Ausnahme bildete hier die Sorte Cindy, die in Dachau in mehreren Sätzen sehr stark anfällig reagierte, in Holste und Leipzig dagegen zu keinen bzw. 2011 zu sehr geringen Ausfällen führte. Am Standort Müllheim sind die Ergebnisse zur Sortenanfälligkeit entgegengesetzt zu denen der anderen Standorte. Auffallend in Überlingen ist die stärkere Gefährdung von Batavia- und Eissalatformen.

Betrachtung Sorten

Kopfsalate

Als anfälliger Standard wurde die alte Sorte **Neckarriesen** verwendet. Bei Befallsdruck mit *B. lactucae* führte die Sorte an allen Standorten zu den höchsten Ausfällen. Diese Sorte erwies sich somit als anfälliger Standard als gut geeignet. 2007 wurde als resistenter Standard die Sorte **Barilla** eingesetzt. Die Sorte hatte alle zu der Zeit definierten Resistenzen. Trotzdem kam es an zwei Standorten zu starkem und an einem Standort zu mittlerem Befall. Hiermit wird noch einmal die Rassenproblematik bei *B. lactucae* mit der Gefahr des Resistenzdurchbruchs bei vertikal resistenten Salaten deutlich. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde die Sorte ab 2008 durch 'Analena' ersetzt, die sich über den Versuchszeitraum insgesamt als sehr stabil erwies. Jedoch kam es an den drei Südstandorten in Sätzen mit starkem Befallsdruck gleichfalls zu hohen Verlusten. In Leipzig und Holste war die Sorte nie befallen. In Müllheim gab es im ersten Satz 2008 hohe Verluste. 2010 hielt die Sorte bei mittlerem Befallsdruck stand. In Dachau waren im Herbst 2008 alle Kopfsalate zusammengebrochen, auch 'Analena' war sehr stark befallen. Im zweiten Satz 2009 hatte die Sorte hier geringe Verluste, war aber schlechter als die anderen Kopfsalatsorten mit Ausnahme von 'Ardeola'. In den Folgejahren mit geringerem Befallsdruck blieb 'Analena' in Dachau mehltaufrei. In Überlingen gab es hohe Verluste in den Herbstsätzen 2008 und 2009, in denen es bei allen Kopfsalatsorten sehr hohe Ausfälle gab. Im Sommersatz 2008 und im Herbstsatz 2010 wurde die Resistenz trotz hoher Verluste bei den anderen Kopfsalatsorten nicht durchbrochen. Diese Unterschiede im Befall bei 'Analena' sind möglicherweise auf Veränderungen in der Erregerpopulation zurückzuführen.

Die Sorte **Ardeola**, die 2008 und 2009 in den Anbauversuchen anfällig für Falschen Mehltau war, wurde in den folgenden Prüfjahren nicht mehr angebaut. Eine sehr interessante Ausnahme ist der Satz 1 2008 in Müllheim. Hier hielt die Sorte Ardeola mit Ausfällen von 5% dem extremen Befallsdruck in Relation zu den anderen Sorten und Linien sehr gut stand. Allerdings wurde die Sorte im zweiten Satz mit 16 % Verlust etwas stärker geschädigt. Ein recht ähnliches Bild ergibt die Betrachtung der **Zuchtlinie 42** aus der Oldendorfer Saatzucht. Sie wurde 2007 und 2008 geprüft. Sie kann an allen Standorten befallen werden,

welches zu hohen Ausfällen führt, wenn der Befallsdruck hoch ist. In Müllheim zeigte sich die Linie widerstandsfähig mit Ausnahme des Anbausatzes im Herbst 2007. Im allgemein stark befallenen ersten Satz 2008 waren bei dieser Linie keine Verluste durch Falschen Mehltau zu verzeichnen. Im zweiten Satz blieb die Linie ebenfalls befallsfrei, im dritten Satz gab es ganz geringe Verluste von 3 %. Wenige Ausfälle waren auch in Dachau im Herbst 2007 und in Überlingen 2008 zu verzeichnen. Sowohl 'Ardeola' als auch Linie 42 könnten sich in Müllheim für den lokalen Anbau als geeignet erweisen, wenn sich das Erregerpotenzial nicht zu stark verändert.

Die **Zuchtlinie 59** aus der Oldendorfer Saatzucht löste die Sorte Ardeola ab 2010 ab. Befallsdruck führte bei dieser Linie immer zu *Bremia*-Befall, der jedoch im Vergleich zum anfälligen Standard 'Neckarriesen' tendenziell geringer war. Außer im Sommersatz 2010 mit 20 % Verlust blieb der Schaden in Dachau immer unter 15 % begrenzt. Hier könnte sich eine Eignung als Lokalsorte mit vertikaler Resistenz für den Standort Dachau abzeichnen.

Über alle Jahre und Standorte wurde die Kopfsalatsorte **Rolando** aus der Oldendorfer Saatzucht angebaut. Die Ergebnisse sind hier an den Standorten verschieden. In Leipzig gab es nur in einem Jahr geringe Verluste. In Holste blieb 'Rolando' befallsfrei oder wurde gering befallen mit Ausnahme des Herbstsatzes 2009 mit 22 % Verlust. In Müllheim und Überlingen gab es in allen Sätzen mit Mehltauvorkommen hohe Ausfälle. In Dachau waren jeweils im Herbst 2007 und 2008 höhere Ausfälle vorhanden, danach trat bei 'Rolando' jedoch kein Mehltau mehr auf.

Auffällig ist bei 'Rolando', dass die Homogenität innerhalb der Parzellen oft gering ist. Es gibt einige, durch Mehltau unbrauchbare Köpfe, andere weisen Befall an den unteren Blättern auf und eine größere Zahl Köpfe bleibt befallsfrei. Die Boxplots von 2009 (Abb. 14, Abb. 15, Abb. 19, Anlage) zeigen bei dieser Sorte eine hohe Varianz zwischen den Wiederholungen. Das spricht dafür, dass diese Sorte noch entwicklungsfähig ist und kann auch die unterschiedlichen Reaktionen bei verschiedenen Sätzen an einem Standort erklären. Das prädestiniert 'Rolando' für die Züchtung am Anbaustandort, durch die er sich an die lokalen Erregerpopulationen anpassen kann.

Die besten Ergebnisse im Bereich der Kopfsalate zeigt die Oldendorfer **Zuchtlinie 92**. In Holste, Leipzig und Dachau gab es in keinem Fall relevante Schädigungen durch *B. lactucae*. In Überlingen gab es Verluste in den Herbstsätzen 2009 und 2010 bei extrem hohem Befallsdruck. In beiden Sätzen war die vollresistente Sorte 'Analena' ebenfalls betroffen. In Müllheim gab es 2010 im Frühsommersatz hohe Ausfälle, im Herbstsatz jedoch trotz Mehltauvorkommens nicht. Mit dieser Linie steht in Kombination mit der in diesem Projekt vorgeschlagenen Methode zur Sortenwahl eine gute Alternative für den ökologischen Gartenbau zur Verfügung. Die Anmeldung dieser Linie als neue Sorte soll zeitnah erfolgen.

Die ältere Sorte **Cindy** zeigt eine ähnliche Standortcharakteristik wie 'Rolando' und die Linie 92. Sie ist für die Standorte Holste und Leipzig gut geeignet. An den drei Südstandorten verursachte großer Mehltaudruck jedoch auch hohe Ausfälle. Eine Besonderheit ist das gute Ergebnis in Überlingen im Herbst 2008. Von allen Kopf- und Bataviasalaten war Cindy als einzige zu einem hohen Prozentsatz erntefähig. Im Herbst 2009 konnte das Ergebnis nicht wiederholt werden. Dennoch zeichnet sich auch bei 'Cindy' eine Eignung als Lokalsorte ab.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Bereich der Kopfsalate die einzelnen Linien und Sorten stark standortspezifische Reaktionen bezüglich des Befalls mit Falschem Mehltau aufwiesen. In Müllheim erwiesen sich die Sorte 'Ardeola' und die Linie 42 weitgehend stabil und wenig anfällig für *B. lactucae* im Vergleich zum Standard 'Neckarriesen'. Eine über alle Jahre und Standorte „funktionierende“ Resistenz gibt es nicht. Einen solchen Anspruch können auch die vertikal vollresistenten Sorten nicht erfüllen, die gegenüber den offiziell gelisteten *Bremia*-Rassen Schutz gewährleisten, nicht aber unbedingt gegenüber anderen lokal vorkommenden aggressiven Erregerformen. In solchen Fällen führte der *Bremia*-Befall meist

zum Totalausfall, da nicht nur die unteren Blätter befallen wurden, sondern auch Blätter im Salatkopf, so dass dieser nicht mehr marktfähig war. Eine Möglichkeit, die Befallsgefahr durch *B. lactucae* zu minimieren, ist, vertikale Resistenzen und feldresistente Eigenschaften in einer Sorte zu kombinieren. In den Prüfungen an den Standorten wurde beobachtet, dass bei den Kopfsalaten, wie z.B. bei 'Rolando' in einigen Anbausätzen, die Pflanzen einer Sorte in der Parzelle unterschiedlich auf Falschen Mehltau- Befall reagierten. So waren einzelne Pflanzen stark, andere weniger stark befallen bzw. blieben völlig befallsfrei. Das ist auch aus den Darstellungen in den Boxplots von 2009 und 2010 erkennbar, wo 'Rolando' eine hohe Varianz bezüglich des Merkmals zur Anzahl der durch Falschen Mehltau nicht erntefähigen Köpfe aufweist. Von diesen Beobachtungen ausgehend sollen diese Sorten bzw. Linien züchterisch weiterentwickelt werden und an das lokale Erregerspektrum von *B. lactucae* durch dezentrale Züchtung angepasst werden. Das ist Bestandteil eines Züchtungsprojektes im Rahmen des BÖLN (2810OE064).

Bataviasalate

An den Standorten Müllheim und Leipzig zeigten sich die Bataviaformen als relativ gering anfällig. In Holste gab es 2007 im Herbst in einem Fall mehr als 15 % Verlust durch Mehltau. Im Sommersatz 2011, bei dem wie beschrieben ein sehr hoher Befallsdruck herrschte, waren die Bataviasalate bis auf Linie 22 stärker geschädigt als die Kopfsalate. In den anderen Jahren waren die Bataviaformen in Holste zwar meist befallen, jedoch unterhalb der Schadensgrenze von 15 %. Ähnlich stellte sich die Situation in Dachau dar. Überlingen hatte am häufigsten hohe Verluste bei den Bataviasalaten.

Als Standardsorte im Bataviabereich wurde für die ersten Jahre die Sorte **Maravilla de verano** gewählt. Dabei handelt es sich um einen klassischen halboffenen, leicht rötlichen Bataviasalat. Mit 6 Fällen mit einer Verlustrate von mehr als 15 % im Anbauzeitraum 2007-2009 ist diese Sorte am stärksten mehltauanfällig von den Bataviasalaten. In Leipzig war 'Maravilla de verano' der einzige Bataviasalat, der höhere Verluste hatte.

Die **Zuchtlinie 24** aus der Oldendorfer Saatzucht ist ein klassischer, dunkelgrüner Bataviasalat. Die Linie wurde von Beginn an bis 2011 angebaut. Von den Zuchtlinien traten bei der Linie 24 am häufigsten Mehltauprobeme auf. An allen Standorten konnte bei dieser Linie Befall auftreten. In Leipzig wurde jedoch nie und in Holste nur im schwierigen Sommersatz 2011 stärker geschädigt. In Müllheim in den schwer Mehltaubelasteten ersten beiden Sätzen 2008 konnte die Linie 24 nicht standhalten, hatte aber noch deutlich geringere Ausfälle als die meisten Kopfsalate. In Überlingen sind die Verhältnisse ähnlich. Im dritten Satz 2009, in dem die Kopfsalate sämtlich hohe Verlustraten hatten, gab es bei der Linie 24 moderate Ausfälle. Im Vergleich zu den Kopfsalaten ist die Linie 24 oftmals und zum Bataviastandard 'Maravilla de verano' leicht besser.

In Wuchs und Form ist die **Zuchtlinie 20** der Sorte Maravilla de verano ähnlich, hat jedoch durch ihre Herkunft von *Lactuca serriola* schwarze Samen. Außer in Überlingen weist diese Linie jedoch überalleine höhere Widerstandsfähigkeit auf. Nur in zwei Sätzen in Überlingen und einem in Holste wurde überhaupt die Schadschwelle überschritten.

Die **Zuchtlinie 22** hat ebenso Ähnlichkeit mit 'Maravilla de verano', jedoch ist der Rotanteil der Umblätter hier höher. Bei dieser Linie wurde in keinem Satz die Verlustrate von 15 % überschritten. Sie ist somit die beste der Batavialinien, wobei sie erst ab 2010 mit ins Programm aufgenommen wurde.

Die **Zuchtlinie 74** bildet kleine kompakte Köpfe. Durch die fleischige Blattkonsistenz lässt sich die Linie 74 jedoch klar zu den Bataviasalaten rechnen. 2008 wurde diese Linie nicht angebaut. Die Ergebnisse sind auch hier gut. Nur im Sommersatz 2011 in Holste konnte der Pilz größeren Schaden anrichten.

Alle Bataviasalate zeigten in jungen Pflanzenstadien Befall mit Falschem Mehltau, der häufig stärker war als der an den Kopfsalaten. Im jungen Pflanzenstadium ist Bataviasalat zunächst langsamwüchsig. Danach setzt je nach Witterungsbedingungen eine Wuchsphase ein, bei der schnell viele gesunde neue Blätter gebildet werden. Das führt dazu, dass der Anteil befallener Blätter einer Pflanze abnimmt und der Befall im unteren Bereich bis zur Ernte begrenzt bleibt, so dass die Pflanzen marktfähig sind. Eine Gefährdung tritt nur dann auf, wenn die Wuchsbedingungen witterungsbedingt schlecht sind, wie z.B. im Sommersatz 2010 in Holste. Um eine optimale Pflanzenentwicklung zu gewährleisten sollte in den ersten Kulturwochen auf eine ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Wasser geachtet werden. Vertikale Resistenzen spielen bei den Bataviasalaten kaum eine Rolle, da regelmäßig in begrenztem Maße *Bremia*-Befall auftritt. Die hier beschriebenen feldresistenten Eigenschaften werden als physiologisch bedingt angesehen. Die Zuchtlinien 22, 74 und 20 weisen demzufolge feldresistente Eigenschaften auf, sofern gute Wuchsbedingungen gegeben sind. Im Vergleich zur Standardsorte Maravilla de verano bei den Bataviasalaten sind diese Linien weniger anfällig für Falschen Mehltau.

Eissalate

Aufgrund der guten Ergebnisse bei den Bataviasalaten wurden in der Projektverlängerung einige Eissalate als eine weitere Salatform mit aufgenommen. Die Ergebnisse waren allgemein besser als bei den Kopfsalaten. In Dachau und Müllheim gab es bei den Eissalaten in den beiden Testjahren keinen Befall. In Holste blieben die Verluste unter der Schadschwelle von 15 %. Nur in Überlingen hatten Ametist und die Zuchtlinie 30 größere Ausfälle.

Als resistenter Standard wurde die Sorte **Ametist** (Bl:1- Bl:27 resistent) gewählt. Hier gab es keinen Befall außer im Herbstsatz 2010 in Überlingen. Das Resistenzverhalten, entweder befallsfrei zu bleiben oder hohe Mehltauverluste zu haben, weist auf eine vielfältige vertikale Resistenz hin.

Dem gegenüber hatte die **Zuchtlinie 30** an allen Standorten mit Mehltaudruck leichten Befall, was in Holste und Leipzig zu geringen Ausfällen führte. Wie bei der Sorte Ametist waren die Verluste in Überlingen im Herbst 2010 höher (ca. 25% Ausfälle). Bei der Zuchtlinie 30 wird von einer relativ stabilen Widerstandsfähigkeit gegenüber Falschen Mehltau ausgegangen.

Als beste Eissalatsorte mit feldresistenten Eigenschaften stellte sich die Sorte **Laibacher Eis** heraus. Auch bei ihr konnte bei entsprechendem Mehltaudruck leichter Befall auftreten. Jedoch nur in Holste gab es dadurch geringe Ausfälle.

3.1.2. Prüfung anbautechnischer Maßnahmen

3.1.2.1. Feldversuch zu Reihenanordnung und Reihenabstand

Im Herbst 2007 trat zehn Tage nach Inokulation an der anfälligen Sorte Neckarriesen und nach weiteren zehn Tagen auch an der vollständig resistenten Sorte Barilla Erstbefall auf. Der Befall an 'Neckarriesen' nahm in allen Prüfvarianten sehr schnell zu und lag zum Zeitpunkt der Ernte (10.10.07) in allen Varianten bei über 60 %, so dass kein marktfähiger Ertrag mehr zu verzeichnen war. Die Befallsentwicklung an der resistenten Sorte schritt langsam voran, erreichte aber in den engen Pflanzreihen (30 cm) gleichfalls höhere Befallswerte von über 40 % und beeinträchtigte die Marktfähigkeit der Sorte. Unabhängig von der Ausrichtung der Reihen nach West oder Nord wurde in den weiten Reihenabständen (40, 50 cm) jeweils bedeutend geringerer Befall ermittelt als in den engen Reihenabständen (30 cm), was offensichtlich auf eine besserer Durchlüftung im Bestand zurückzuführen ist (Abb.21,

Anlage). Bei der resistenten Sorte, die in dem Versuch gering anfällig war, zeigte sich der Befall in den Varianten mit der Ausrichtung nach Westen bedeutend geringer als bei einer Ausrichtung nach Norden, möglicherweise aufgrund einer stärkeren Durchlüftung der Reihen bei Westwind, der am Versuchsstandort vorherrschte (Abb. 21). Auch die Ergebnisse zu Gewicht und Anteil marktfähiger Köpfe waren in den Varianten bei einer Reihenausrichtung nach West besser als bei einer Ausrichtung nach Nord (Ergebnisse nicht dargestellt).

Im Frühjahr 2008 konnte erst vier Wochen nach dem Aufstellen der infizierten Pflanzen ein plötzlicher starker Befall mit Falschem Mehltau beobachtet werden, wobei die Linie 67/07 mit feldresistenten Eigenschaften von Kultursaat e.V. je nach Prüfvariante 30 % bis 60 % geringeren Befall als der anfällige Standard 'Neckarriesen' aufwies (Abb. 22, Anlage). Die Linie 67/07 von Kultursaat e.V. erwies sich auch deutlich weniger anfällig gegenüber der *Sclerotinia*-Fäule, die auf der Versuchsfläche massiv vorkam und das Ertragsergebnis wesentlich beeinflusste. Aufgrund des starken Befalls mit Falschem Mehltau und *Sclerotinia* konnte bei der Sorte 'Neckarriesen' kein marktfähiger Ertrag ermittelt werden. Bei der Linie 67/07 waren 64 % von 480 ausgewerteten Pflanzen marktfähig.

3.1.2.2. Feldversuch zur Bodenabdeckung mit Vlies

Im Herbst 2007 wurde zwei Wochen nach Inokulation Erstbefall im Bestand an der Sorte Neckarriesen festgestellt. Von der darauf folgenden Woche an wurde wöchentlich die Befallsstärke (%) und zum Zeitpunkt der Endbonitur zusätzlich das Gewicht des Salates nach dem Putzen festgehalten. Die Sorte Barilla wies bis zum Versuchsende keinen Befall mit Falschem Mehltau auf. Bei der Sorte Neckarriesen lag der Befall mit Falschem Mehltau bei Bodenabdeckung mit Vlies immer über dem Befall von Pflanzen, die ohne Bodenabdeckung kultiviert wurden (Abb. 23, Anlage). Die Unterschiede in der Befallsstärke waren zwischen den Varianten 'Neckarriesen' mit Vlies und 'Neckarriesen' ohne Vlies größtenteils statistisch signifikant. Wahrscheinlich wurde durch das Vlies über einen längeren Zeitraum eine höhere Luftfeuchte im Bestand aufrecht erhalten, die sich förderlich auf den Befall mit Falschem Mehltau auswirkte.

Hinsichtlich des Gewichts der Salatpflanzen nach dem Putzen ergaben sich für die resistente Sorte signifikant höhere Werte verglichen mit 'Neckarriesen', wobei der fehlende Befall bei der resistenten Sorte und der damit verminderte Anteil zu entfernender Blätter sicher einen bedeutenden Anteil hat. Zudem lag das Gewicht bei Anbau mit der Bodenabdeckung durch Vlies bei beiden Sorten über dem Gewicht der Pflanzen, die ohne Bodenabdeckung kultiviert wurden, was auf eine erhöhte Bodentemperatur zurückzuführen sein dürfte. Diese Unterschiede im Gewicht waren statistisch allerdings nicht abzusichern.

Im Frühjahr 2008 trat der Befall sehr spät im Bestand auf und die Befallshäufigkeit lag zum Zeitpunkt der Ernte unter 10 %. Hinsichtlich der Verwendung von Vlies war im Frühjahrssatz 2008 tendenziell das gleiche Ergebnis zu verzeichnen wie im Herbstsatz 2007 (Abb. 24, Anlage). Aufgrund des geringen Befalls mit Falschem Mehltau wurde eine statistische Auswertung der Ergebnisse im Frühjahrssatz 2008 nicht durchgeführt. In beiden Versuchen (Herbst 2007 und Frühjahr 2008) wurde mit der Verwendung von Vlies (Agryl P50 Mulch) kein befallsmindernder Effekt erzielt. Hinsichtlich des Gewichts der Salatpflanzen nach dem Putzen ergaben sich wie im Vorjahr (Herbstversuch 2007) tendenziell höhere Werte bei Bodenabdeckung, die aber 2008 statistisch nicht gesichert werden konnten.

