

# Neue Strategien für die Züchtung

Der ökologische Anbau von Salat ist durch zahlreiche Schadorganismen wie den Falschen Mehltau stark gefährdet. Monogene Resistenzen reichen für einen dauerhaften Schutz nicht mehr aus. Neue Züchtungsstrategien bieten innovative Lösungen.

Veränderte Klimabedingungen mit zunehmend extremen Witterungsverhältnissen führen zu einem steigenden Druck durch Pflanzenkrankheiten. Der Falsche Mehltau an Salat, verursacht durch den Oomyzeten *Bremia lactucae*, ist eine sehr gefürchtete Krankheit im ökologischen Anbau, die meist mit hohen Ertragsverlusten einhergeht. Dabei brechen häufig ganze Sätze durch den Befall mit diesem Erreger zusammen. Resistente Sorten bieten seit Jahren keinen dauerhaften Schutz mehr.

## Erregervielfalt und Resistenz

Der Erreger *B. lactucae* weist eine hohe Variabilität auf und kommt in einer Vielzahl von Rassen vor. Derzeit sind 41 EU-Rassen offiziell gelistet (Bremia Evaluation Board, IBEB). Darüber hinaus treten lokal viele weitere Rassen auf, von denen die meisten, wie die gelisteten EU-Rassen, sehr aggressiv sind. Von 2017 bis 2021 wurden umfangreiche Untersuchungen zur Rassenanalyse von *B. lactucae* von verschiedenen Praxis- und Versuchsstandorten in

Deutschland durchgeführt. 99 *Bremia*-Isolate wurden auf das Vorhandensein von Virulenzen und ihre Rassenzugehörigkeit anhand des Differenzialsortiments von Salatsorten (EU-C) geprüft, das die Prüfung von 15 Virulenzen ermöglicht.

Dabei konnten nur 22 Isolate einer offiziell gelisteten BI-Rasse zugeordnet werden (BI: 33EU, BI: 34EU, BI: 36EU). Über 75 % der Isolate unterschieden sich in einem oder mehreren Virulenzfaktoren. An den Praxisstandorten mit intensivem Salatanbau zeigte der Erreger ein breites Virulenzspektrum mit bis zu 14 Virulenzfaktoren. An den Versuchsstandorten wurden bis zu elf Virulenzfaktoren gefunden. Zudem traten an einem Standort meist mehrere Rassen auf. Auch wurden lokal starke Veränderungen im Erregerspektrum von einem Jahr zum nächsten nachgewiesen.

Die hohe Variabilität und Rassendynamik von *B. lactucae* kann ein verändertes Resistenzverhalten von Sorten gegenüber dem Erreger zur Folge haben. Bei Salat beruht die Sortenresistenz vorrangig auf rassenspezifischer, monogen vererbter Resistenz

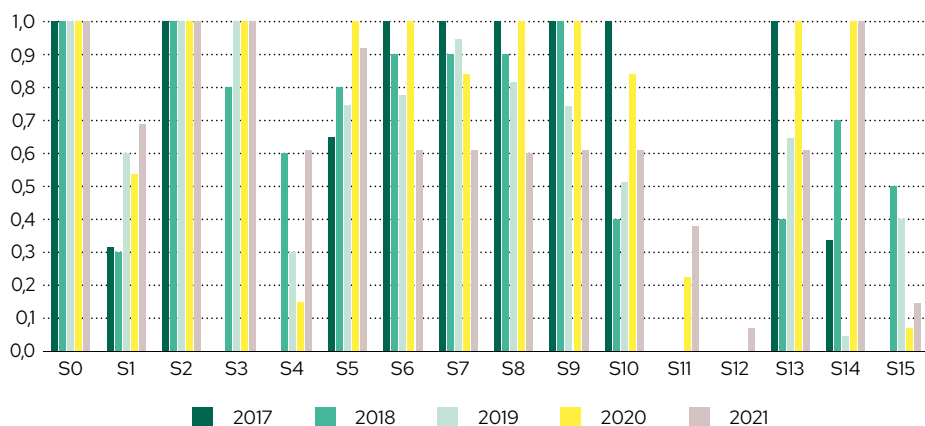


Foto: Ulrike Behrendt

Bataviamischung „Colorata“ für die Vermarktung als bunte Kiste.

nach dem Gen-für-Gen-Konzept. In der Züchtung werden möglichst viele Resistenzgene in einer Sorte vereint. Diese Sorten gelten in der Praxis allgemein als „vollresistent“. Die Resistenz ist jedoch weder vollständig noch ist sie in der Regel von großer Dauer. Aufgrund des sich ständig verändernden Erregers werden monogene, rassenspezifische Resistenzen immer wieder und immer schneller durchbrochen. Eine Möglichkeit, diesem Wettlauf mit der Zeit in der Resistenzzüchtung zu entkommen, wird darin gesehen, andere Resistenzmechanismen nutzbar zu machen.