Zusammenfassend aus den Versuchen im Herbst 2007 und Frühjahr 2008 ergibt sich:

- Die Ausrichtung der Reihen in Windrichtung wirkt sich günstig auf den Gesundheitszustand des Bestandes aus.
- Der Reihenabstand hat offenbar weniger Einfluss auf den Befall im Bestand: Im Herbstsatz 2007 wurde bei weiten Reihenabständen (40, 50 cm) geringerer Befall als bei dem engen Reihenabstand (30 cm) ermittelt, im Frühjahrssatz 2008 ließ sich dieser Einfluss nicht nachweisen.
- Die Verwendung von Vlies (Agryl P50 Mulch) zeigte keinen befallsmindernden Effekt.

3.1.3. Wirkung der biologischen Präparate

3.1.3.1. Wirkung der Präparate an Sämlingen in der Klimakammer

An der Sorte 'Neckarriesen' wurde im Klimakammertest eine fast vollständige Befallsreduzierung durch die biologischen Präparate im Vergleich zu Elot-Vis® und Kontrolle erreicht (Abb. 25, Anlage). Die Reduzierung des Befalls durch das Bakterium *A. migulanus* war im Vergleich zu den Pflanzenextrakten geringer, unterschied sich dazu in seiner Wirkung aber nicht signifikant. Die Annahme, dass eventuell das Nährmedium für *A. migulanus* die Sporulation von *B. lactucae* positiv beeinflusst, konnte in weiteren Untersuchungen nicht bestätigt werden (Ergebnisse nicht dargestellt). Der Salbeiextrakt (5%) verursachte an den Sämlingen braune Flecke und Fäule an den Keimblättern bzw. Wuchsdepressionen (Abb. 26, Anlage). Bei Verwendung des Süßholzextraktes in gleicher Anwendungskonzentration wurden keine phytotoxischen Schäden beobachtet. Das hohe Wirkungspotenzial des Süßholzextraktes bestätigte sich bei der Prüfung an weiteren Sorten und Linien (Abb. 27, Anlage). Der Extrakt (5 %) reduzierte den Befall bei zweimaliger Behandlung fast zu 100 %. Lediglich an der Linie 24 wurde im 2. Versuch geringer Befall (18 % Befallshäufigkeit, 5 % Befallsstärke) festgestellt. An den anfälligen, unbehandelten Sorten und Linien führte der Falsche Mehltau zu einem nahezu 100 %igen Befall. 'Rolando', 'Cindy' und die Linie 92 erwiesen sich gegenüber der Rasse Bl:18 als resistent. Daher blieben die unbehandelten Kontrollen befallsfrei. In den Untersuchungen in der Diplomarbeit wurde festgestellt, dass der Süßholzextrakt bei einer 2,5 %igen Anwendungskonzentration zu keiner sicheren Befallsunterdrückung des Falschen Mehltaus bei Salat führte. Auch die Prüfung von zwei Stämmen von *A. migulanus* ergab keine Wirkungsunterschiede im Befall mit Falschem Mehltau. Der in Gurke wirksamere Stamm von *A. migulanus* führte bei Salat zu keiner statistisch besseren Wirkung gegen *B. lactucae*.

3.1.3.2. Wirkung der Präparate an Jungpflanzen im Gewächshaus

Bei kurativer Behandlung konnte mit keinem der Präparate eine wirkungsvolle Unterdrückung des Falschen Mehltaus erzielt werden, z. T. wurde sogar eine leichte Befallserhöhung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle beobachtet (Abb. 28, Anlage). Bei protektiver Behandlung wurden die besten Ergebnisse mit den Pflanzenextrakten von Salbei und Süßholz P1 erreicht. Die Wirkung konnte im ersten Versuch statistisch gesichert werden. Die positiven Ergebnisse wurden jedoch bei geringem Infektionsdruck (13,5 % und 4,5 %) erzielt. Bei einem höheren Infektionsdruck von über 20 % konnte die Wirkung von Vegard bei protektiver Behandlung nicht gesichert werden (Ergebnis nicht dargestellt). In der geprüften Anwendungskonzentration wurden an der Sorte Neckarriesen bei Behandlung mit

Süßholz keine phytotoxischen Schäden beobachtet. Das Präparat Vegard (1 %) und das Salbeiextrakt führten teilweise zu braunen Belägen auf den Blättern der Jungpflanzen.

3.1.3.3. Wirkung der Präparate im Freiland

Die beste Wirkung wurde im Freiland mit dem Pflanzenextrakt aus Süßholz erzielt. Im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 wurde mit dem Süßholzextrakt eine signifikante Befallsreduktion erreicht (Tab. 10). Im Herbst 2008 konnte am Standort Kleinmachnow bei einem hohen Infektionsdruck in der mit Süßholzextrakt behandelten Variante ein um 26 % signifikant höherer Anteil vermarktungsfähiger Köpfe als in der unbehandelten Kontrolle erzielt werden. Gleichfalls gute Ergebnisse waren bei Behandlung mit dem Extrakt aus Salbei in 2008 an beiden Standorten zu verzeichnen. In 2009 war die Häufigkeit des Auftretens des Falschen Mehltaus durch den Salbeiextrakt nicht signifikant reduziert. *A. migulanus* mit einer guten Wirkung in 2008 führte 2009 zu einer höheren Befallshäufigkeit verglichen mit der unbehandelten Kontrolle. Die Präparate verursachten nicht, wie z. B. in der Kultur Gurke beobachtet (mdl. Mitteilung Schmitt 2009), eine Wachsförderung oder eine intensivere Blattfärbung. An der Sorte 'Neckarriesen' kam es zu keiner Schädigung der Pflanzen durch den Süßholzextrakt.

Tab. 10: Einfluss der Behandlung mit den Pflanzenextrakten und *A. migulanus* im Vergleich zu Elot Vis® als Vergleichspräparat und der unbehandelten Kontrolle auf die Befallshäufigkeit (BH%), Befallsstärke (BS%) und den Anteil nicht vermarktungsfähiger Köpfe (NVK) in % an den Standorten Kleinmachnow und Braunschweig im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 (farblich gekennzeichnet, wenn signifikant zur Kontrolle, Herbst 2008 Simulatetest, $\alpha = 0,05$; Frühjahr 2009 χ^2 -Test, $\alpha=0,05$)

Jahr / Satz	2008 / Herbst					
Standort	Kleinmachnow			Braunschweig		
Merkmal	BH %	BS %	NVK %	BH %	BS %	NVK %
Vegard	100	33	92	-	-	-
Süßholz	100	28	68	100	28	21
Salbei	100	30	73	100	28	19
<i>A. migulanus</i>	100	32	88	100	36	49
Elot Vis®	-	-	-	-	-	-
Kontrolle	100	38	94	100	36	58
Jahr / Satz	2009 / Frühjahr					
Standort	Kleinmachnow			Braunschweig		
Merkmal	BH %	BS %	NVK %	BH %	BS %	NVK %
Vegard	-	-	-	-	-	-
Süßholz	31	5	0	7	unter 5	0
Salbei	42	5	0	6	unter 5	0
<i>A. migulanus</i>	57	8	0	3	unter 5	0
Elot Vis®	36	5	0	-	-	0
Kontrolle	46	9	0	7	unter 5	0

3.1.4. Kombination von Linien mit feldresistenten Eigenschaften und bestes biologisches Präparat (optimale Variante)

Aufgrund der positiven Wirkung des Pflanzenextraktes aus Süßholz im Freiland in 2008 und 2009 (siehe 3.1.3.3) wurde dieses Präparat für die Kombination mit Sorten bzw. Linien mit feldresistenten Eigenschaften zur Prüfung der optimale Variante ausgewählt und im Herbst 2009 und Herbst 2010 an verschiedenen Standorten (Versuchsfeld und Praxisstandorte) erprobt. Neben dem anfälligen und resistenten Standard wurden die Linien 20 bzw. 92 sowie 'Rolando' einbezogen, denen feldresistente Eigenschaften zugeschrieben werden.

Da an den Praxisstandorten die Stärke des Befalls mit Boniturnoten über die Gesamtparzelle eingeschätzt wurde, wurde diese entsprechend dem Boniturschema in prozentualen Befall umgerechnet und in der Tabelle vergleichend dargestellt. Die Anzahl mit Mehltau befallener Pflanzen wurde an den Versuchstandorten, nicht aber an den Praxisstandorten erfasst. Ein wichtiges Maß für die Beurteilung der Wirkung der Präparate war der Anteil an durch Falschen Mehltau nichtvermarktungsfähigen Exemplaren, die an allen Standorten gleichermaßen erhoben wurden. Am Standort Holste war im Herbst der Befall mit Falschem Mehltau sehr gering, so dass eine Versuchsauswertung zur Präparatewirkung nicht möglich war.

Tab. 11: Befallshäufigkeit (BH%), Befallsstärke (BS%) und den Anteil durch Falschen Mehltau nicht vermarktungsfähiger Köpfe (NVK) in % bei Behandlung mit dem Süßholzextrakt (5 %, 600 l/ha) im Herbst 2009 und 2010 an verschiedenen Standorten.
n.u. – nicht untersucht, *- Versuch wegen Fehlen von *Bremia*-Befall nicht auswertbar

Herbst 2009									
Standort	Kleinmachnow			Dachau			Holste*		
Merkmal	BH %	BS %	NVK %	BH %	BS %	NVK %	BH %	BS %	NVK %
Rolando	0	0	0	n.u.	>10 bis 20	80	kein bzw. nur vereinzelt sehr geringer Befall		
Linie 20/07	100	21	0	n.u.	>5 bis 10	19			
Neckarriesen	100	64	99	n.u.	>20 bis 5	93			
resistenter Standard	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	>10 bis 20	60			
Rolando+Extrakt	0	0	0	n.u.	>10 bis 20	65			
Linie20/07+Extrakt	100	20	0	n.u.	>5 bis 10	21			
Neckarriesen+Extrakt	100	63	99	n.u.	>10 bis 20	94			
resistenter Standard+Extrakt	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	>10 bis 20	54			

Herbst 2010									
Standort	Kleinmachnow			Braunschweig			Holste		
Merkmal	BH %	BS %	NVK %	BH %	BS %	NVK %	BH %	BS %	NVK %
Linie 20/07	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	>5 bis 10	1,3
Linie 92/08	16	0,8	0	14	8	2	n.u.	0	0
Neckarriesen	54	3,6	0	100	29	28	n.u.	>10 bis 20	46
resistenter Standard	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	0	0
Linie 20/07+Extrakt	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	>5 bis 10	0
Linie 92/08+Extrakt	0,6	0	0	17	10	1	n.u.	0	0
Neckarriesen+Extrakt	49	3,6	0	100	31	30	n.u.	>10 bis 20	63
resistenter Standard+Extrakt	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	0	0

Im Herbst 2009 wurden bei wöchentlicher Behandlung bis zur Ernte, insbesondere an der Sorte Rolando, Blattschäden durch den Extrakt hervorgerufen (Abb. 29, Anlage). Eine Befallsreduktion durch den Extrakt konnte am Praxisstandort Dachau und am Standort Kleinmachnow nicht festgestellt werden. Unabhängig von der Behandlung traten an beiden Prüfstandorten zwischen den Sorten bzw. Linien Unterschiede im Befall auf. Der Befall an der Linie 20/07 mit feldresistenten Eigenschaften war an beiden Standorten signifikant niedriger als an der anfälligen Vergleichssorte Neckarriesen (Abb. 30, Anlage). Im Herbst 2010 zeichnete sich ein ähnliches Bild ab. Entgegen den guten Wirkungen im Herbst 2008 und im Frühjahr 2009 konnten im Herbst 2010 gleichfalls keine zufriedenstellenden Ergebnisse durch die Behandlung mit dem Süßholzextrakt erreicht werden. Am Standort Holste war der Anteil der durch Falschen Mehltau nicht vermarktungsfähigen Köpfe bei 'Neckarriesen' in der behandelten Variante höher als in der unbehandelten Variante, wobei der Unterschied nicht signifikant war. Auch an den Standorten Kleinmachnow und Braunschweig unterschieden sich die behandelten und unbehandelten Varianten nicht signifikant voneinander. Bei der Linie 92 waren alle Exemplare vermarktungsfähig, was auf die resistenten Eigenschaften der Linie zurückzuführen ist. Hinsichtlich des Befalls unterschied sich die Linie 92 signifikant zu 'Neckarriesen'.

3.1.5. Virulenzanalyse

Von 2007 bis 2011 wurden insgesamt 250 Proben eingesandt, von denen 162 Feldisolate hochvermehrt und auf ihre Virulenzgenzusammensetzung am Testpflanzensortiment untersucht werden konnten. Die Ergebnisse zum Auftreten von Erregerformen des Falschen Mehltaus sind für 2007 bis 2009 (Testsortiment EU-A) und 2010/2011 (Testsortiment EU-B) in den Tabellen 12 und 13 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 12: Virulenzuntersuchungen an den Standorten 2007 bis 2009 anhand des Testpflanzensortimentes EU-A

Standort	Anzahl untersuchter Isolate	Anzahl nachgewiesener Erregerformen	Zugehörigkeit zu einer Rasse
Braunschweig	3	3	Bl:18 (1x 2008)
Kleinmachnow	10	7	Bl:18 (1x 2007, 2x 2008)
Holste	24	6	
Leipzig	45	16	Bl:24 (1x 2008)
Müllheim	3	3	
Dachau	33	18	
Überlingen	7	7	
insgesamt	125	45*	4 Isolate zu 2 Rassen

*entspricht nicht der Summe der Anzahl der nachgewiesenen Erregerformen an den Standorten,

Tab. 13: Virulenzuntersuchungen an den Standorten 2010/2011 anhand des Testpflanzensortimentes EU-B

Standort	Anzahl untersuchter Isolate	Anzahl nachgewiesener Erregerformen
Braunschweig	3	3
Kleinmachnow	7	7
Holste	4	4
Müllheim	11	10
Dachau	3	2
Überlingen	5	5
NRW**	4	3
insgesamt	37	32*

*entspricht nicht der Summe der Anzahl der nachgewiesenen Erregerformen an den Standorten,

** Gärtnerei in Nordrhein-Westfalen

Lediglich in 2007 und 2008 konnten zwei offiziell gelistete Rassen aufgefunden werden. Dabei handelte es sich um die Rasse Bl:18, die 2007 und 2008 zur Feldinokulation am Standort Kleinmachnow und Braunschweig ausgebracht wurde. Am Standort Leipzig trat 2008 die Rasse Bl:24 auf. Alle anderen Erregerformen stimmten in ihrer Virulenzgenzusammensetzung nicht mit den bekannten Rassen Bl:1 bis Bl:28 überein. 2007 bis 2009 wurden bei Untersuchung von 125 Isolatzen 45 Erregerformen nachgewiesen. Von den 37 in 2010 und 2011 untersuchten Isolatzen unterschieden sich 32 Isolate in mindestens

einem Virulenzgen. Ab 2010 schien demnach die Vielfalt an Erregerformen noch zuzunehmen. Andererseits ist mit der Erweiterung des Testpflanzensortimentes eine stärkere Differenzierung in den Virulenzen gegeben. Die Sorten im Testpflanzensortiment mit den Resistenzgenen Dm-7, Dm-10, Dm-11, Dm-12, Dm-13 und Dm-14 (2. Sextettgruppe) werden mittlerweile fast vollständig von *B. lactucae* befallen und dienen demzufolge kaum noch zur Differenzierung der *Bremia*-Rassen. Die Ausbildung einer Hauptrasse erscheint aufgrund der Vielzahl an Resistenzgenen und Genkombinationen in den Sorten mit vertikalen Resistenzen erschwert. An den Südstandorten sind Erregerpopulationen mit hohen Virulenzen nachweisbar, die sich jedoch im Laufe der Jahre immer wieder verändern. Aufgrund der relativ geringen Anzahl an untersuchten Proben ist eine allgemeine Aussage schwierig. Offensichtlich ist jedoch, dass an den Südstandorten Rassen vorkommen, die das Resistenzgen Dm-3 sowie die Faktoren R-36 und R-37 überwinden (Tab 14). Möglicherweise liegt hier die erhöhte Befallsgefahr an den Südstandorten Deutschlands in Verbindung mit günstigen Witterungsbedingungen für die Infektion begründet.

Tab. 14: Virulenzhäufigkeiten von 2007 bis 2011 in Nord- und Mitteldeutschland mit den Standorten Holste, Braunschweig, Kleinmachnow, Leipzig im Vergleich zu Süddeutschland mit den Standorten Müllheim, Dachau, Überlingen, n= Anzahl untersuchter Isolate (die Differenzierung im 4. und 5. Sextett (EU-B) erfolgte nur für Isolate aus 2010/2011)

Sextett-Gruppe	Dm / R - Gene	Nord-und Mitteldeutschland (n=96)	Süddeutschland (n=63)
	Dm-0/R	100	100
1	Dm-1	92	97
	Dm-2	98	96
	Dm-3	13	80
	Dm-4	91	86
	Dm-5/8	95	100
	Dm-6	93	89
2	Dm-7	89	96
	Dm-10	100	100
	Dm-11	93	100
	Dm-12	100	100
	Dm-13	100	100
	Dm-14	79	98
3	Dm-15	51	59
	Dm-16	55	72
	Dm-17	7	33
	Dm-18	75	55
	R-36	9	71
	R-37	13	60
4	R-38	75	82
	n1	17	39
	n2	8	34
	n3	33	59
	n4	64	27
	n5	6	28
5	r2	39	13

Ein Beispiel für die sich verändernden Erregerformen ist der Standort Müllheim, für den 2009 zu 2010 ein Wechsel im Auftreten der Erregerformen festgestellt wurde. Das zeigte sich in der Reaktion der Sorten und Linien gegenüber *B. lactucae*. So z. B. war die Linie 92 bei

jeweils starkem Befallsdruck im Frühjahrssatz 2010 stark, und Herbstsatz 2010 nicht befallen. Virulenzanalysen aus dem Herbst 2009 und Herbst 2010 zeigten, dass an diesem Standort unterschiedliche Virulenzen vorlagen. In den 2010 vorkommenden Erregerpopulationen wurden zwei zusätzliche Virulenzgene ermittelt, die die Resistenzfaktoren R36 und n3 überwinden. Dafür fehlte das Virulenzgen, um den Resistenzfaktor n2 zu überwinden. In dieser Kombination, wie sie 2010 vorlag, war die Linie 92 trotz zwei zusätzlicher Virulenzgene in den Erregerpopulationen stabil. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie komplex die Problematik in der Wirt-Pathogen-Beziehung Salat - *B. lactucae* ist

Bremia-Isolate, die von den resistenten Sorten Barilla und Analena gewonnen wurden, entsprachen keiner der derzeit gelisteten Bl:Rassen (Bl:1 bis Bl:28).

In 2009 wurde am Standort Leipzig bereits Befall in der Jungpflanzenanzucht festgestellt. Nach Pflanzung auf dem Feld blieb der Bestand lange befallsfrei, bevor plötzlich starker Befall auftrat. Untersuchungen zur Identifizierung der vorkommenden Erregerformen sollten Aufschluss darüber geben, ob die von den Jungpflanzen isolierten Erregerformen mit denen vom Feld identisch sind. Bei der Prüfung am Testpflanzensortiment zeigte sich lediglich auf PIVT 1309 (Dm-15) im 3. Sextett eine unterschiedliche Reaktion (Tab.15, im Sextettcode rot gekennzeichnet). Die untersuchten Isolate sporulierten zwar alle auf dieser Testsorte, die Sporulationsintensität der Feldisolate wurde jedoch mit (+) als stärker eingeschätzt. Demzufolge wurde die Infektion mit den Feldisolaten als befallen bewertet, während die durch die Jungpflanzen-Isolate verursachten Infektionen mit geringer Sporulation als nicht befallen in die Wertung eingingen. Die Isolate von den Jungpflanzen verglichen mit denen vom Feld erwiesen sich bis auf ihre Sporulation auf PIVT 1309 identisch, so dass davon ausgegangen werden kann, dass mit den infizierten Jungpflanzen Inokulumpotenzial auf das Feld gebracht wurde, wo der Erreger unter günstigen Bedingungen erneut sporulierte. Die Untersuchungen verdeutlichen u.a. auch die Instabilität der Isolate und die Entwicklung der Erregerformen im praktischen Anbau.

Tab. 15: Identifizierung der Erregerformen in der Jungpflanzenanzucht und im Feldbestand am Standort Leipzig (2. Satz 2009)

	Jungpflanzenisolate	Feldisolate	
Linie / Sorte	Sextett code (EU-A)	Sextett code (EU-A)	Sextett code (EU-B)
Neckarriesen	59/63/10/01	59/63/11/01	59/63/11/17
Rolando	59/63/10/01	59/63/11/01	59/63/11/17
63/08	59/63/10/01	59/63/11/01	59/63/11/17
V79/08	59/63/10/01	59/63/11/01	59/63/11/17
74/08	59/63/10/01	59/63/11/01	59/63/11/17
Zuchtlinie von Christina Henatsch	59/63/11/01	59/63/11/01	59/63/11/17

3.1.6. Entscheidungshilfe zur Sortenwahl

Die 2010 an den Standorten lokal gesammelten Erregerpopulationen unterschieden sich in ihren Virulenzen und werden wie folgt charakterisiert (Tab. 16).

Tab. 16: Herkunft und Sextettcode der lokalen Erregerpopulationen von *B. lactucae*

Standort	EU-B
Holste	59/63/43/17/1
Braunschweig	59/63/11/25/1
Kleinmachnow	63/63/51/01/0
Müllheim	63/63/49/09/0
Überlingen	61/63/59/01/0

Bei der Testung am Testpflanzensortiment (EU-B) unterschieden sich die Isolate hinsichtlich ihrer Virulenzgene.

Die Anfälligkeit der 16 Sorten, die für die Methode zur Entscheidungshilfe ausgewählt wurden, ist anhand der Befallshäufigkeit bei Inokulation mit den lokalen Erregerpopulationen in Abb. 31 (Anlage) dargestellt. Die Erregerpopulationen vom Standort Holste und Braunschweig bzw. die von den beiden Südstandorten (Müllheim und Überlingen) führten am Sortiment zur Entscheidungshilfe (EH) zu ähnlichen Befallsmustern (Abb. 31, Anlage). Die im Klimakammertest befallenen Sorten werden in der Regel auch im Gewächshaustest befallen, allerdings mit geringeren Befallstärken. Ausnahme bilden die Sorten Elanda, Jolito und Relay, die im Gewächshaus nicht immer befallen wurden, z. T. aber auch in der Klimakammer längere Latenzzeiten bis zur ersten Sporulation aufwiesen (Tab. 3, Anlage). Die Batavia-Salate 'Maritima' und 'Tourbillon' blieben immer befallsfrei, 'Analena' wurde nur vom Kleinmachnower Isolat und 'Relay' nur vom Müllheimer und sehr gering vom Kleinmachnower Isolat befallen. 'Veronique' zeigte sehr unterschiedliche Reaktion gegenüber den Isolaten. Die Linie 92, 'Cindy' und 'Rolando' wurden mit den Isolaten von Holste und Braunschweig nur gering befallen, durch die Isolate Kleinmachnow, Müllheim und Überlingen dagegen stark. Für die Überprüfung mit Feldinfektionen stand nur ein Anbausatz im Herbst 2011 zur Verfügung. Auf den Versuchsfeldern Braunschweig und Kleinmachnow wurde die Befallshäufigkeit erfasst, an den Praxisstandorten der Befall anhand der Boniturnoten eingeschätzt. In Kleinmachnow trat der Falsche Mehltau im Bestand sehr spät auf, so dass lediglich die anfällige Standardsorte 'Neckarriesen' mit 92 % der Pflanzen befallen wurde, die anderen Sorten jedoch befallsfrei blieben. In Braunschweig wurde eine gute Übereinstimmung mit Ergebnissen aus Klimakammer- und Gewächshaustests festgestellt (Abb. 31, Anlage). Da an den Praxisstandorten der Befall mit Boniturnoten 1-9 eingeschätzt wurde, erfolgte entsprechend den Befallsklassen eine Umrechnung in % Befall für die Darstellung in den Abbildungen. Auch an den Praxisstandorten wurde eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse festgestellt. Die im Klimakammer- und Gewächshaustest befallsfreien Sorten wurden auch im Freiland nicht befallen (Abb. 32, Anlage). Einige Sorten, wie z. B. 'Lioba', 'Élanda' bzw. 'Jolito' wiesen in der Klimakammer gegenüber dem Erregerisolat aus Holste bzw. Überlingen nur mittlere Befallshäufigkeiten (Abb. 31) und Befallstärken (Abb. 32) auf, wobei der Pilz jeweils nur schwach sporulierte (Tab. 3). Möglicherweise spielen hier neben den vertikalen Resistenzen, die im Klimakammertest sicher erfasst werden, weitere Resistenzen und Standortfaktoren eine Rolle, die nur im Freiland voll zum Tragen kommen. Somit können mit dem Gewächshaus- oder

Klimakammertest Sorten mit feldresistenten Eigenschaften bei der Empfehlung in der Sortenwahl möglicherweise herausfallen. Für weitreichende Schlussfolgerungen ist ein Versuchsjahr sehr wenig, um die Eignung der Methoden umfassend beurteilen zu können. Mit dem Klimakammertest können Sorten mit vertikalen Resistenzen hinsichtlich ihres Anbaurisikos in der jeweiligen Region abgeschätzt werden. Nicht beurteilt werden können feldresistente Eigenschaften. Demzufolge kann die Anfälligkeit von Kopfsalatsorten, die auf vertikale Resistenzen gezüchtet sind, mit der Methode mit hoher Sicherheit eingeschätzt werden. Dagegen sind Bataviasorten, die zwar von *B. lactucae* befallen werden, jedoch aufgrund ihrer Wuchseistung dem Falschen Mehltau regelrecht „entwachsen“, mit dieser Methode hinsichtlich ihrer Anfälligkeit nicht zu bewerten.

3.1.7. Krankheitsverlauf des Falschen Mehltaus in den Freilandversuchen

Der Krankheitsverlauf des Falschen Mehltaus ist stark von den örtlichen Witterungsbedingungen abhängig. Optimale Infektionsbedingungen liegen vor, wenn die Luftfeuchtigkeit nahe 100% beträgt. Optimale Temperaturen für die Konidienkeimung liegen bei 4 bis 10°C, für das Eindringen in die Pflanze bei 15°C und für die Sporulation bei 18 bis 20°C. Bei einem Auftreten des Erregers kann dieser unter optimalen Entwicklungsbedingungen rasch zu hohen krankheitsbedingten Ausfällen führen. Trockene sowie zu nasse Witterungsperioden dämmen die Krankheit ein. In den Abbildungen 33 bis 36 (Anhang) ist der Befallsverlauf für den jeweiligen Anbausatz auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf von 2007 bis 2010 beispielhaft dargestellt. Die Daten liegen für weitere Auswertungen für die ZEPP am JKI vor.

3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Da die Versuche mit ökologisch wirtschaftenden Landwirten und Gärtnern in ihren Betrieben durchgeführt werden, war von Beginn an ein unmittelbarer Kontakt zur Praxis gegeben. Von Beginn an erfolgt auch eine enge Zusammenarbeit mit den Züchtern und den Mitarbeitern der Kultursaat e.V., mit denen in Anbauerseminaren über verschiedene Aspekte zur *Bremia*-Problematik (Rassenproblematik, Einsatz biologischer Präparate, vertikale Resistenz und Feldresistenz) diskutiert wurde. Die Ergebnisse aus dem Projekt wurden einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wie auf wissenschaftlichen Tagungen, Anbauseminaren und in praxisnahen Zeitschriften (siehe auch Punkt 7).

Ein enger Austausch hinsichtlich der Erprobung pflanzlicher Mittel bestand zu den Projekten des Bundesprogramms Ökologischer Landbau zu Falschem Mehltau in anderen Kulturen wie Gurke und Zwiebel.

Entsprechend den Meilensteinen sind im Projekt drei wesentliche Aspekte hinsichtlich ihrer Nutzung und Verwertung für die Praxis zu beurteilen. Das betrifft:

- 1 – Bewertung der Anbauwürdigkeit und Feldresistenz der getesteten Salatformen,
- 2 – Beurteilung der Kombination der Maßnahmen (feldresistente Sorte/Linie, biologisches Präparat, windoffenen Lage) auf die Krankheitseindämmung
- 3 – Beurteilung der Praxisfähigkeit der Methode als Entscheidungshilfe zur regionalen Sortenwahl

Die Prüfung von Salatlinien mit feldresistenten Eigenschaften in den Parzellenversuchen an fünf Praxisstandorten von 2007 bis 2011 hat gezeigt, dass sich aus den vorhandenen

Zuchtlinien von Kultursaat e.V. mehrere Linien (Linie 92, Linie 20, Linie 22, Linie74) bewährt haben. Diese sollen als Sorte weiterentwickelt und dem ökologischen Salatanbau als Alternativen zu den Salatsorten mit vertikalen Resistenzen zur Verfügung gestellt werden. Bis zur Praxiseinführung werden jedoch noch mindestens drei Jahre vergehen.

Ausgehend von den positiven Ergebnissen aus den Anbauversuchen mit Linien aus dem Züchtungsprogramm von Kultursaat e.V. und den vorliegenden Erfahrungen zur Entwicklung feldresistenter Formen wurde im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) ein weiteres Projekt (2810OE064) zur Salatzüchtung am JKI in Kooperation mit Kultursaat e.V. begonnen. In dem Projekt geht es um die Entwicklung von Salatsorten mit verbesserter Anpassungsfähigkeit durch dezentrale Züchtung. Es sollen für den ökologischen Anbau Sorten entwickelt werden, die deutlich verbesserte Eigenschaften in Bezug auf Stresstoleranz, Nährstoffverwertungsvermögen und Krankheitsresistenz, insbesondere gegenüber *B. lactucae* aufweisen. Mit der Entwicklung neuer Salatformen soll das Spektrum für den ökologischen Anbau erweitert werden.

Hinsichtlich der Kombination von Maßnahmen ist nach derzeitigem Bearbeitungsstand sind die biologischen Präparate aufgrund nicht ausreichender UV- und Regenstabilität von einer Praxisanwendung weit entfernt. Für den praktischen Anbau kann daher lediglich die Empfehlung gegeben werden, sofern örtliche Gegebenheiten es ermöglichen, den Falschen Mehltau durch Anbau feldresistenter Sorten mit einer guten Durchlüftung der Bestände zu regulieren. Weitere Reihenabstände und die Bodenabdeckung mit Vlies ergaben keinen deutlichen Effekt auf eine Krankheitseindämmung. Positive Effekte auf die Gesunderhaltung der Bestände wurden bei einer Ausrichtung der Reihen in Windrichtung erreicht. Windoffene Lagen, die eine schnelle Abtrocknung der Blattoberfläche führen sind für den Salatanbau in Gebieten mit erhöhter Gefahr des Auftretens von Falschem Mehltau zu bevorzugen.

Derzeit wird an der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels aus Süßholzextrakt in einem neuen Forschungsprojekt (2809OE102) im Verbund mit verschiedenen Kooperationspartnern im Rahmen des BÖLN gearbeitet und seine Wirkung in den Kulturen Tomate, Kartoffel und Gurke erprobt. Der Pflanzenextrakt aus Süßholz zeigte ein hohes Wirkungspotenzial gegenüber Oomyceten an verschiedenen Kulturen. Bei Salat wurden im Gewächshausversuch gute Ergebnisse, im Feld jedoch keine sichere Wirkung erzielt. Die Anwendung bei Salat wird für die Praxis zeitnah nicht umsetzbar sein. Neben einer sicheren Wirkung ist bei Salat zusätzlich eine rückstandsfreie Ausbringung ohne Belag und Fleckenbildung auf den Blättern zu gewährleisten.

Um den Anbauern eine Entscheidungshilfe zur Sortenwahl in mit Falschem Mehltau gefährdeten Gebieten zu geben, wurde eine Methode in der Klimakammer unter Berücksichtigung lokal vorkommender Erregerpopulationen erarbeitet. Diese scheint für die Bewertung der Anfälligkeit von Sorten aus dem Bereich der Kopfsalate gut geeignet, die auf vertikale Resistenzen ausgerichtet sind. Sorten und Linien, die im Klimakammertest nicht befallen wurden, blieben auch im Feld befallsfrei. Feldresistente Eigenschaften können mit der Methode nicht erfasst werden. Daher ist die Methode für Batavia-Salate, deren Resistenzen auf physiologische Eigenschaften durch ein schnelles Wachstum beruhen, nicht geeignet. Die Methodenentwicklung basiert auf einjährige Erfahrungen. Wie die Virulenzanalyse zeigte, kann ein schneller Wechsel der Erregerformen nicht ausgeschlossen werden, so dass eine zeitnahe Einsendung von infizierten Blattmaterial aus der Region erforderlich ist, um zu aussagesicheren Ergebnissen zu kommen. Die Methode kann den Salatanbauern als Entscheidungshilfe angeboten werden. Eine Kostenkalkulation liegt nicht vor. Zu prüfen ist, auf welcher Ebene bzw. in welchem Rahmen die Leistung angeboten

werden kann, sofern seitens der Praxis Interesse bekundet wird. Ausgehend von den Untersuchungen zur Sortenwahl wurde eine weitere Möglichkeit in Betracht gezogen, um der Variabilität des Erregers entgegen zu wirken, die derzeit in einem BÖLN-Projekt (2810OE069) am JKI mit der Oldendorfer Saatzucht in Kooperation bearbeitet wird. Durch die Herstellung von Liniengemischen zum einen und durch Kreuzung phänotypisch und anbautechnisch weitgehend homogener Linien zum anderen soll eine partiell genetische Durchmischung bei Salat erreicht werden, die eine variable Reaktion auf Stressfaktoren wie Trockenheit und sich ändernde *Bremia*-Populationen ermöglicht.

4. Zusammenfassung

In dem BÖLN-Projekt wurden zur Regulierung des Falschen Mehltaus im ökologischen Salatanbau verschiedene Lösungsansätze untersucht. Ziel war es, der Rassenproblematik bei *Bremia lactucae* an Salat dauerhaft und nachhaltig zu begegnen. Im Mittelpunkt stand dabei die Prüfung von Sorten und Linien, die von Kultursaat e.V auf Feldresistenz gezüchtet wurden und hinsichtlich ihrer Anbauwürdigkeit in breitem Maßstab zu prüfen waren. Anbautechnische Maßnahmen wie die Ausrichtung der Reihen und der Reihenabstand sowie eine Bodenabdeckung mit Vlies und neue biologische Präparate wie Pflanzenextrakte aus Salbei und Süßholz sowie ein Bakterium, *Aneurinibacillus migulanus* sollten auf ihren krankheitsmindernden Einfluss untersucht werden. Letztendlich sollten die besten Varianten zu einer Gesamtstrategie zusammengeführt und in der Praxis erprobt werden. In Anbetracht der Vielfalt an Erregerformen von *B. lactucae* und deren ständiger Veränderung in den regionalen Anbaugebieten sollte dem Anbauer zusätzlich eine Entscheidungshilfe an die Hand gegeben werden, die es ihm ermöglicht, aus dem breiten Angebot für sein Anbauggebiet die Sorten auszuwählen, für die im Feld eine nur geringe Anfälligkeit zu erwarten ist. Zur Charakterisierung der an den Standorten auftretenden lokalen Erregerpopulationen wurden versuchsbegleitend Virulenzanalysen aus den verschiedenen Regionen Deutschlands durchgeführt.

Die Prüfung von jeweils 10 bis 13 Salatlinien aus dem Bereich der Kopf-, Batavia und Eissalate erfolgte 2007 bis 2011 in insgesamt 55 Parzellenversuchen. Die Linien wurden jährlich in zwei bis drei Anbausätzen an jeweils vier bzw. fünf Standorten (Holste, Leipzig, Müllheim, Dachau, Überlingen) in ökologisch wirtschaftenden Gärtnereien geprüft. Die in 2007 bis 2009 geprüften Kopfsalat-Linien waren bei mittlerem Befallsdruck mit Falschem Mehltau gering befallen, bei starkem Befallsdruck kam es jedoch zu starken Verlusten. Am stabilsten zeigte sich die Linie 92, die jedoch starkem Befallsdruck wie z. B. 2009 in Überlingen nicht standhielt. Die Bataviaformen zeigten sich im Vergleich zu den Kopfsalaten widerstandsfähiger gegenüber Falschem Mehltau. Sie waren zwar meist im jungen Pflanzenstadium stärker befallen, mit zunehmendem Pflanzenwachstum nahm jedoch der Befall ab und blieb auf die älteren Blätter begrenzt. Feldresistente Eigenschaften zeigten die Linien 20, 24 und 74. Die 2010/2011 geprüften Eissalat-Linien waren an den meisten Standorten gleichfalls widerstandsfähiger gegenüber *B. lactucae* als die Kopfsalate. Die Linie 30 aus der Oldendorfer Saatzucht mit feldresistenten Eigenschaften war an den Standorten jeweils gering befallen. Lediglich 2010 kam es bei hohem Infektionsdruck zu mehltaubedingtem Ausfall, wobei die Linie 30 mit 26 % nur halb so hohe Ausfälle durch *B. lactucae* aufwies als die Standardsorte Ametist. Die Sorte Laibacher Eis war bei den Eissalaten die stabilste Sorte gegenüber *B. lactucae* und bietet dem Anbauer hohe Ertragssicherheit.

Anbautechnische Maßnahmen wie die Ausrichtung der Reihen in Windrichtung wirken sich günstig auf den Gesundheitszustand des Bestandes aus. Der Reihenabstand hat offenbar

weniger Einfluss auf den Befall im Bestand. Im Herbstsatz 2007 wurde bei weiten Reihenabständen (40, 50 cm) geringerer Befall als bei dem engen Reihenabstand (30 cm) ermittelt, im Frühjahrssatz 2008 ließ sich dieser Einfluss nicht nachweisen. Die Bodenabdeckung mit Vlies (Agryl P50 Mulch) zeigte keinen befallsmindernden Effekt.

Die Prüfung der Pflanzenextrakte aus Salbei (*Salvia officinalis*) und Süßholz (*Glycyrrhiza glabra*) sowie des Bakteriums *Aneurinibacillus migulanus* (Syn. *Brevibacillus brevis*) im Vergleich zu den Pflanzenextrakten Vegard (Trifolio-M) und Elot Vis® ergab, dass die besten Ergebnisse mit Wirkungsgraden von über 90% mit dem Süßholzextrakt (5%) in der Klimakammer und im Gewächshaus bei protektiver Anwendung erzielt wurden. Im Herbst 2008 und Frühjahr 2009 wurde im Feldversuch mit dem Süßholzextrakt eine signifikante Befallsreduktion und 2008 bei hohem Infektionsdruck ein signifikant höherer Anteil vermarktungsfähiger Köpfe als in der unbehandelten Kontrolle erzielt. Im Herbst 2009 und 2010 konnten die positiven Ergebnisse im Freiland an den Versuchsstandorten Kleinmachnow, Braunschweig und den Praxisstandorten Dachau und Holste nicht bestätigt werden. Zudem wurden an der Sorte 'Rolando' braune Spritzflecken beobachtet. Eine Praxisanwendung bei Salat ist nach den Ergebnissen derzeit nicht möglich. Weiterführende Untersuchungen zur Formulierung des Mittels sind erforderlich, um ein effektives Mittel mit hoher UV- und Regenbeständigkeit bereitstellen zu können.

Die versuchsbegleitenden Virulenzanalysen an den Versuchs- und Praxisstandorten spiegeln die hohe Variabilität und Vielfalt der Erregerformen von *B. lactucae* wider. Lediglich in 2007 und 2008 konnten zwei offiziell gelistete Rassen (Bl:18 und Bl:24) aufgefunden werden. Alle anderen Erregerformen von den insgesamt 162 untersuchten Isolate stimmten in ihrer Virulenzgenzusammensetzung nicht mit den bekannten Rassen Bl:1 bis Bl:28 überein. 2007 bis 2009 wurden von insgesamt 125 untersuchten *B. lactucae*-Isolaten 45 verschiedene Erregerformen, und 2010/2011 von 37 Isolaten 32 verschiedene Erregerformen nachgewiesen. Das Vorkommen an Erregerformen an den einzelnen Standorten unterschied sich, wobei die Erregerpopulationen an den Südstandorten offenbar mehr Virulenzen aufwiesen als an den Nordstandorten. Häufig zeigten sich die Isolate nicht stabil. Von dieser Situation ausgehend wurden 2010 für die Erarbeitung einer Entscheidungshilfe zur Sortenwahl von fünf Standorten (Holste, Kleinmachnow, Braunschweig, Mühlheim, Überlingen) lokal vorkommende Erregerpopulationen gesammelt. 16 ausgewählte Salatsorten wurden hinsichtlich ihrer Reaktion gegenüber diesen Erregerpopulationen in der Klimakammer und im Gewächshaus geprüft. Der im Klimakammer- und Gewächshaus test ermittelte Befall wurde mit dem auf dem Feld bei nachfolgendem Anbau der Sorten im Freiland verglichen. Die auf dem Feld befallenen Sorten zeigten sich auch bei Prüfung in der Klimakammer bzw. Gewächshaus anfällig. Mit dem Klimakammertest können Sorten mit vertikalen Resistenzen hinsichtlich ihres Anbaurisikos in der jeweiligen Region abgeschätzt werden. Nicht beurteilt werden können feldresistente Eigenschaften. Demzufolge kann die Anfälligkeit von Kopfsalatsorten, die auf vertikale Resistenzen gezüchtet sind, mit der Methode mit hoher Sicherheit eingeschätzt werden. Dagegen sind Bataviasorten, die zwar von *B. lactucae* befallen werden, jedoch aufgrund ihrer Wuchsleistung dem Falschen Mehltau regelrecht „entwachsen“, mit dieser Methode hinsichtlich ihrer Anfälligkeit nicht zu bewerten. Ein Versuchsjahr ist jedoch nicht ausreichend, um die Eignung der Methoden umfassend beurteilen zu können.