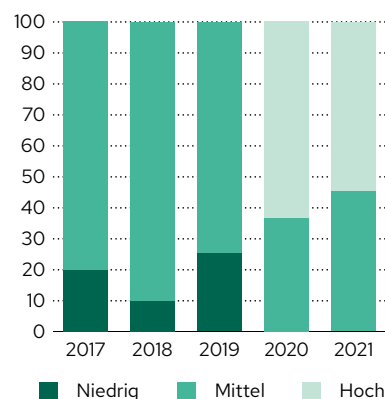
Virulenzhäufigkeit



## Virulenzhäufigkeit von *Bremia lactucae*

2017 bis 2021 ermittelt am EU-C Testpflanzensortiment (S1 bis S15: Testpflanzen mit definierten Resistenzfaktoren im EU-C Set)

Virulenzkomplexität in %



## Prozentualer Anteil an *Bremia lactucae*-Isolaten

mit niedriger (0-6) mittlerer (7-10) und hoher (11-15) Virulenzkomplexität 2017 bis 2021



## Das Projekt

Für den ökologischen Anbau, dessen Produkte auf dem Markt immer stärker nachgefragt werden, fehlen wirksame Maßnahmen zur Regulierung des Falschen Mehltaus. Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) wurde vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein langjähriges Forschungsprojekt zu neuen Züchtungsstrategien gefördert. Hier wurden in Zusammenarbeit mit dem Julius Kühn-Institut und dem Züchterverein Kultursaat e. V. völlig neue Lösungswege beschritten, mit dem Ziel, die Ertragssicherheit durch eine gute Resilienz gegenüber dem Falschen Mehltau und anderen Stressoren zu erhöhen.

**Mehr Infos zum Projekt unter**  
<https://orgprints.org/id/eprint/45839/>



Die Problematik mit Falschem Mehltau in Salatkulturen verlangt neue Denkansätze in der Resistenzzüchtung. In dem Projekt sollten daher Wege aufgezeigt werden, wie einerseits eine dauerhafte Resilienz von Salat gegenüber Falschem Mehltau erhalten und zum anderen die Sortenentwicklung für den ökologischen Anbau insgesamt forciert werden kann. An neue Sorten werden hohe Leistungsanforderungen gestellt, insbesondere in Hinblick auf eine sparsame Nutzung natürlicher Ressourcen und die Anpassung an sich verändernde klimatische Bedingungen.

Wichtige Zuchtziele sind dabei neben der Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und verbesserter Stresstoleranz ein gutes Nährstoffverwertungsvermögen, ansprechendes Äußeres bei hervorragendem Geschmack und eine hohe Anbausicherheit. Mittlerweile sind aus dem Projekt einige neue Kopfsalat- und Bataviasorten hervorgegangen, die dem Markt zur Verfügung stehen oder sich in der Sortenanmeldung befinden.

### Anbau von Liniengemischen

Da der Salat als Selbstbestäuber genetisch homogen ist, kann er als reingezüchtete Sorte nur wenig auf sich verändernde Umweltbedingungen reagieren. Die Suche nach einer unter allen Wuchsbedingungen stabilen Feldresistenz gegenüber dem Falschen Mehltau blieb bei den

Kopfsalatformen erfolglos, da hier immer monogene Resistenzen der wesentliche Faktor für die Gesundheit der Pflanzen sind. Bei Bataviasalaten konnte eine physiologisch bedingte Form der Feldresistenz gefunden werden. Unter guten Wuchsbedingungen können die Pflanzen trotz eines Anfangsbefalls von Falschem Mehltau dem Erreger „davonwachsen“ und einen gesunden, erntefähigen Kopf über den befallenen Blättern bilden.

## „Bei Bataviasalaten konnte eine physiologisch bedingte Form der Feldresistenz gefunden werden“

Ulrike Behrendt

Eine Möglichkeit, variabelere Reaktionen auf biotische und abiotische Stressfaktoren zu ermöglichen, ist die Durchmischung auf dem Feld durch den Anbau von Liniengemischen (LG). Als Liniengemisch wird eine Mischung von verschiedenen Salatlinien aus der Züchtung oder Sorten bezeichnet, die gemeinsam kultiviert werden. Dazu wurden unterschiedliche Mischungen

aus zehn bis 15 Linien gezielt zusammengestellt und auf ihre Anbaufähigkeit geprüft. Die wichtigsten Kriterien waren hierbei gute Ernteergebnisse, ein ansprechendes Äußeres und die gleichzeitige Erntereife. Die Linien stammten größtenteils aus eigenen Kreuzungen aus ökologischer Züchtung. Ein weiterer Fokus lag auf den Vermarktungsmöglichkeiten dieser Mischungen.

Bei den Kopfsalatformen wurden die Mischungen auf der Basis des Resistenzverhaltens der Einzellinien gegenüber dem Falschen Mehltau zusammengestellt, um die Anbauwürdigkeit unter den verschiedensten Infektionslagen zu gewährleisten. Weitere Kriterien waren der Anbauzeitraum sowie eine für die Vermarktung ausreichende Homogenität des Typus. Leichte Unterschiede zum Beispiel in der Grünfärbung und Blasigkeit der Blätter sind für den Endverbraucher kaum wahrnehmbar und daher nicht relevant. Die Mischungen aus Bataviasalatformen wurden hingegen absichtlich vielgestaltig und bunt zusammengestellt. Da hier einzelne Resistenzen gegen Falschen Mehltau weniger relevant sind, kann das Erscheinungsbild der Mischungen die größere Rolle spielen. Diese Mischungen sind dazu konzipiert, wie gepflanzt vom Feld geerntet und als bunte Kiste direkt in die Vermarktung zu gelangen. >

	Holste 2020	Holste 2021	Überlingen 2020	Überlingen 2021	Kreßberg 2020	Kreßberg 2021	WF Ahlum 2020	WF Ahlum 2021		Holste 2020	Holste 2021	Überlingen 2020	Überlingen 2021	Kreßberg 2020	Kreßberg 2021	WF Ahlum 2020	WF Ahlum 2021
LG 1	59,5	53,9	56,6	59,5	91,3		17,5	79,2		9,5	35,8	0,0	31,8	0,0		0,0	9,7
LG 3	40,2	63,8	62,3	74,3	91,3	81,4	20,0	83,9		11,4	24,4	1,4	11,9	0,0	16,3	0,0	0,0
LG 5n		87,1		81,3		89,4		73,9			8,0		5,2		9,9		0,0
LG 6n		92,0		88,1		90,0		91,7			2,0		0,0		7,9		0,0
LG 7	73,0	91,2	56,8	88,1	97,7	71,4	87,5	94,4		15,7	4,3	5,1	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0
LG 8	72,3	91,3	88,0	85,4	95,6	83,9	87,5	87,4		11,1	5,4	0,7	5,2	0,0	15,4	0,0	8,5
LG 10	57,9	73,8	43,0	89,3	91,2	85,9	52,5	55,6		11,1	14,6	5,7	9,5	0,0	13,3	0,0	30,6
Neckarriesen	30,8	15,6	92,0	10,6	72,1	83,5	20,0	50,0		37,6	84,4	0,0	87,4	3,8	16,5	0,0	50,0
Mafalda	37,5	95,1	88,0	81,8	89,7	96,3	50,0	95,8		0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0

■ 80-100 % ■ 60-79 % ■ 40-59 % ■ 20-39 % ■ 0-19 %

■ < 15 % ■ 15-25 % ■ > 25 %

Prozentuale Erntefähigkeit

Prozentuale Verluste durch *Bremia lactucae*

von Kopf- und Bataviasalatmischungen an unterschiedlichen Standorten. LG: Linienmischung Herbst 2020 und 2021

Versuchsergebnisse

Die Anbauwürdigkeit der Linienmischungen wurde an drei Züchterstandorten und von vier Erwerbsbetrieben in unterschiedlichen Anbauregionen Deutschlands geprüft. Die Ergebnisse waren hinsichtlich Ertragsstabilität und Produktqualität sehr positiv.