Die Problematik Falscher Mehltau an Salat wird auch in den kommenden Jahren für den ökologischen Anbau nicht gelöst sein. Mit der Auswahl geeigneter Anbauflächen wie z. B. in windoffenen Lagen sowie regional geeigneter Sorten kann die Gefahr des Anbaurisikos minimiert werden. In dem Forschungsvorhaben sind erste positive Ansätze hinsichtlich der Eignung von Sorten für den regionalen Anbau aufgezeigt worden. Die von Kultursaat e.V.

über Jahre auf Feldresistenz gezüchteten Salatlinien erwiesen sich bei mittlerem Befallsdruck widerstandsfähig gegenüber *B. lactucae*. In Jahren mit hohem Infektionsdruck ist jedoch insbesondere im Kopfsalatbereich kein ausreichender Schutz gegeben. Einen „Generalisten“ wird es bei den Sorten nicht geben. Von zunehmender Bedeutung wird die regionale Sorteneignung mit hoher Anpassungsfähigkeit an ökologische Anbaubedingungen sein.

5. Gegenüberstellung der geplanten und tatsächlich erreichten Ziele, Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Die geplanten Ziele in dem Projekt mit den drei Arbeitsschwerpunkten wurden im Wesentlichen erreicht. Der Bearbeitungsschwerpunkt zur Anbauwürdigkeit von Linien mit feldresistenten Eigenschaften von Kultursaat e.V. ermöglichte die Prüfung von acht Linien und drei Sorten mit feldresistenten Eigenschaften im Vergleich zu anfälligen und resistenten Standardsorten im Bereich Kopfsalat, Batavia- und Eissalat. In 65 Parzellenversuchen an fünf Standorten war eine umfassende Prüfung möglich, in der standortspezifische Faktoren einschließlich der Rassenproblematik berücksichtigt wurden. Hierbei konnten Linien auf ihre Eignung geprüft werden mit dem Resultat, die besten als Sorte anzumelden (siehe auch Verwertungsplan). Zusätzlich wurden in den Anbauversuchen vielfältige Beobachtungen gemacht, die zu neuen Überlegungen führten und letztendlich in neue Projektideen umgesetzt wurden. Das betrifft zwei BÖLN-Projekte (2810OE064 und 069) mit Schwerpunkt Züchtung, die 2011 am JKI in Zusammenarbeit mit Kultursaat e. V. und der Oldendorfer Saatzucht begonnen wurden. Ziel in den Projekten ist es, für den ökologischen Anbau widerstandsfähige Salate mit hohen wertgebenden Eigenschaften zu entwickeln. Zum einen soll eine hohe Anpassungsfähigkeit an ökologische Anbaubedingungen bei dezentraler Züchtung und zum anderen durch den Anbau von Liniengemischen und der Kreuzung phänotypisch und anbautechnisch weitgehend homogener Linien eine partielle genetische Durchmischung bei Salat erreicht werden.

Mit den Versuchen zu den anbautechnischen Maßnahmen wurde die Bedeutung einer guten Durchlüftung der Bestände zur Krankheitsminderung des Falschen Mehltaus erstmals im Versuch nachgewiesen. Dabei zeigte sich, dass der Reihenabstand weniger ausschlaggebend ist als vielmehr die örtliche Lage des Feldes und den dort vorherrschenden Witterungsbedingungen. Zur Bodenabdeckung mit Vlies wurde ein Vlies beispielhaft erprobt, das zwar die Wuchsleistung der Pflanzen förderte, nicht aber den Falschen Mehltau unterdrückte. In mit Falschen Mehltau gefährdeten Gebieten kann bei einer Bodenabdeckung mit Vlies das Krankheitsaufkommen möglicherweise sogar gefördert werden. Die Regulierung des Falschen Mehltaus durch anbautechnische Maßnahmen ist sehr begrenzt. Entsprechend der guten fachlichen Praxis sind Anbauflächen in windoffenen Lagen für den Salatanbau zu wählen, so dass dies in Kombination mit anderen Maßnahmen unterstützend wirkt, um die Verbreitung des Falschen Mehltaus im Bestand zu unterbinden. Auch wenn das Ergebnis zu den anbautechnischen Maßnahmen eher verhalten einzuschätzen ist, ist es doch von großem praktischen Wert, da es dem Anbauer zeigt, welche Maßnahmen nicht den gewünschten krankheitsmindernden Effekt haben, wie z.B. die Bodenabdeckung oder die weiten Reihenabstände.

Im Arbeitsschwerpunkt zu den biologischen Präparaten wurden Prüfungen an Sämlingen in der Klimakammer, an Jungpflanzen im Gewächshaus und an Salaten im Freiland durchgeführt, wobei in der Klimakammer und im Gewächshaus mit dem Süßholzextrakt vielversprechende Wirkungen erzielt wurden. Diese Wirkungen erwiesen sich erst nach zweijähriger Prüfung auf dem Feld als nicht sicher. Während im Herbst 2008 und im Frühjahr

2009 auf den Versuchsfeldern des JKI gute Wirkungen erzielt wurden, ließ sich in den darauffolgenden Jahren im Herbst 2009 und Herbst 2010 kein Effekt auf den Falschen Mehltau erkennen. Hinzu kam es zu braunen Flecken auf den Blättern infolge der Mittelanwendung. Da eine wirksame Formulierung des Süßholzpräparates nicht gegeben war, war in weiteren Freilandversuchen kein Erkenntnisgewinn mehr zu erwarten. Auch wenn die Untersuchungen zu den biologischen Präparaten im Rahmen des Projektes nicht zu einer Anwendung im ökologischen Anbau von Salat führte, so sind wichtige grundlegende Daten für die Weiterentwicklung des Präparates geschaffen worden. Die Fa. Trifolio-M, das JKI, und DLR Rheinlandpfalz arbeiten derzeit gemeinsam in einem BÖLN-Projekt (2809OE102) an der Entwicklung eines biologischen Pflanzenschutzmittels aus Süßholz mit dem Ziel einer sicheren Wirkung im Freiland. Die unsichere Wirkung des Süßholzextraktes im Freiland machte eine Änderung hinsichtlich der Arbeitsaufgaben im Projekt während der Verlängerungszeit erforderlich. Im weiteren Projektverlauf wurde daher die Entwicklung der Methode zur Sortenwahl forciert und zusätzlich Freilandversuche zur Überprüfung der Ergebnisse aus den Klimakammer- und Gewächshaustests durchgeführt. Die innerhalb einer Vegetationsperiode gewonnenen Ergebnisse sind eine gute Basis, um die Methode auszubauen und ihre Eignung in der Praxis zu erproben. Die Ergebnisse sollen auf der Pflanzenschutztagung im September 2012 vorgestellt und diskutiert werden.

Für die Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz wurden Befallsdaten aus den Versuchen für einen ersten Ansatz für eine Vorhersage des Infektionsgeschehens im Bestand an den Standorten Braunschweig und Kleinmachnow von 2007 bis 2011 gesammelt. Die Daten stehen beim Projektleiter zur Verfügung. Sofern zusätzlich berechnet wurde, wurde ein Bewässerungsprotokoll geführt.

Begleitend zu allen Freilandversuchen wurden die Erregerformen an den verschiedenen Standorten analysiert, um zusätzliche Informationen in Bezug auf standortspezifische Virulenzhäufigkeiten zu erhalten. Zu Projektbeginn wurden bei einem Befallsauftreten nicht von allen Standorten Proben eingesandt. Mit der Erarbeitung einer Anleitung zur Probenahme und einem einfachen Datenblatt zur Erfassung der Proben wurde in den Folgejahren kontinuierlich Probenmaterial von den verschiedenen Standorten an das JKI gesandt. Durch die Virulenzanalysen konnten die an den Standorten vorkommenden Erregerpopulationen charakterisiert werden. Durch die vom IBEB eingeleiteten Änderungen im Testpflanzensortiment zur Rassendifferenzierung von *B. lactucae* ist ein direkter Vergleich der Daten jedoch nur bedingt möglich.

6. Literaturverzeichnis

AREND, A.J.M. van der, 2004: *Bremia lactucae* in lettuce – resistance genes need to be nursed. *Prophyta Annual*, 42-44.

FARRARA, B.F., R.W. MICHELMORE, 1987: Identification of new sources of resistance to downy mildew in *Lactuca* spp. *Hort. Science* **22**, 647-649.

LEBEDA, A., D.A.C. PINK, 1998: Histological aspects of the response of wild *Lactuca* spp. and their hybrids, with *L. sativa* to lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). *Plant Pathology* **47**(6): 723-736.

SCHARNHÖLZ, A., 2005: BI:25 bringt die Saatzüchter auf Trab. *Monatsschrift. Magazin für den Gartenbauprofi* 2, 96.

7. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen

Gärber, U., Idczak, E. (2008): Neue Forschungsprojekte am Institut G zum Ökologischen Landbau – Falscher Mehltau an Salat. 23. Tagung der Fachreferenten für Pflanzenschutz im Gemüse- und Zierpflanzenbau/Baumschule, Braunschweig 06. bis 08.11.2007, Protokoll 2007

Gärber, U., Idczak, E., Behrendt, U. (2008): Falscher Mehltau im ökologischen Salatanbau – erste Ergebnisse zu Regulierungsstrategien, 56. Deutsche Pflanzenschutztagung Kiel, Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut, Band 417, ISBN 978-3-930037-42-1, S. 445

Schmitt, A., Gärber, U., Leinhos, G., Marx, P., Mattmüller, H., Nowak, A. (2008): Regulierung des Falschen Mehltaus - neue Forschungsprojekte im ökologischen Gemüsebau. 56. Pflanzenschutztagung in Kiel 22.- 25.9.2008, Mitt. Julius Kühn-Institut 417, S.442 -443

Schmitt, A., Nowak, A., Gärber, U., Marx P., Leinhos, G., Mattmüller, H., Konstantinidou-Doltsinis, S.; Seddon, B.(2008): Falscher Mehltau im ökologischen Gemüseanbau - neue biologische Präparate. 56. Pflanzenschutztagung in Kiel 22.- 25.9.2008, Mitt. Julius Kühn-Institut 417, S.251

Gärber, U. et al. (2009): Untersuchung von Salatsorten/-linien auf Feldresistenz gegenüber Falschem Mehltau, Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel, Band 1, Zürich, 11.-13. Februar 2009, S. 340f

Gärber, U., Idczak, E. (2009): Einfluss anbautechnischer Maßnahmen auf den Befall mit Falschem Mehltau an Salat, 45. Gartenbauwissenschaftliche Tagung. BDGL-Schriftenreihe **26**, 103 ISSN 1613-088X

Schmitt, U. Gärber, G. Leinhos, P. Marx, H. Mattmüller und A. Nowak (2009): Regulierung des Falschen Mehltaus - neue Forschungsprojekte im ökologischen Gemüsebau. 45. Gartenbauwissenschaftliche Tagung. BDGL-Schriftenreihe **26**, 107, ISSN 1613-088X

Gärber,U., Idczak, E., Behrendt, U., Marx, P. (2009): Untersuchung von Salatsorten/-linien auf Feldresistenz gegenüber Falschem Mehltau. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 11.-13. Februar 2009, ETH Zürich, Tagungsband, Verlag Dr. Köster, Berlin, Band 1, S. 340

Gärber, U., Idczak, E., Schmitt, A., Nowak, A., Schuster, C. (2010): Einsatz biologischer Präparate zur Regulierung des Falschen Mehltaus in Salat. 46. Gartenbauwissenschaftliche Tagung, „Gartenbau im internationalen Kontext“, Universität Hohenheim, 24. – 27. Februar 2010, Tagungsband S.79, ISSN1613-088X

Gärber,U., Idczak, E. (2010): Anbautechnische Maßnahmen haben Einfluss auf den Befall. Bei Salat: Anbautechnik contra Falscher Mehltau? Gemüse. 2/2010, 31-33

Schmitt, A.; Nowak, A.; Schuster, C.; Gärber, U.; Marx, P.; Rupp, J.; Leinhos, G.; Konstantinidou-Doltsinis, S. (2010):Möglichkeiten der Nutzung von Extrakten aus *Glyzyrrhiza glabra* (Süßholz) bei der Kupfervermeidung im ökologischen Gemüseanbau. 57 Deutsche Pflanzenschutztagung in Berlin, Julius-Kühn-Archiv 428,81

Schuster, C.; Martins Carvalho, S.; Leinhos, G.; Gärber, U.; Marx, P.; Seddon, B.; Schmitt, A. (2010): Wirkungen von *Aneurinibacillus migulanus* gegen phytopathogene Oomyceten. 57 Deutsche Pflanzenschutztagung in Berlin, Julius-Kühn-Archiv 428, 447

Gärber, U.; Idczak, E.; Behrendt, U.; Schmitt, A.; Nowak, A.; Konstantinidou-Doltsinis, S. (2010): Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat – Erprobung feldresistenter Sorten ausdynamisch biologischer Zucht in Kombination mit pflanzenstärkenden Präparaten 57 Deutsche Pflanzenschutztagung in Berlin, Julius-Kühn-Archiv 428, 450

Gärber, U.; Idczak, E.; Behrendt, U. (2011): Falscher Mehltau an Salat – Regulierungsmöglichkeiten im ökologischen Salatanbau. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, <http://orgprints.org/view/projects/int-conf.2011-wita.html>.

Gärber, U.; Idczak, E., Behrendt, U. (2011): *Bremia lactucae* an Salat- Erarbeitung einer Entscheidungshilfe zur Sortenwahl. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, <http://orgprints.org/view/projects/int-conf.2011-wita.html>.

Diplomarbeit Stefanie Hackel (2010): Untersuchungen zur Wirkung von *Aneurinibacillus migulanus* und einem Süßholzextrakt gegenüber *Bremia lactucae* an Salat

Vorträge vor Anbauern und Saatgutzüchtern:

Gärber, U., Idczak, E. (2008): Vorstellung erster Ergebnisse zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat (anbautechnische Maßnahmen und biologische Präparate),Initiativkreis für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau, Wintertreffen 7. - 9. Nov. 2008 in Amelinghausen

Behrendt, U. (2008) Vorstellung erster Ergebnisse zur Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat (Feldresistenz), Initiativkreis für Gemüsesaatgut aus biologisch-dynamischem Anbau, Wintertreffen 7. - 9. Nov. 2008 in Amelinghausen

Gärber, U., Idczak, E., Behrendt, U. (2009): Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat – Neue Lösungsansätze durch Erprobung feldresistenter Sorten aus dynamisch biologischer Zucht in Kombination mit verschiedenen anbautechnischen und pflanzenstärkenden Maßnahmen. Öko-Gemüsebautag, Bamberg 16.Juli 2009

Gärber, U., Idczak, E., Behrendt, U. (2010): *Bremia* an Salat – Neue Methode zur Sortenwahl. Sortentag der Bingenheimer Saatgut AG 2010 in Röllingsen 11.8.2010

Anlage zum Schlussbericht

Forschungsprojekt 06OE049

Regulierung des Falschen Mehltaus an Salat – Neue Lösungsansätze durch Erprobung feldresistenter Sorten aus biologisch-dynamischer Zucht in Kombination mit verschiedenen anbautechnischen und pflanzenstärkenden Maßnahmen

Tabellen und Abbildungen

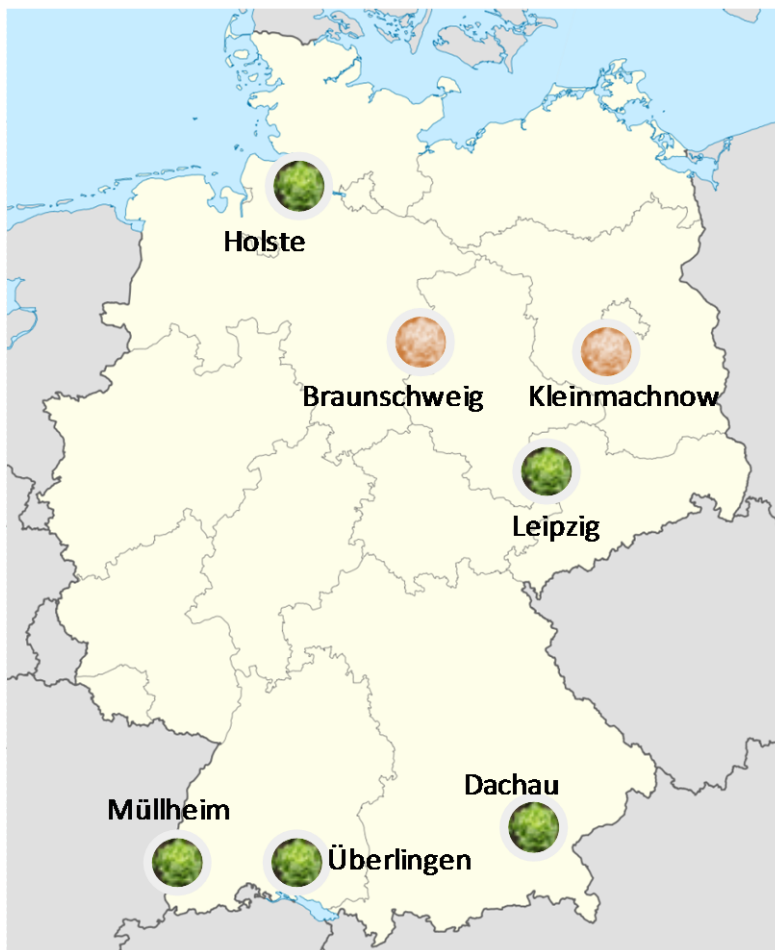


Abb. 1: Versuchsfelder des JKI und an den Sortenprüfungen beteiligte Praxisstandorte in Deutschland

Tab.1: Boniturschema zur Einschätzung des Befalls von Salat mit *B. lactucae* (Bonitur der prozentual befallenen Blattfläche bezogen auf die Gesamtpflanze)

Boniturnote	Befall
1	kein Befall
2	> 0 bis ≤ 5 %
3	> 5 bis ≤ 10 %
4	> 10 bis ≤ 20 %
5	> 20 bis ≤ 30 %
6	> 30 bis ≤ 40 % *
7	> 40 bis ≤ 50 %
8	> 50 bis ≤ 75 %
9	> 75 bis ≤ 100 %

* Salatköpfe ab Boniturstufe 6 (d.h. über 30 % Befall) nicht mehr vermarktungsfähig

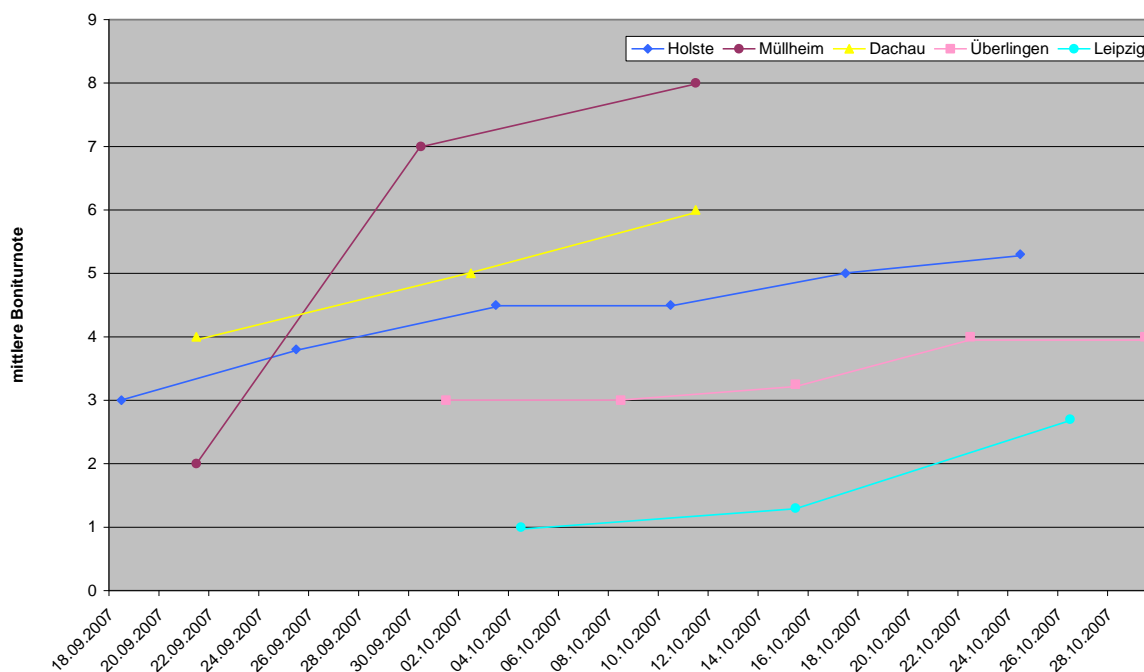


Abb. 2: Befallsverlauf an den fünf Standorten im Herbstanbau 2007 von Salat ('Neckarriesen')