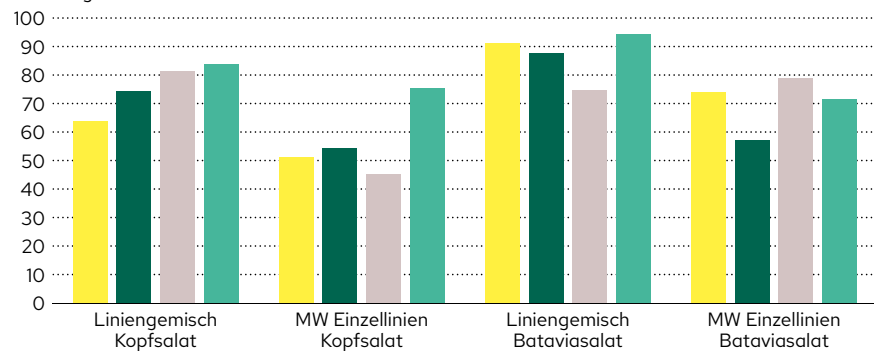
**Kopfsalate:** Beim für Falschen Mehltau anfälligen Standard 'Neckarriesen' gab

es bei entsprechendem Infektionsdruck hohe Verluste durch *B. lactucae*. Der resistente Standard 'Mafalda' blieb in den Prüffahren noch befallsfrei. Inzwischen ist die Resistenz jedoch weiträumig gebrochen worden. Die Kopfsalatmischungen aus älteren Kreuzungen LG 1 und LG 3 wiesen Verluste durch den Erreger auf. Diese blieben im Verhältnis zum anfälligen

Standard jedoch moderater. Da sich die Population des Erregers ständig weiterentwickelt, wurden neue Kreuzungen mit der Beteiligung modernerer Kopfsalatsorten vorgenommen und als LG 5n sowie LG 6n zusammengestellt. Hierbei wurden die Ergebnisse der Resistenzuntersuchungen am JKI berücksichtigt. Im Ergebnis wiesen die beiden neuen Gemische keinen oder nur geringen Befall auf und hatten für den Herbst sehr gute Abernteraten.

**Bataviasalate:** Eine stabilere Feldgesundheit als die Kopfsalatmischungen zeigten die Bataviagemische LG 7, LG 8 und LG 10. Die Homogenität der Erntereife war gut und es gab ein langes Erntefenster. Besonders LG 8 mit klassischen Bataviaformen hatte kaum Befall mit Falschem Mehltau und gute Ernteergebnisse. LG 10 mit kleinfallenden Batavialinien wurde inzwischen aufgelöst. LG 7 wurde für die Vermarktung als bunte Kiste gezielt auf ein farbenfrohes Erscheinungsbild hin zusammengestellt. Zu spät reifende, locker bleibende sowie einzelne *Bremia*-anfällige Linien reduzierten die Ernteraten punktuell. Diese Linien wurden zwischenzeitlich ausgewechselt. Die Mischung ist unter dem Namen „Colorata“ mittlerweile im Handel erhältlich

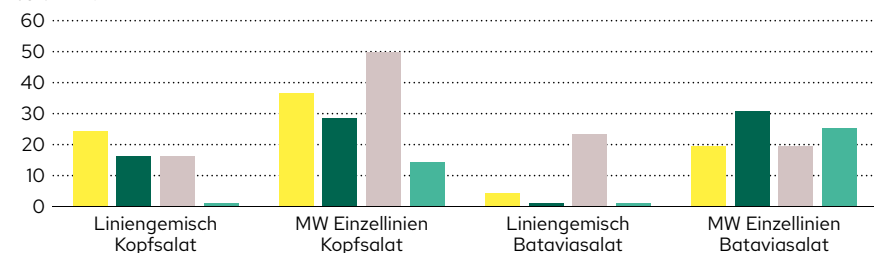
Erntefähigkeit in %



Prozentualer Vergleich der Erntefähigkeit

von Linienmischungen zu den Mittelwerten (MW) der einzelnen Linien

Ausfall in %



Prozentualer Vergleich der Verluste

durch *Bremia lactucae* von Linienmischungen zu den Mittelwerten (MW) der einzelnen Linien

■ Holste ■ Überlingen ■ Kreßberg ■ WF-Ahlum

Kopfsalat- und Bataviagemische 2021 im Vergleich zu den Mittelwerten der Einzelkomponenten an verschiedenen Standorten

förmigkeit des Feldbestandes die Entwicklung des Erregers befördert. So war der Vorteil bei den Kopfsalaten höher als bei den Bataviasalaten. In der Summe waren die Gemische nahezu in allen Varianten dem Mittelwert des Einzelanbaus überlegen.

### Bedeutung für die Praxis

Für den Kopfsalatanbau kann die Kultur von Mischungen einen wertvollen Beitrag zur Lösung der Problematik von immer wieder durchbrochenen Resistenzen gegenüber dem Falschen Mehltau und damit von Totalverlusten leisten. Die Ertragsstabilität kann deutlich erhöht werden, wengleich nur unter guten Bedingungen Ernteergebnisse von nahezu 100 % erreicht werden. Gleichzeitig sind die Mischungen regional besser angepasst, da unter verschiedenen Bedingungen jeweils andere Sorten oder Linien eine hinreichende Resistenz aufweisen und sich die Befallscharakteristik von Jahr zu Jahr verändern kann.

Aufgrund der hohen Variabilität von *B. lactucae* und der damit verbundenen möglichen Resistenzbrechung muss die Zusammensetzung der Mischungen von Zeit zu Zeit durch Austausch einzelner Komponenten angepasst werden, um die Stabilität langfristig zu sichern. Gegenüber einer Sortenentwicklung kann jedoch mit einem partiellen Linien austausch in der Mischung variabler auf die Änderungen im Erregerspektrum reagiert werden. Die Entscheidung über den Linien austausch kann durch Ergebnisse aus Feld-



Foto: Ulrike Behrendt

Die neuen Kopfsalat-Gemische wiesen keinen oder nur geringen Befall mit *Bremia* auf.

## „Die Bataviagemische haben ihren wesentlichen Vorteil im Vermarktungskonzept als bunte Kiste“

Ulrike Behrendt

versuchen und Virulenzanalysen unterstützt werden.

Die Bataviagemische haben ihren wesentlichen Vorteil im Vermarktungskonzept als bunte Kiste. Erste Vermarktungsversuche mit zwei Großhändlern verliefen sehr positiv. Die Akzeptanz der Verbraucher war groß. Anbauversuche in zahlreichen Erwerbsbetrieben erbrachten gute Rückmeldungen, sodass nun das erste Gemisch auf den Markt gebracht werden konnte. Auch für den Privatgarten ist die bunte Vielfalt aus den Saattüten attraktiv. Ebenso wie bei den Kopfsalaten können hier ungeeignete Komponenten ersetzt werden. Dabei ist auf die Stabilität der Mischung zu achten. Insgesamt ist ein nicht zu kleines Zuchtprogramm mit periodisch durchgeführten neuen Kreuzungen notwendig, um die Mischungen lebendig und an Klimafolgen angepasst zu erhalten und einen Beitrag für den ökologischen Salatanbau leisten zu können.



**Ulrike Behrendt**  
Kultursaaten e.V.  
[ubeh@posteo.de](mailto:ubeh@posteo.de)

**Dr. Monika Götz**  
Julius Kühn-Institut  
[monika.goetz@julius-kuehn.de](mailto:monika.goetz@julius-kuehn.de)

Literaturhinweise sind bei den Autorinnen erhältlich.

## Sauberes Gemüse für Direktvermarkter und Verarbeiter

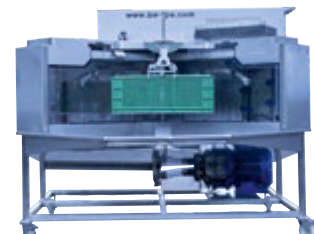
### Durchschubwaschanlage

Obst und Gemüse einfach und sauber waschen, in Kisten oder lose in der Wanne zu niedrigen Kosten



### Kistenwaschanlage

Kisten sauber waschen, mit geringem Energiebedarf.



kostenfreie  
Schnittproben und  
Waschproben

Ihr Partner für Effizienz, Hygiene und Qualität in der Lebensmittelverarbeitung

Kistenwaschanlagen | Gemüsewaschmaschinen | Schälmaschinen | CA-Lagerboxen | Sondermaschinen



**Walter GbR**  
**FOOD PROCESSING EQUIPMENT**  
In der Spöck 1, D-77656 Offenburg | Tel.: +49 781/12786413

[www.bw-fpe.com](http://www.bw-fpe.com)  
[info@bw-fpe.com](mailto:info@bw-fpe.com)