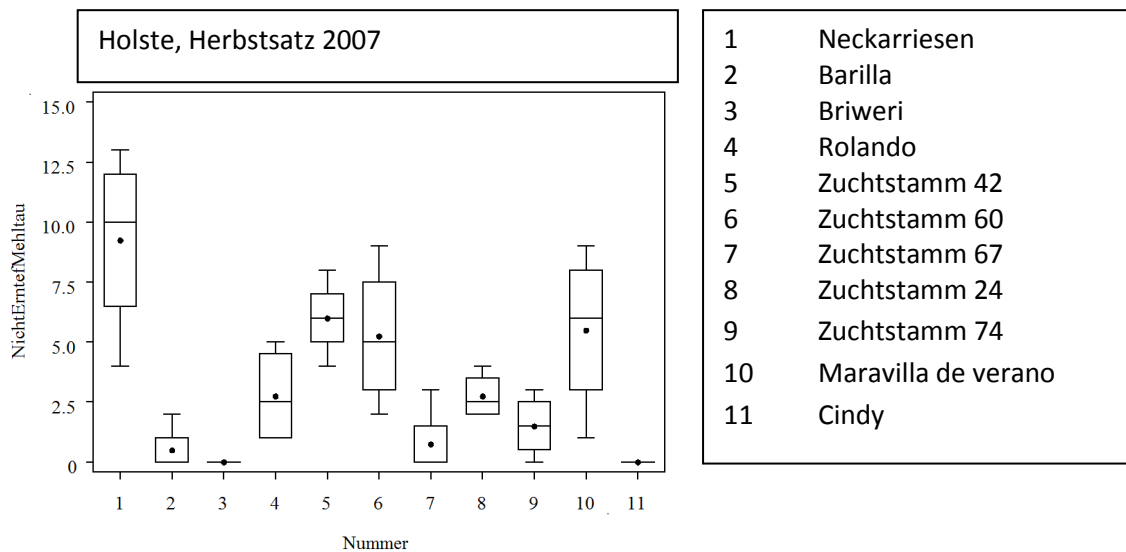


Abb. 3: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Holste, Herbstsatz 2007 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

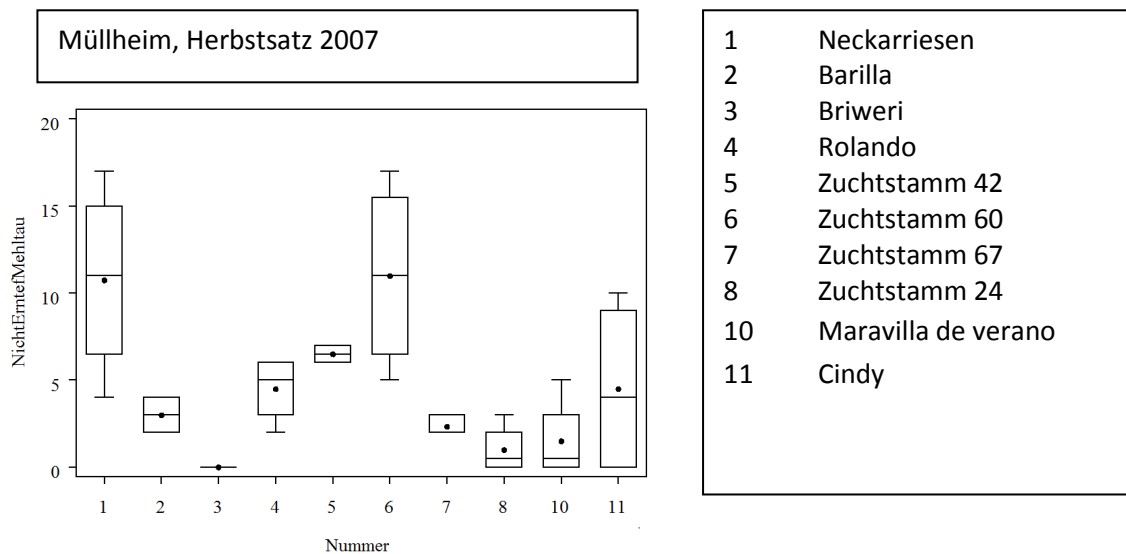


Abb. 4: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Müllheim, Herbstsatz 2007 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen, Linie 9 nicht dargestellt, da Pflanzen zu klein blieben)

	Holste				Leipzig		Müllheim				Dachau				Überlingen			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
Satz 1 (Frühjahr)			K						K				K				K	
Satz 2 (Sommer)											H							
Satz 3 (Herbst)																		

Legende:	
	Kein Befall
	geringer Befall unter 10%
	mittlerer Befall zwischen 10 und 30%
	starker Befall über 30%
H	Hagelschlag
K	kein Versuch

Abb. 5: Befallssituation 2008 bis 2011 an den Prüfstandorten in drei Anbausätzen

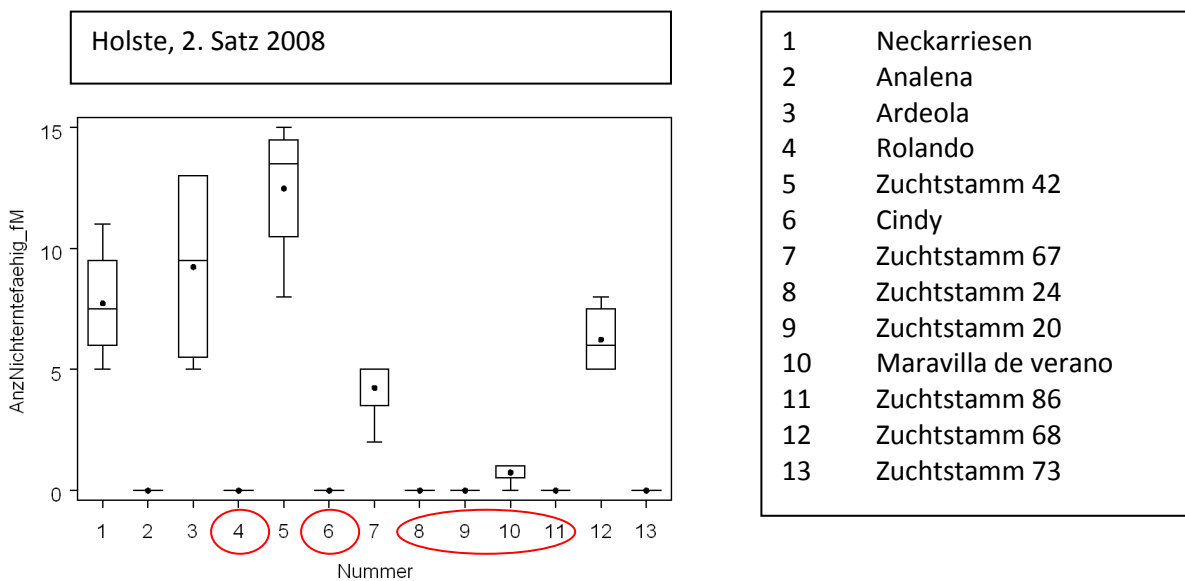


Abb. 6: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Holste, 2. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

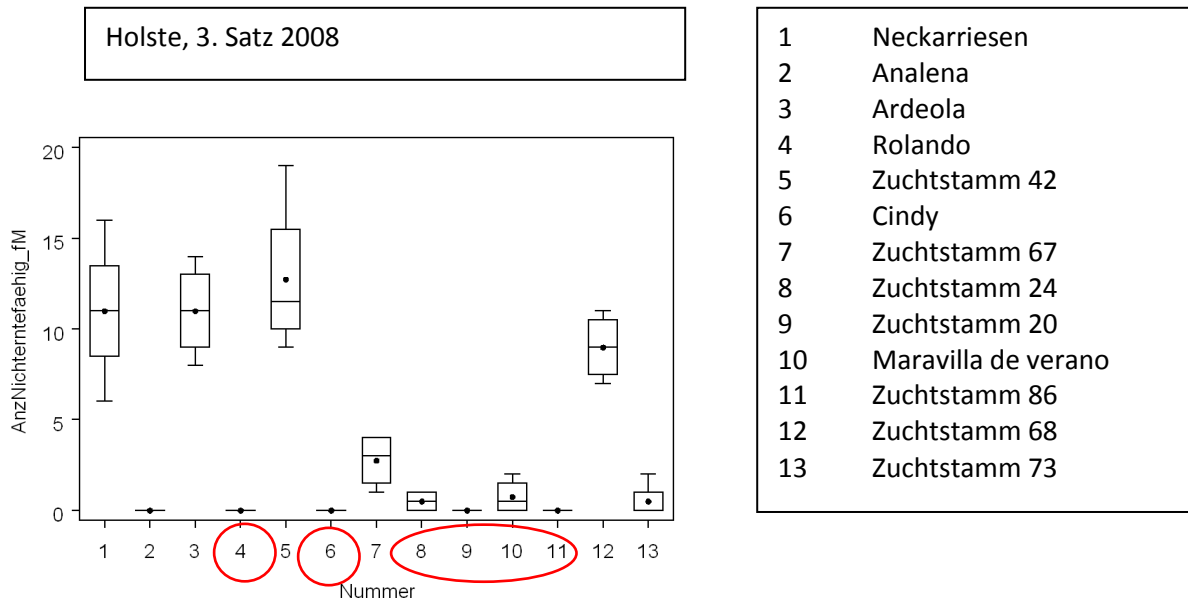


Abb. 7 : Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Holste, 3. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

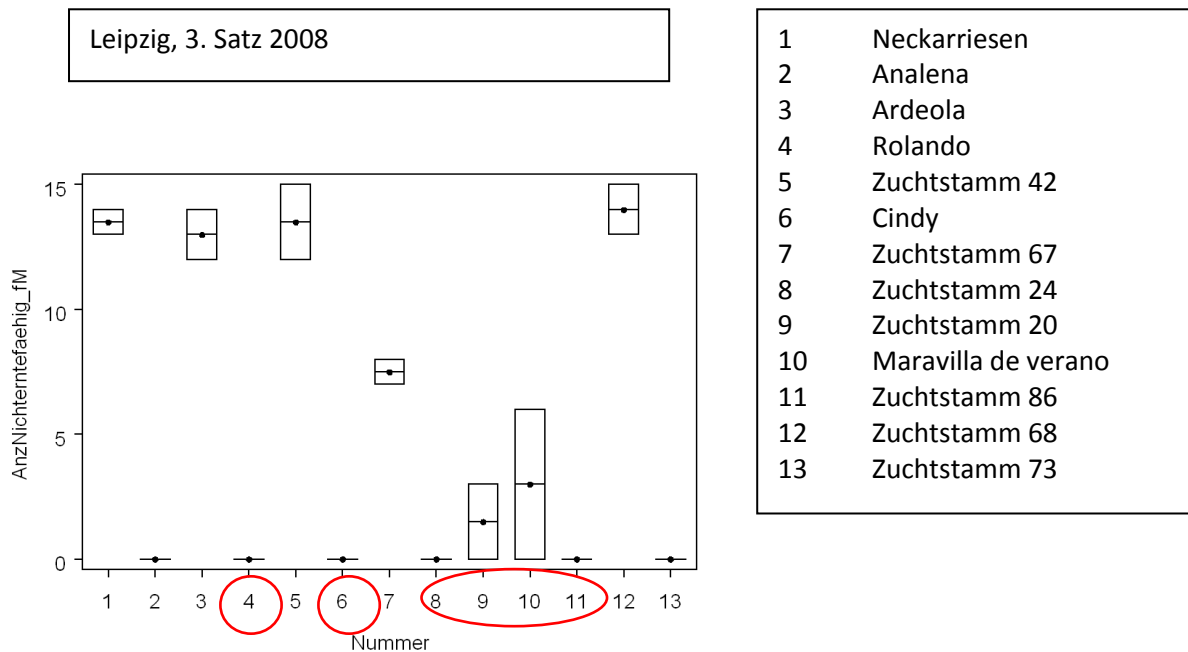


Abb. 8 : Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Leipzig, 3. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

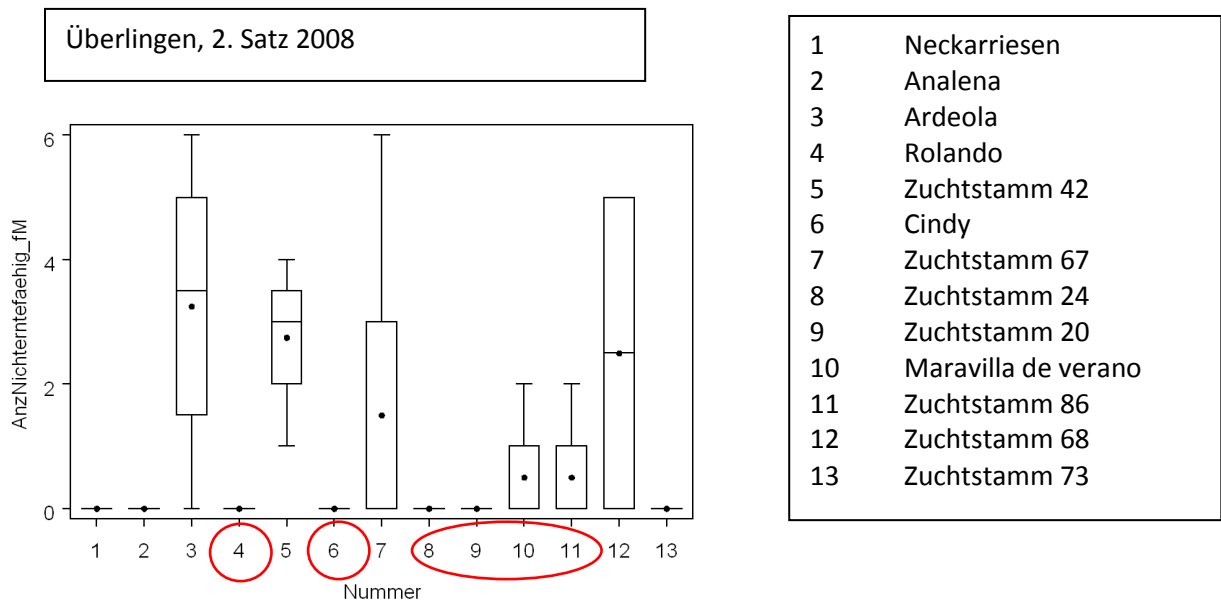


Abb.9: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Überlingen, 2. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

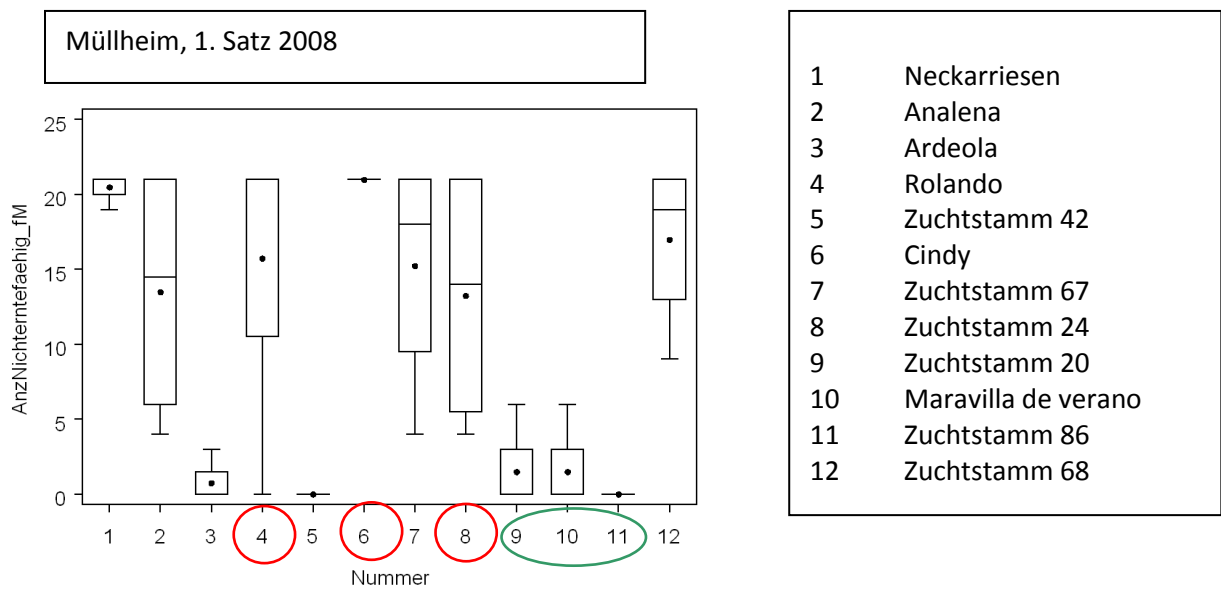


Abb. 10: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Müllheim, 1. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

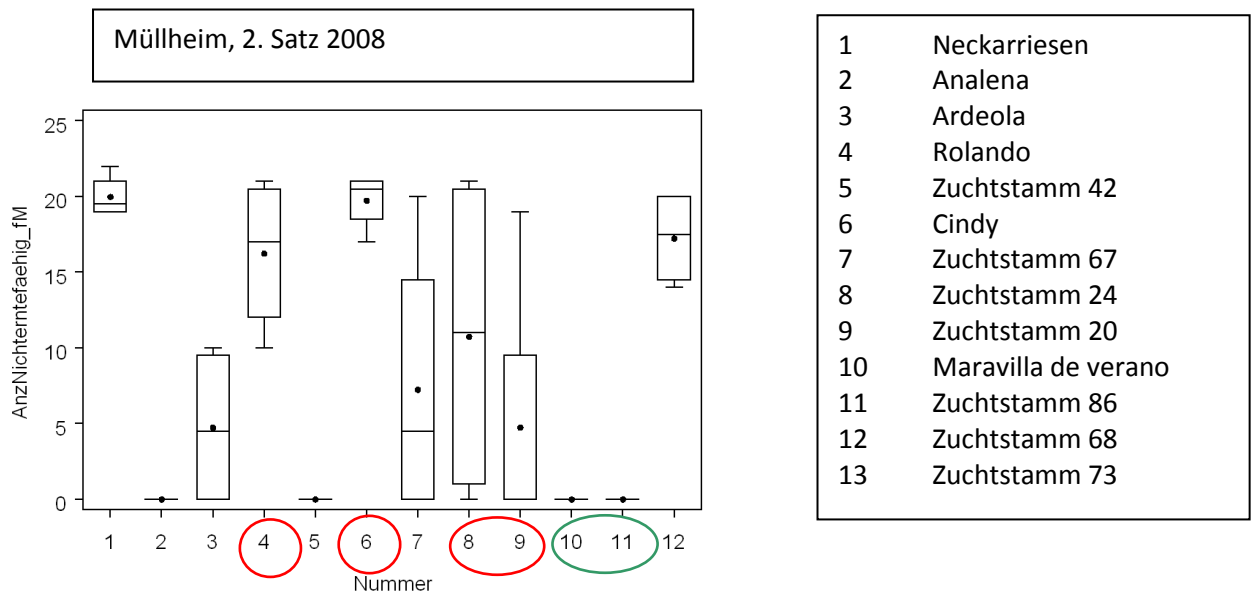


Abb. 11: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Müllheim, 2. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

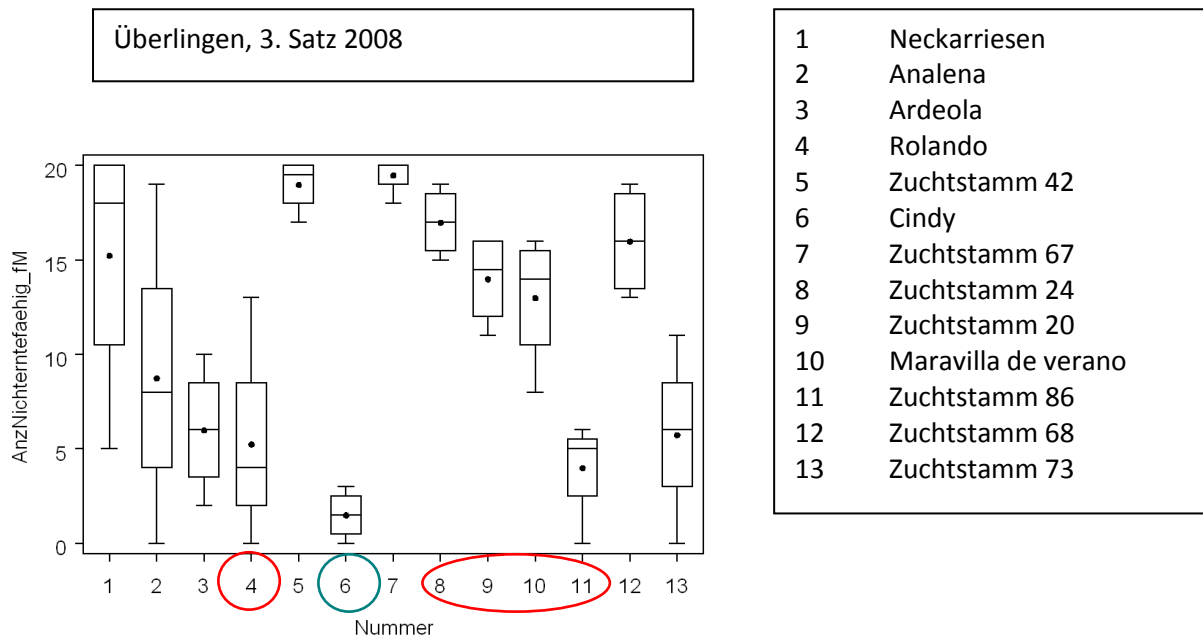


Abb. 12: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Überlingen, 3. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

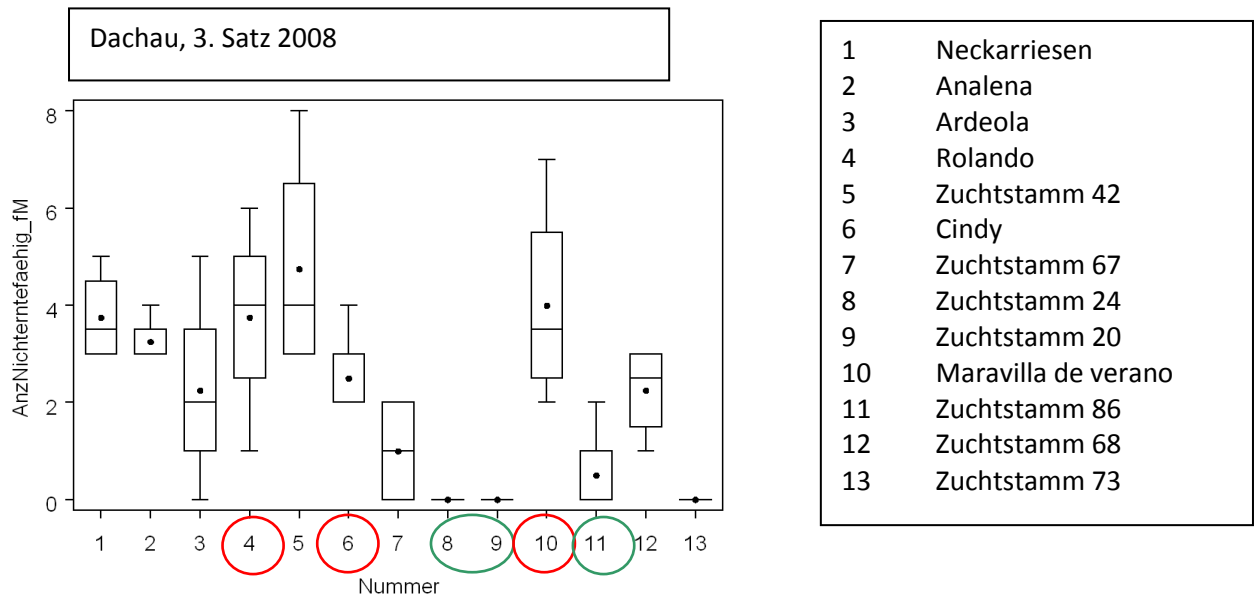


Abb. 13: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Dachau, 3. Satz 2008 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

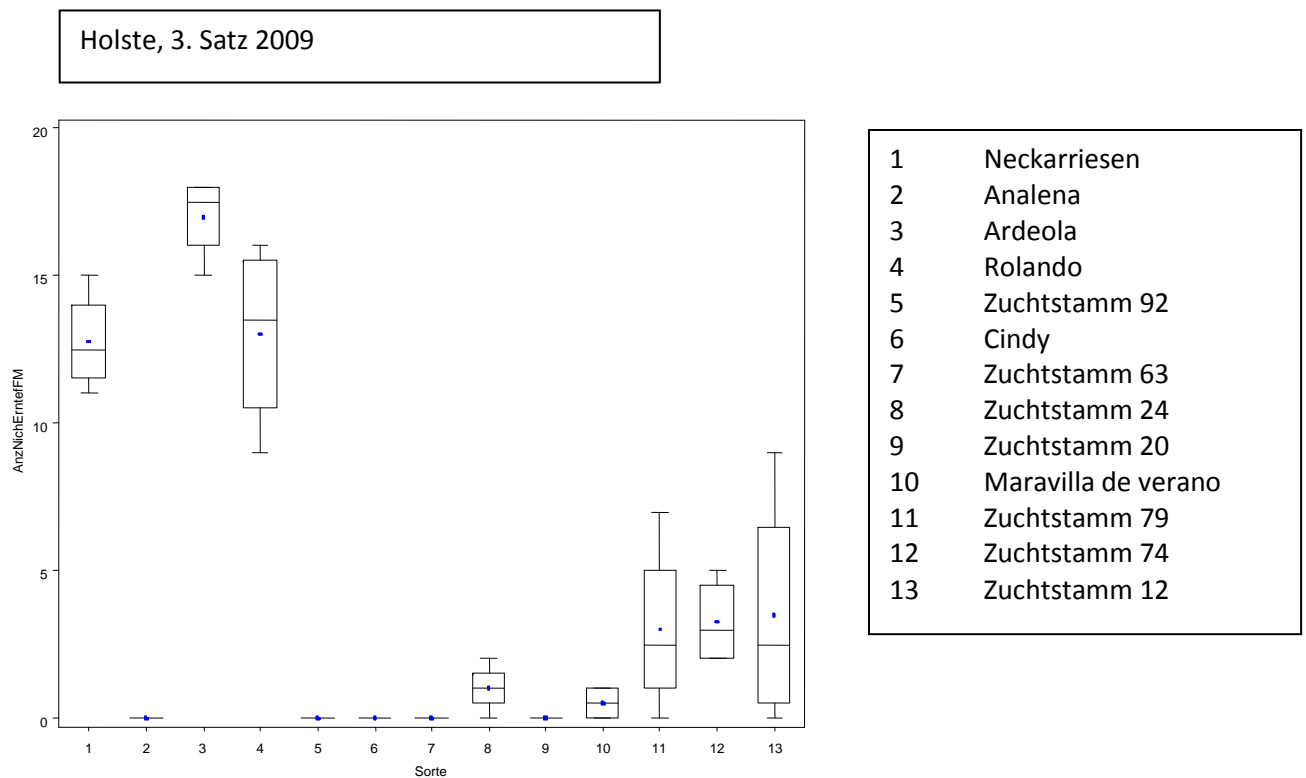
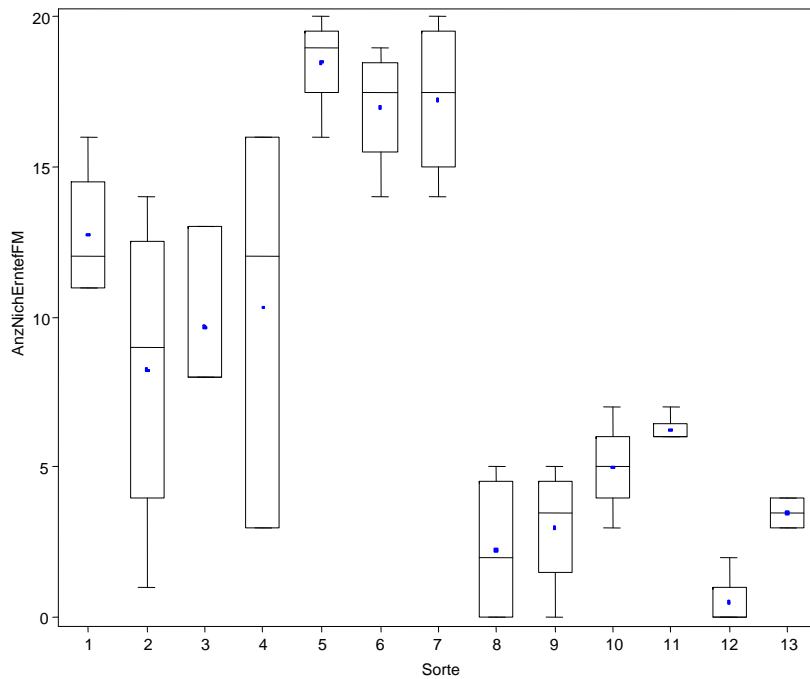


Abb. 14: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Holste, 3. Satz 2009 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

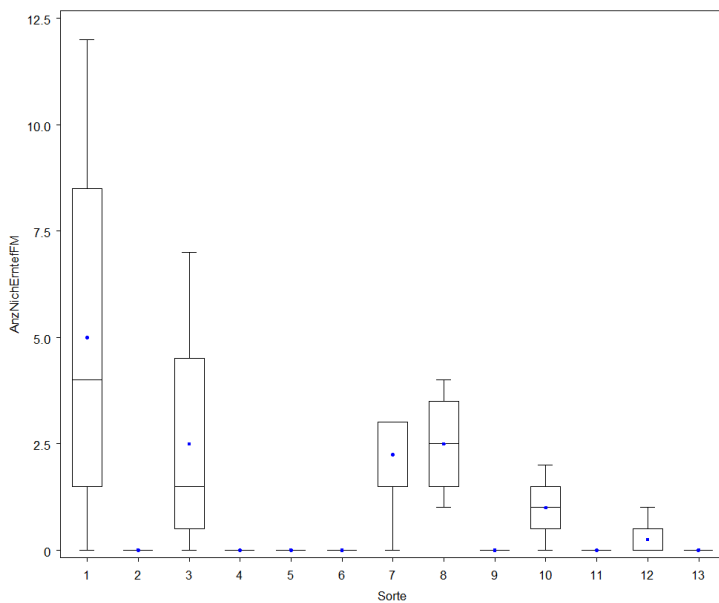
Überlingen, 3. Satz 2009



- 1 Neckarriesen
- 2 Analena
- 3 Ardeola
- 4 Rolando
- 5 Zuchtstamm 92
- 6 Cindy
- 7 Zuchtstamm 63
- 8 Zuchtstamm 24
- 9 Zuchtstamm 20
- 10 Maravilla de verano
- 11 Zuchtstamm 79
- 12 Zuchtstamm 74
- 13 Zuchtstamm 12

Abb. 15 : Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Überlingen, 3. Satz 2009 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

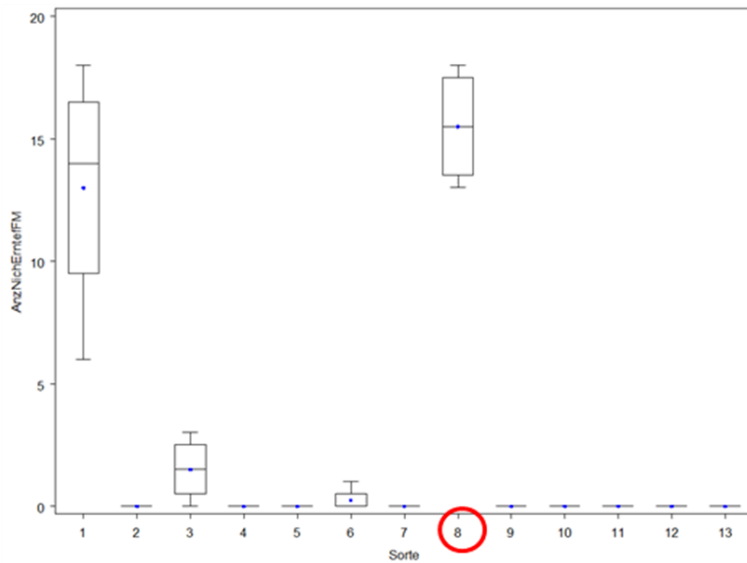
Dachau, 3. Satz 2009



- 1 Neckarriesen
- 2 Analena
- 3 Ardeola
- 4 Rolando
- 5 Zuchtstamm 92
- 6 Cindy
- 7 Zuchtstamm 63
- 8 Zuchtstamm 24
- 9 Zuchtstamm 20
- 10 Maravilla de verano
- 11 Zuchtstamm 79
- 12 Zuchtstamm 74
- 13 Zuchtstamm 12

Abb. 16: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Dachau, 3. Satz 2009 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

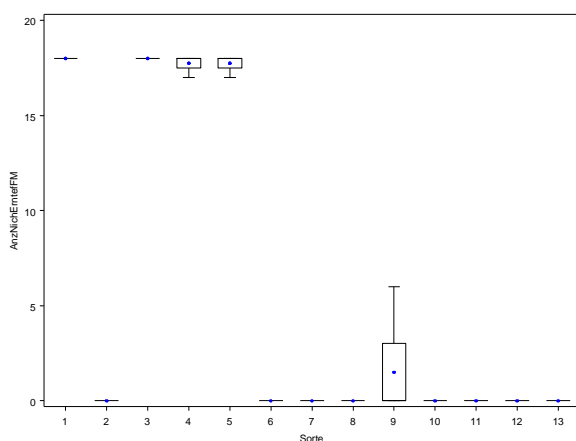
Dachau, 2. Satz 2010



- | | |
|----|---------------|
| 1 | Neckarriesen |
| 2 | Analena |
| 3 | Linie 59 |
| 4 | Rolando |
| 5 | Zuchtstamm 92 |
| 6 | Zuchtstamm 74 |
| 7 | Zuchtstamm 22 |
| 8 | Zuchtstamm 24 |
| 9 | Zuchtstamm 20 |
| 10 | Zuchtstamm 10 |
| 11 | Ametist |
| 12 | Zuchtstamm 30 |
| 13 | Laibacher Eis |

Abb. 17: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Dachau, 2. Satz 2010 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

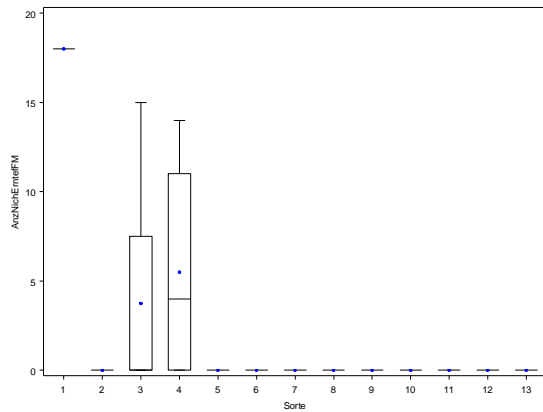
Müllheim, 1. Satz 2010



- | | |
|----|---------------|
| 1 | Neckarriesen |
| 2 | Analena |
| 3 | Linie 59 |
| 4 | Rolando |
| 5 | Zuchtstamm 92 |
| 6 | Zuchtstamm 74 |
| 7 | Zuchtstamm 22 |
| 8 | Zuchtstamm 24 |
| 9 | Zuchtstamm 20 |
| 10 | Zuchtstamm 10 |
| 11 | Ametist |
| 12 | Zuchtstamm 30 |
| 13 | Laibacher Eis |

Abb. 18: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Müllheim, 1. Satz 2010 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

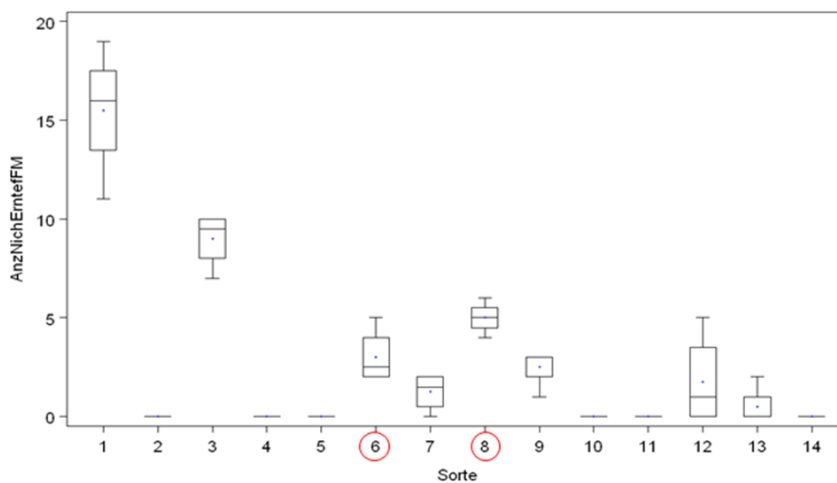
Müllheim, 2. Satz 2010 (Herbst)



- 1 Neckarriesen
- 2 Analena
- 3 Linie 59
- 4 Rolando
- 5 Zuchtstamm 92
- 6 Zuchtstamm 74
- 7 Zuchtstamm 22
- 8 Zuchtstamm 24
- 9 Zuchtstamm 20
- 10 Zuchtstamm 10
- 11 Ametist
- 12 Zuchtstamm 30
- 13 Laibacher Eis

Abb. 19: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Müllheim, 2. Satz (Herbstsatz) 2010 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

Holste, 2. Satz 2011



- 1 Neckarriesen
- 2 Analena
- 3 Linie 59
- 4 Rolando
- 5 Zuchtstamm 92
- 6 Zuchtstamm 74
- 7 Zuchtstamm 22
- 8 Zuchtstamm 24
- 9 Zuchtstamm 20
- 10 Elanda
- 11 Ametist
- 12 Zuchtstamm 30
- 13 Laibacher Eis
- 14 Cindy

Abb. 20: Boxplot zum Sortenvergleich anhand der Anzahl nicht erntefähiger Salatköpfe durch Falschen Mehltau am Standort Holste, 2. Satz 2011 (4 Wiederholungen à 20 Pflanzen)

Tab. 2: Übersicht über die 2007 bis 2011 geprüften Sorten/Linien hinsichtlich *Bremia*-bedingter Krankheitsausfälle. Anbau in drei Sätzen an den Standorten Holste, Müllheim, Dachau, Überlingen, Leipzig

	Sorte		Neckarriesen	Barilla	Analena	Ardeola	Rolando	92	42	Cindy	59	24	20	22	Maravilla de verano	74	Ametist	30	Laibacher Eis
Holste	Satz 1 2007	Herbst			x	x		x			x		x	x			x	x	x
	Satz 1 2008	Frühjahr		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 2 2008	Sommer		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 3 2008	Herbst		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 1 2009	Frühjahr		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 2 2009	Sommer		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 3 2009	Herbst		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 1 2010	Frühsommer		x			x			x	x				x				
	Satz 2 2010	Herbst		x			x			x	x				x				
	Satz 1 2011	Frühjahr		x			x			x	x				x				
Satz 2 2011	Sommer		x			x			x	x				x					
Satz 3 2011	Herbst		x			x			x	x				x					
Müllheim	Satz 1 2007	Herbst			x	x		x			x		x	x			x	x	x
	Satz 1 2008	Frühjahr		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 2 2008	Sommer		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 3 2008	Herbst		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 1 2009	Frühjahr		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 2 2009	Sommer		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 3 2009	Herbst		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 1 2010	Frühsommer		x			x		x	x					x				
	Satz 2 2010	Herbst		x			x			x	x				x				
	Satz 1 2011	Frühjahr		x			x			x	x				x				
Satz 2 2011	Sommer		x			x			x	x				x					
Satz 3 2011	Herbst		x			x			x	x				x					
Dachau	Satz 1 2007	Herbst			x	x		x			x		x	x			x	x	x
	Satz 1 2008	Frühjahr		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 2 2008	Sommer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Satz 3 2008	Herbst		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 1 2009	Frühjahr		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 2 2009	Sommer		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 3 2009	Herbst		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 1 2010	Frühsommer		x			x		x	x					x				
	Satz 2 2010	Herbst		x			x			x	x				x				
	Satz 1 2011	Frühjahr		x			x			x	x				x				
Satz 2 2011	Sommer		x			x			x	x				x					
Satz 3 2011	Herbst		x			x			x	x				x					
Überlingen	Satz 1 2007	Herbst	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Satz 1 2008	Frühjahr		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 2 2008	Sommer		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 3 2008	Herbst		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 1 2009	Frühjahr		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 2 2009	Sommer		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 3 2009	Herbst		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 1 2010	Frühsommer		x			x		x	x					x				
	Satz 2 2010	Herbst		x			x			x	x				x				
	Satz 1 2011	Frühjahr		x			x			x	x				x				
Satz 2 2011	Sommer		x			x			x	x				x					
Satz 3 2011	Herbst		x			x			x	x				x					
Leipzig	Satz 1 2007	Herbst			x	x		x			x		x	x			x	x	x
	Satz 1 2008	Frühjahr		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 2 2008	Sommer		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 3 2008	Herbst		x				x			x			x		x	x	x	x
	Satz 1 2009	Frühjahr		x					x		x			x			x	x	x
	Satz 2 2009	Sommer		x					x		x			x			x	x	x
Satz 3 2009	Herbst		x					x		x			x			x	x	x	

	>15 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>
	0 -15 % Ausfall durch <i>B. lactucae</i>
	keine Ausfälle durch <i>B. lactucae</i>
x	nicht angebaut

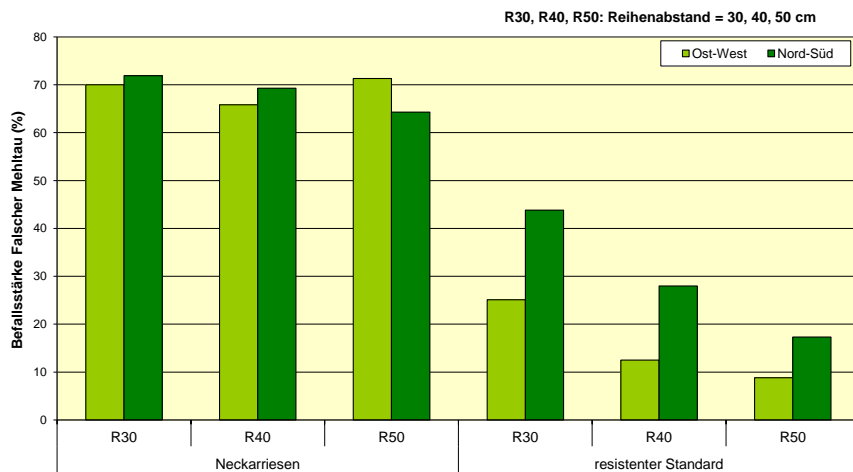


Abb. 21: Einfluss der Reihenordnung auf den Befall mit Falschem Mehltau, Versuch Herbst 2007 am Standort Kleinmachnow

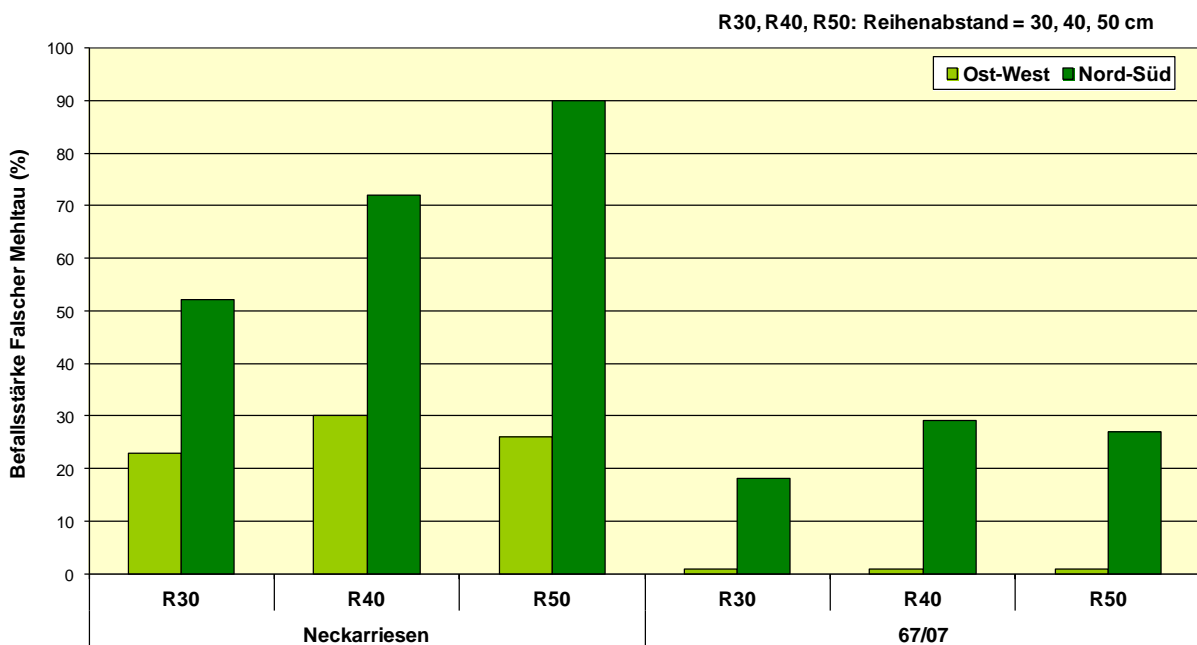


Abb. 22: Einfluss der Reihenordnung auf den Befall mit Falschem Mehltau, Versuch Frühjahr 2008 am Standort Kleinmachnow

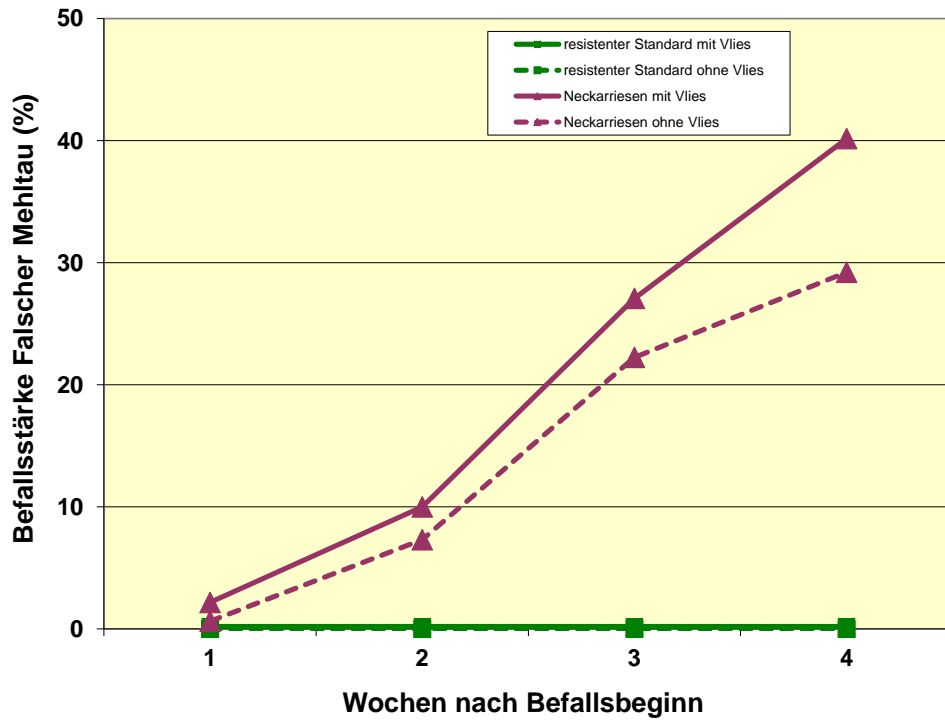


Abb.23: Einfluss der Bodenabdeckung mit Vlies auf den Befall mit Falschem Mehltau, Versuch Herbst 2007 am Standort Braunschweig

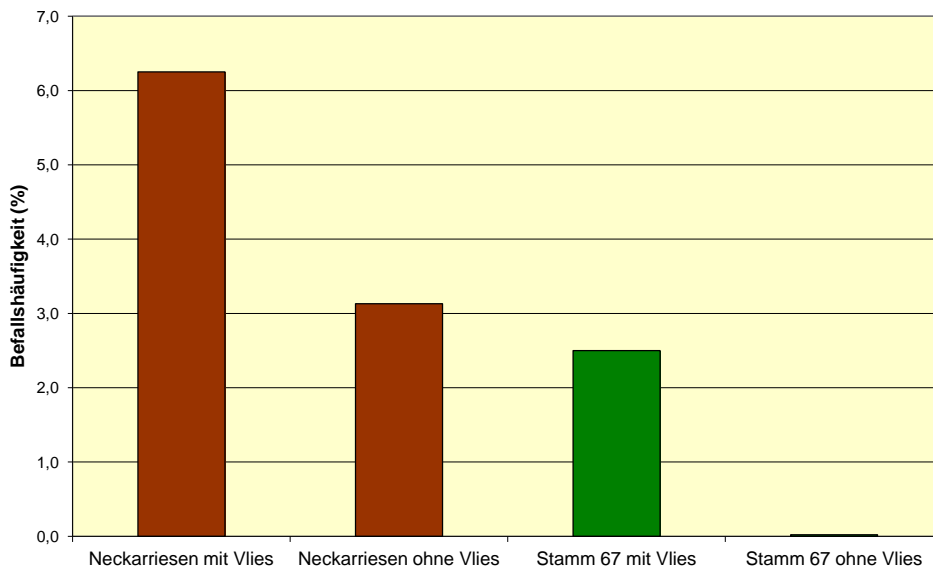


Abb. 24: Einfluss der Bodenabdeckung mit Vlies auf den Befall mit Falschem Mehltau, Versuch Frühjahr 2008 am Standort Braunschweig

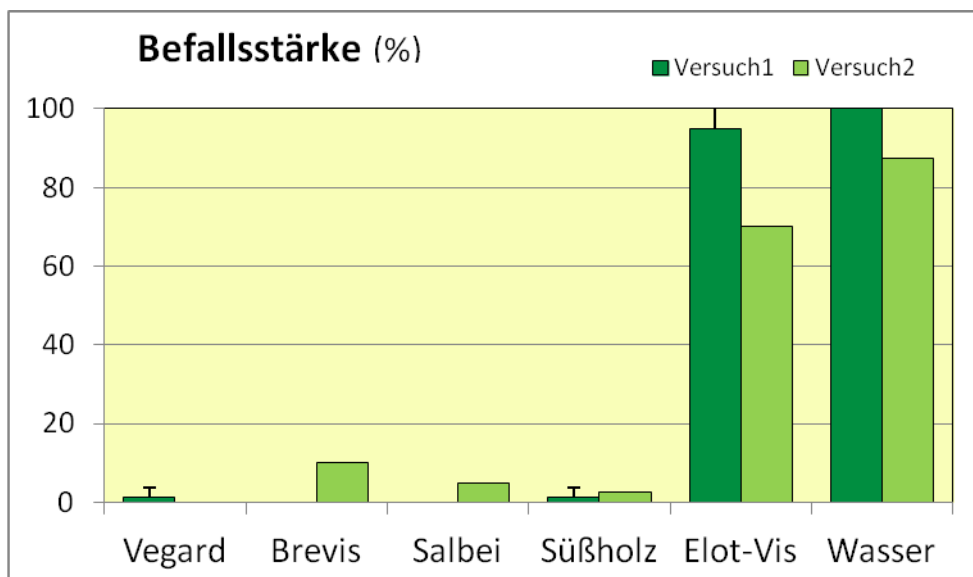
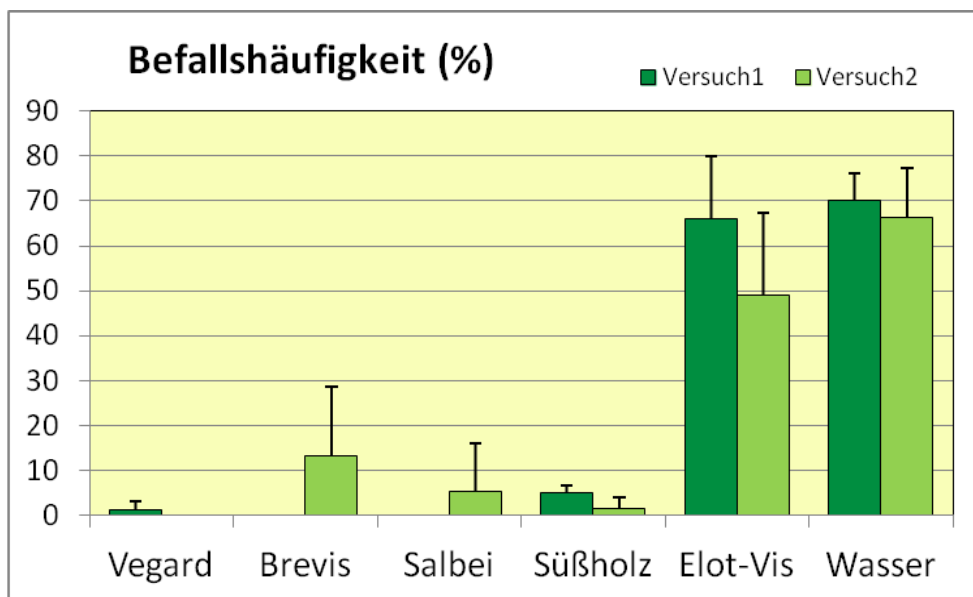


Abb. 25: Prozentuale Befallshäufigkeit und Befallsstärke mit Falschem Mehltau an 'Neckarriesen' bei Behandlung mit „neuen“ biologischen Präparaten im Vergleich zu Elot Vis® und zur wasserbehandelten Kontrolle im Klimakammertest



Abb. 26: Schäden an den Keimblättern bei Behandlung mit dem Salbeiextrakt. Braune Flecke und Fäulnis (oben) Wuchsdepressionen (unten) an der Sorte 'Neckarriesen'

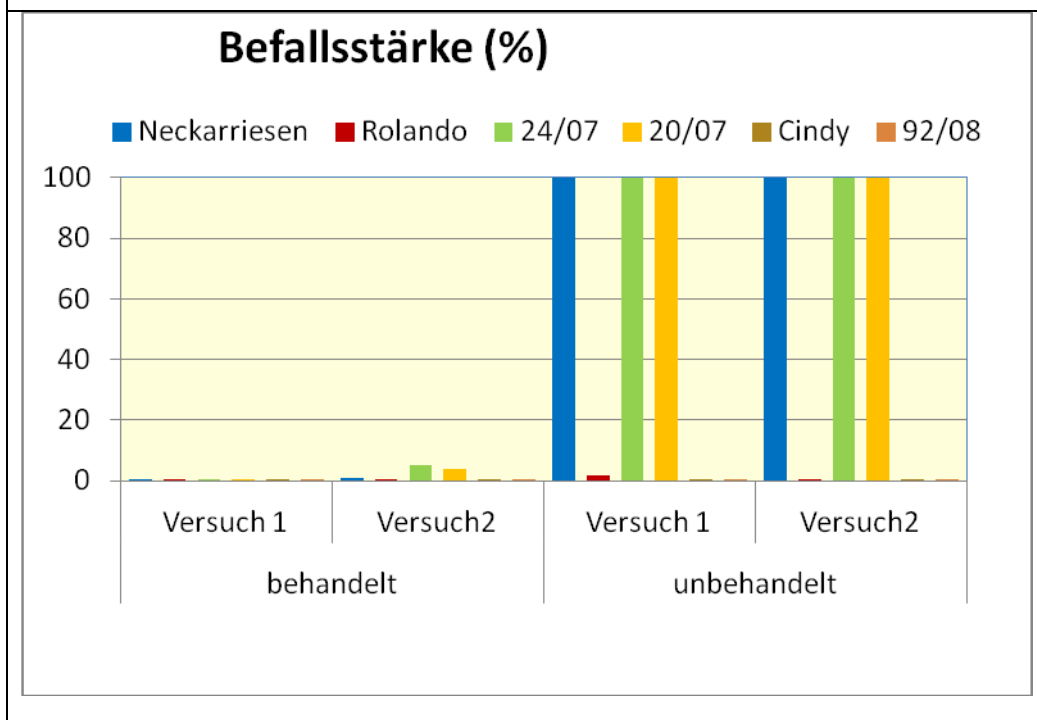
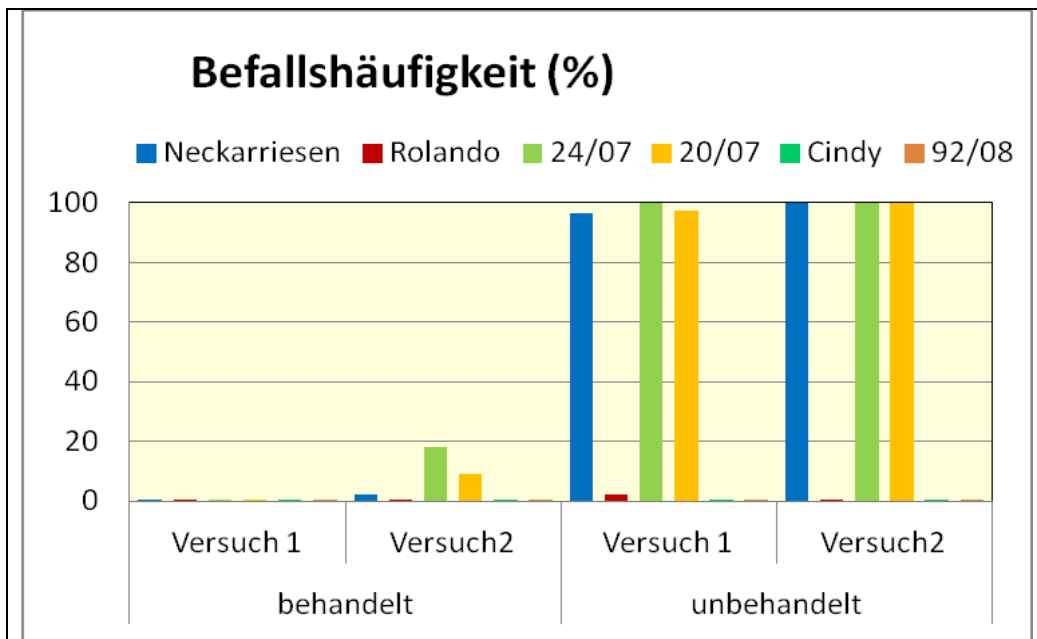


Abb. 27: Prozentuale Befallshäufigkeit und Befallsstärke mit Falschem Mehltau an sechs Salatsorten/Linien bei Behandlung mit Süßholzextrakt und zur wasserbehandelten Kontrolle im Klimakammertest, Inokulation mit Bl:18

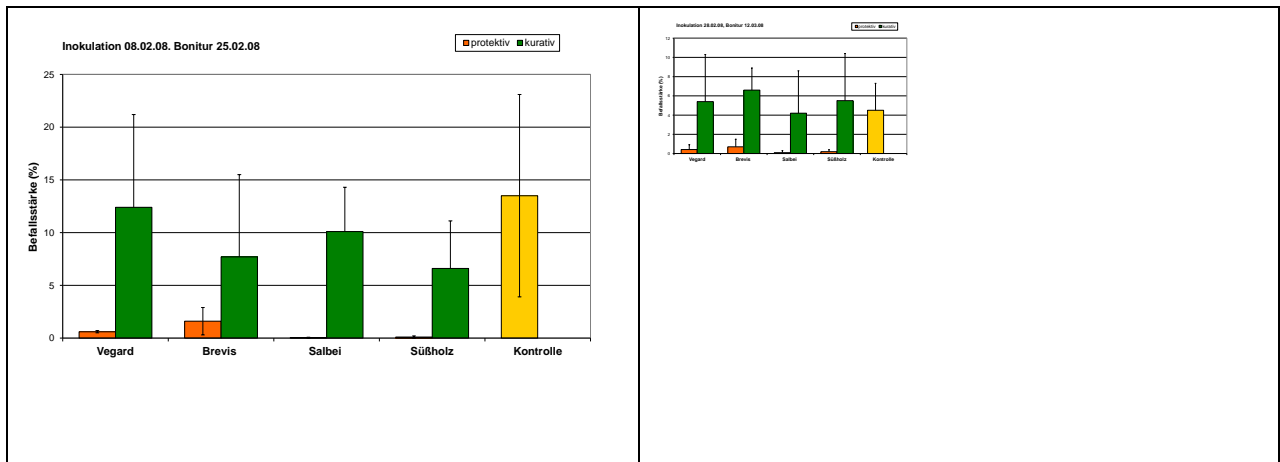


Abb. 28: Einfluss biologischer Präparate auf den Befall von Salat ('Neckarriesen') mit *B. lactucae* im Gewächshausversuch bei protektiver und kurativer Anwendung (2 Versuche mit 4 Wiederholungen à a 20 bis 30 Pflanzen pro Variante)



Abb. 29: Braune Flecke an der Sorte Rolando nach Behandlung mit dem Süßholzextrakt

Anteil nicht vermarktungsfähiger Köpfe (%)

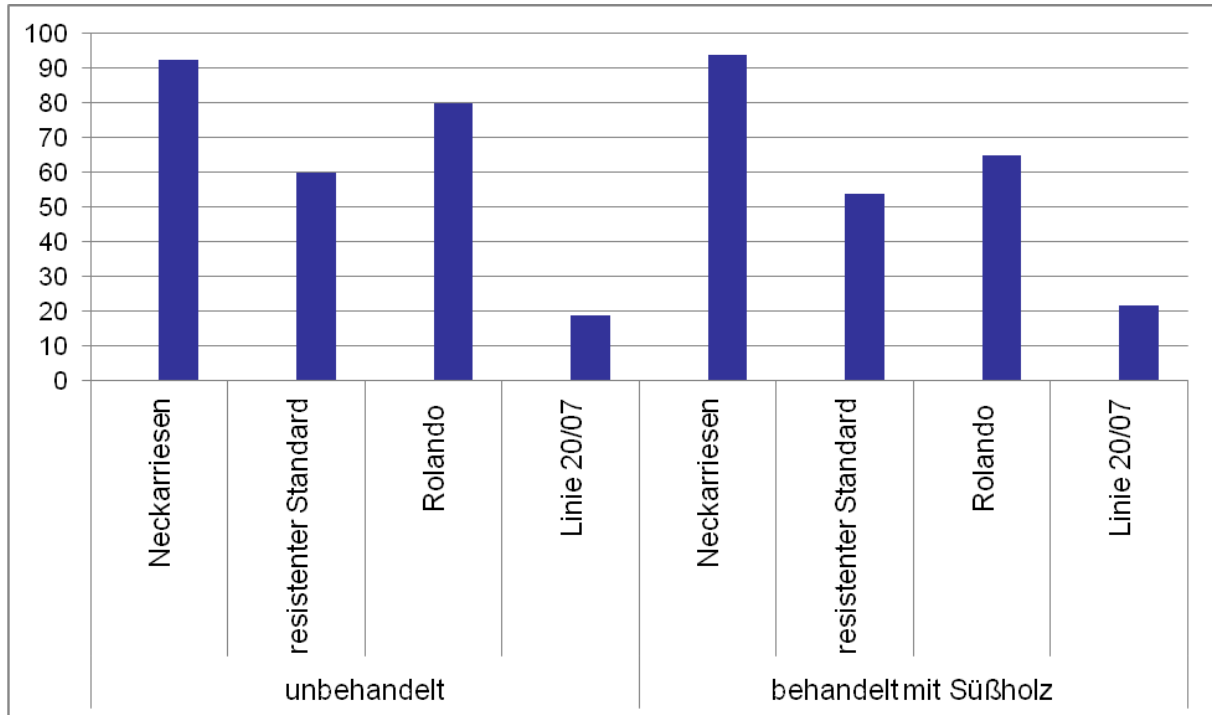


Abb. 30: Anteil nicht vermarktungsfähiger Köpfe in % nach wöchentlicher Behandlung mit dem Süßholzextrakt im Feld (5%, 600l/ha); χ^2 -Test bei $\alpha = 5\%$, keine signifikanten Unterschiede in der Behandlung, signifikante Unterschiede zwischen den Sorten Neckarriesen und der Linie 20/07

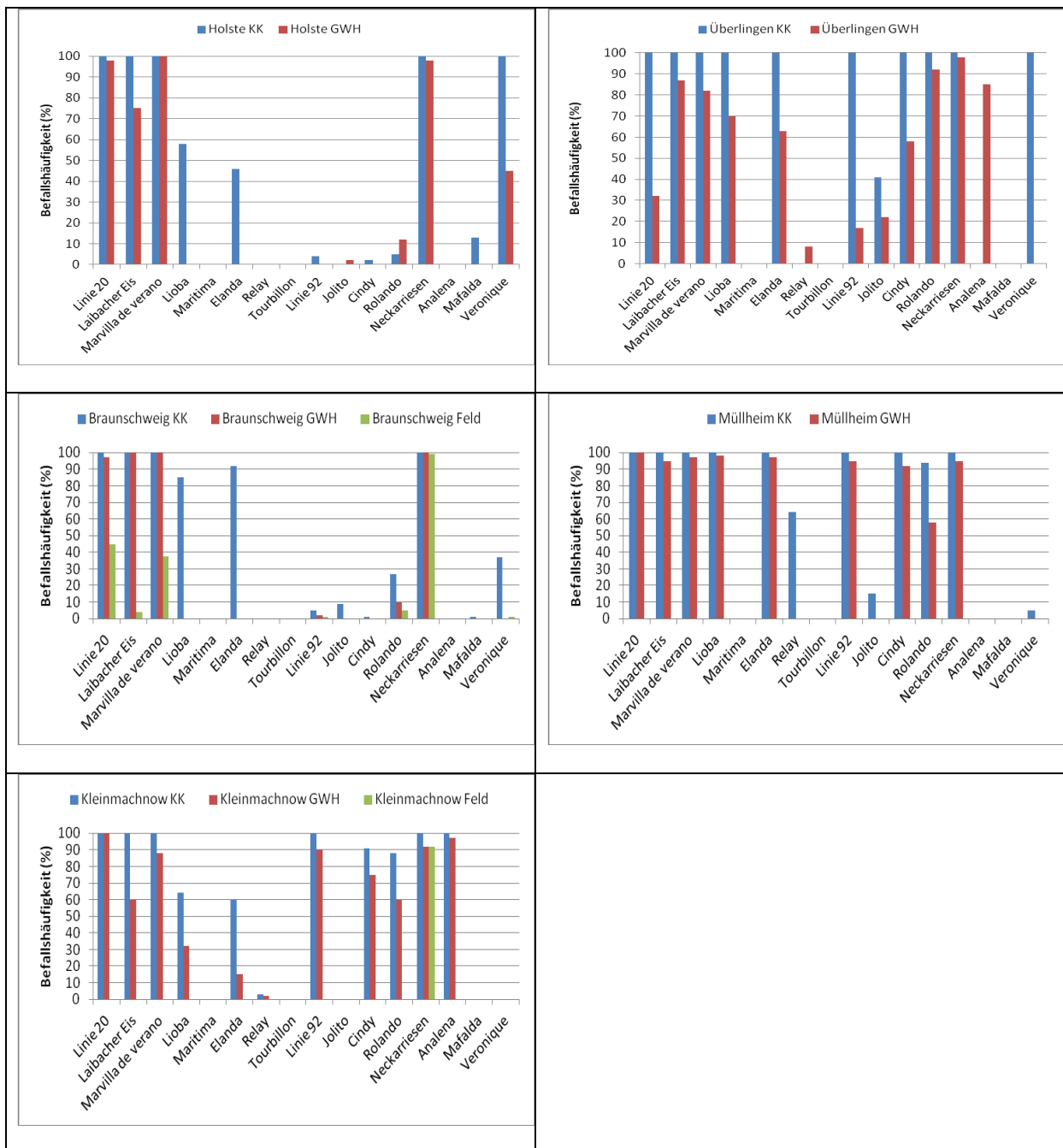


Abb. 31: Befallshäufigkeiten an den Sorten, inokuliert mit den lokalen Erregerpopulationen (Holste, Braunschweig, Kleinmachnow, Überlingen, Müllheim); Vergleich der Ergebnisse aus Klimakammer- und Gewächshaustest und den Bonituren auf dem Feld (Braunschweig und Kleinmachnow)

Tab. 3: Sporulationsbeginn (dpi-Tage nach Inokulation) und Intensität der Sporulation (++ starke Sporulation, + Sporulation vorhanden, - keine Sporulation) bei Inokulation verschiedener Salatsorten mit den lokalen Erregerpopulationen (Holste, Braunschweig, Kleinmachnow, Müllheim, Überlingen)

Isolateherkunft	Prüfmerkmal	Zuchtlinie 20	Laibacher Eis	Marvilla de verano	Lioba	Maritima	Elanda	Relay	Tourbillon	Zuchtlinie 92	Jolito	Cindy	Rolando	Neckarriesen	Analena	Mafalda	Veronique
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Holste	Sporulationsbeginn(dpi)	5	5	5	10	-	10	-	-	14	-	14	7	5	-	14	7
	Intensität der Sporulation	++	++	++	+	-	+	-	-	+	-	(-)	(+)	++	-	+	++
Braunschweig	Sporulationsbeginn(dpi)	4	5	4	10	-	10	-	-	7	7	10	5	4	-	14	10
	Intensität der Sporulation	++	++	+	+	-	+	-	-	+	+	+	++	++	-	+	+
Kleinmachnow	Sporulationsbeginn(dpi)	7	6	5	6	-	7	10	-	7	-	6	6	5	5	-	-
	Intensität der Sporulation	++	++	++	+	-	+	+	-	++	-	++	++	++	++	-	-
Müllheim	Sporulationsbeginn(dpi)	4	5	4	5	-	7	10	-	7	14	5	5	4	-	-	10
	Intensität der Sporulation	++	++	++	++	-	++	++	-	++	+	++	++	++	-	-	+
Überlingen	Sporulationsbeginn(dpi)	4	5	4	5	-	7	-	-	7	10	5	5	4	-	-	10
	Intensität der Sporulation	++	++	++	++	-	++	-	-	++	+	++	++	++	-	-	+

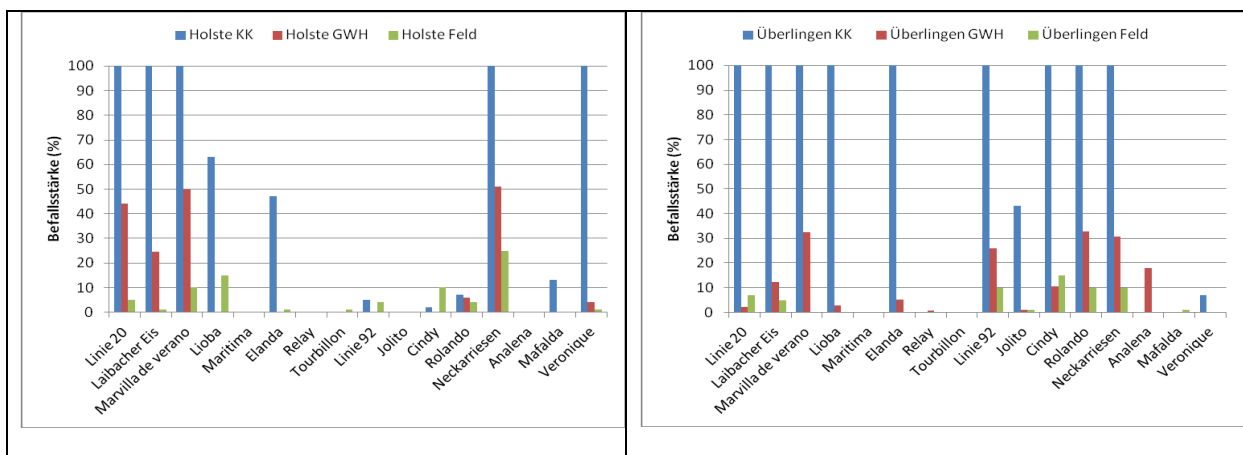


Abb. 32: Befall an den Sorten durch Falschen Mehltau, gemessen anhand der Befallsstärke, bei Inokulation mit den lokalen Erregerpopulationen der Praxisstandorte Holste und Überlingen, Vergleich der Ergebnisse aus Klimakammer- und Gewächshaustest und im Feld

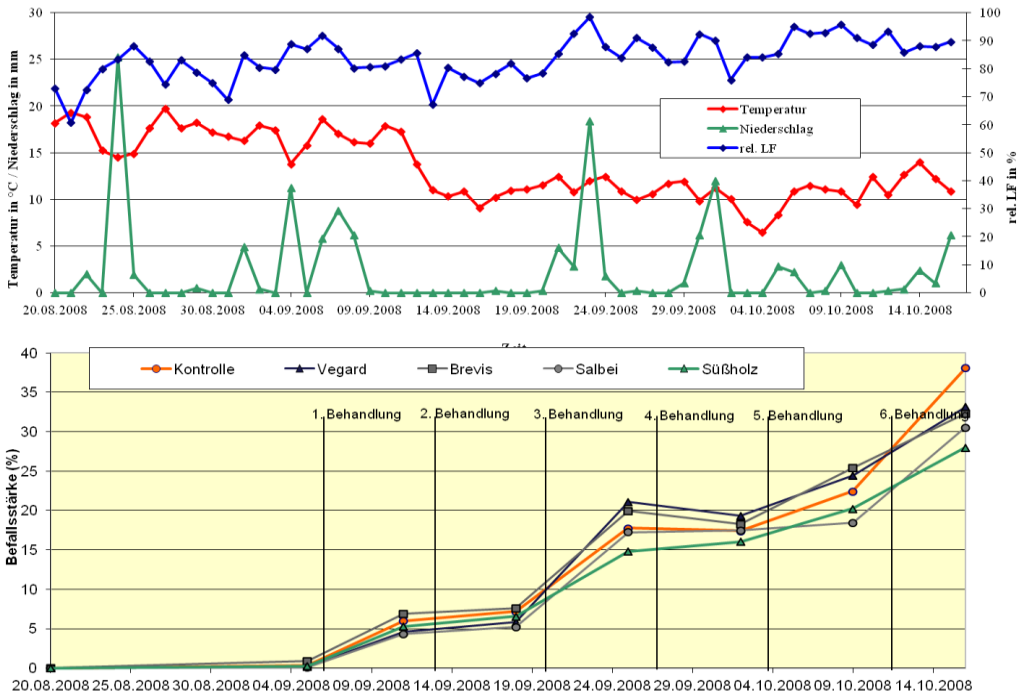


Abb. 33: Klimadaten und Befallsverlauf, Versuch Herbst 2008

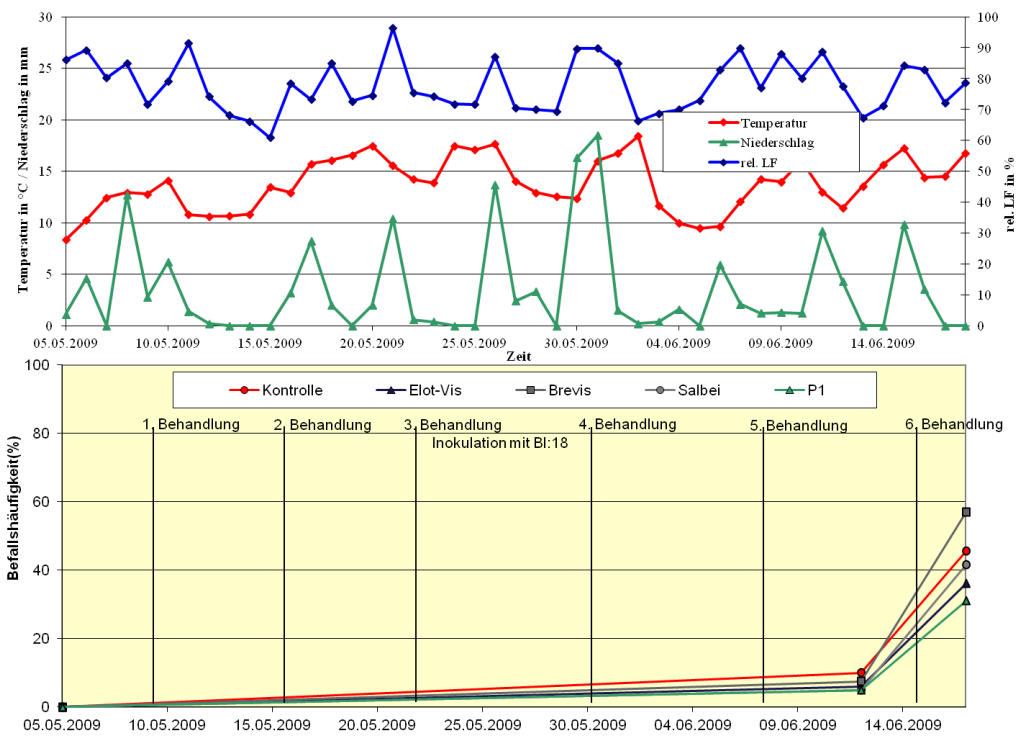


Abb. 34: Klimadaten und Befallsverlauf, Versuch Frühjahr 2009

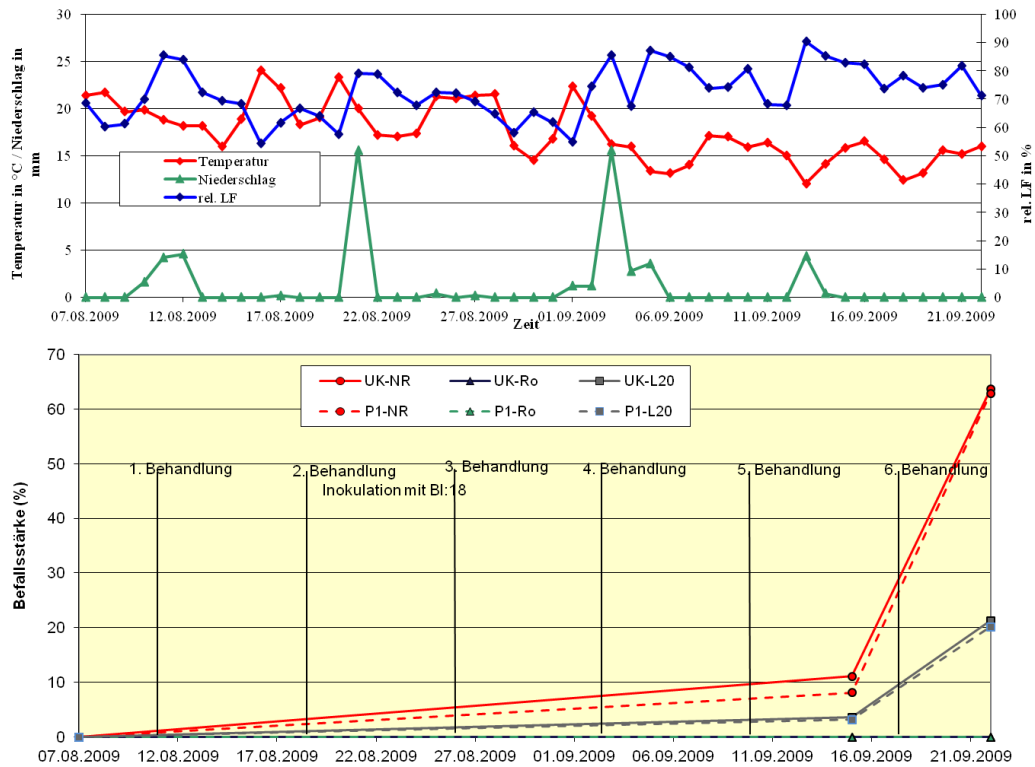


Abb. 35: Klimadaten und Befallsverlauf, Versuch Herbst 2009 (UK- Unbehandelte Kontrolle, P1- Behandlung mit Süßholzextrakt, NR-Neckarriesen, Ro-Rolando)

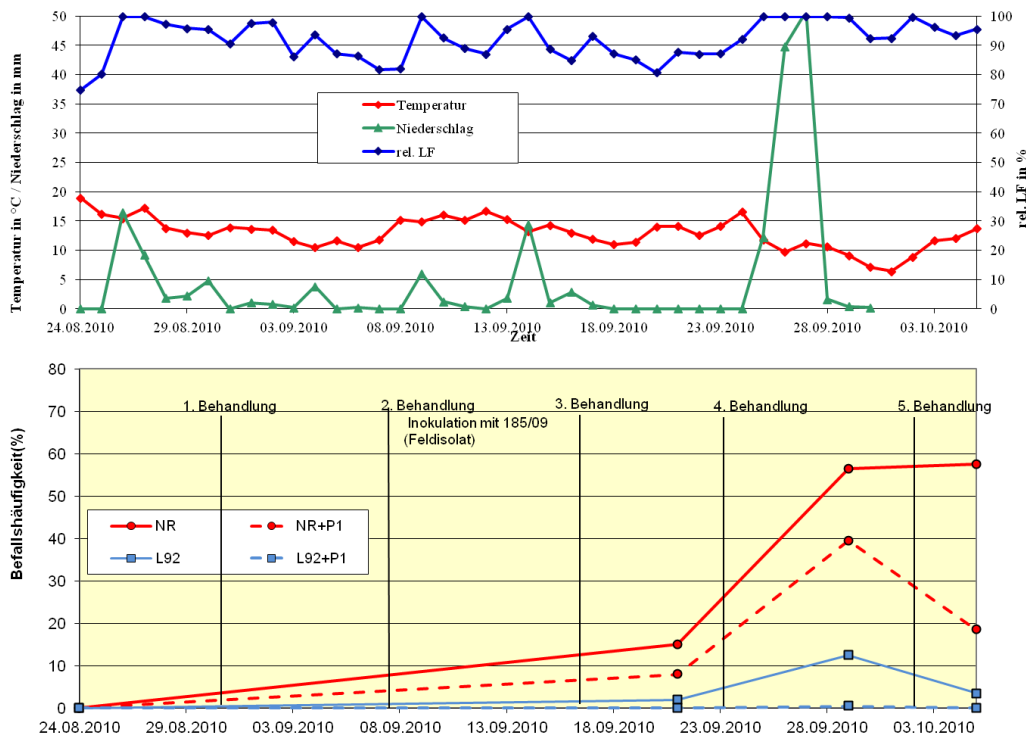


Abb. 36: Klimadaten und Befallsverlauf, Versuch Herbst 2010 (UK- Unbehandelte Kontrolle, P1- Behandlung mit Süßholzextrakt, NR-Neckarriesen, L92-Linie 92)

Tab. 4: Anleitung für den Probeversand

***Bremia lactucae* an Salat**

Anleitung zum Sammeln, Verpacken, Transportieren und Versenden von befallenem Probematerial

- Blätter mit Falschem Mehltau- Befall von der Pflanze abtrennen. Der Pilz sollte auf dem Blattmaterial möglichst frisch sporulieren (weißer Sporenrasen) und keine Mischinfektionen mit anderen Krankheitserregern aufweisen.

Achtung: Blätter sollten keine Faulstellen aufweisen oder durch Erde verschmutzt sein! (Bei Salat nicht immer einfach, vor allem nach Regenperioden. Trotzdem stark auf sauberes Material achten. Ist die Grundlage für eine erfolgreiche Erregerisolation und Rassenbestimmung.)

- Blätter möglichst nicht unmittelbar nach dem Regen einsammeln.

Wenn Probenahme zu anderem Zeitpunkt nicht möglich und Blätter sehr nass sind, diese kurz abtrocknen lassen (z. B. Blätter auf Papier (z.B. Zeitungspapier, Filterpapier) zum Abtrocknen auslegen. Für verschiedene Proben nicht das gleiche Papier verwenden, Gefahr, dass sich Erregerformen vermischen.)

- Blätter getrennt für jede Probe (Sorte/Linie) in ein Behältnis (Plastikschale, Plastiktüte) geben. Befallenes Blattmaterial locker einfüllen (nicht in einen Briefumschlag pressen; darauf achten, dass die Befallsstellen gegeneinander gelegt werden (also Blattunterseite gegen Blattunterseite), damit Sporen nicht an dem Plastik kleben bleiben) und Behältnis gut verschließen. Proben möglichst kühl lagern und transportieren (Kühltasche, Proben in Zeitungspapier einwickeln oder Klimaanlage des Autos)

-Proben gut kennzeichnen und beschriften (Anhänger, Etiketten, wasserfeste Stifte). Kennzeichnung außen am Behältnis anbringen.

- Einen Probebegleitbrief beifügen mit Angaben zu Standort, Datum der Probenahme und Sorten/Linien sowie evtl. Anmerkungen.

- Frisch gesammeltes Probenmaterial möglichst am selben Tag versenden (Montag bis Mittwoch, um Ankunft am Wochenende bzw. langen Postweg auszuschließen).

- Einsendung deutlich als Pflanzenprobe kennzeichnen