

Forschung und Beratung zum nichtchemischen Pflanzenschutz

Eine Übersicht erstellt durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung und das Julius Kühn-Institut in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder







INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	3
2. Projektförderung und Ressortforschung des BMEL	4
2.1 Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)	5
2.2 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)	6
2.3 Julius Kühn-Institut (JKI)	6
3. Forschung (BMEL und Länder)	7
3.1 Ackerbau	
3.1.1 Getreide	11
3.1.2 Mais, Kartoffel, Zuckerrübe	17
3.1.3 Raps, Körnerleguminosen	23
3.2 Gartenbau/Obstbau	25
3.2.1 Obstbau	27
3.2.2 Gemüsebau	32
3.2.3 Zierpflanzen und Urbanes Grün	37
3.3 Weinbau	41
4. Beratungsaktivitäten der Länder	47
4.1 Veranstaltungen/ Vorträge	47
4.2 Feldtage	48
4.3 Schulungen, Fortbildungen und Seminare	48
4.4 Informationsmaterial	49
4.4.1 Broschüren	49
4.4.2 Infomails/ Informationsdienst	49
4.5 Empfehlungen und digitale Beratungsinstrumente	50
4.5.1 Warndienste	50
4.5.2 Prognose- und Entscheidungshilfen	50
4.5.3 Beratungsgespräche	51
5. Zusammenfassung	51
Abkürzungsverzeichnis	53
Pflanzenschutzdienste der Länder	54

1. Einleitung

Die Bundesregierung hat am 10. April 2013 den Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) verabschiedet. Der Aktionsplan ist Teil der Umsetzung der EU-Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden.

Ziel des NAP ist es, die Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die mit der Anwendung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln verbunden sein können, zu verringern. Insbesondere soll durch die Berücksichtigung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und die Nutzung nichtchemischer Pflanzenschutzverfahren die Abhängigkeit von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln gesenkt werden.

Alle Behörden des Bundes und der Länder, die Wissenschaft, die betroffenen Verbände der Land- und Forstwirtschaft, des Gartenbaus, des Haus- und Kleingartenbereichs und der Wasserwirtschaft sind ebenso aufgerufen gemeinsam an der Umsetzung des Nationalen Aktionsplans zu arbeiten wie die betroffenen Unternehmen und der Handel sowie die Verbände des Verbraucher-, Umwelt- und Naturschutzes.

Im NAP sind verschiedene Ziele, Maßnahmen und Indikatoren definiert. Vorrangiges Ziel ist es, vorbeugende nichtchemische Maßnahmen deutlich auszubauen und Anbauverfahren mit geringerer Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln im integrierten Pflanzenschutz und im ökologischen Landbau zu fördern.

Zu nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren zählen neben biologischen, biotechnischen oder mechanischen Pflanzenschutzverfahren die Verwendung von Kulturpflanzensorten mit Resistenz und Toleranz gegen Schadorganismen sowie die Gestaltung von Fruchtfolgen und Wahl des Aussaatzeitpunkts.

Dieses Arbeitspapier gibt eine Übersicht der Aktivitäten von Seiten der Länder und des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) einschließlich der Ressortforschung am Julius Kühn-Institutes (JKI) zur Weiterentwicklung und Einführung von nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren durch Forschung und Beratung.

Es basiert zum einen auf einer Abfrage des BMEL im Frühjahr 2020 sowie weiteren Ergänzungen aus dem Winter 2022 bei den Ländern über Forschungs- und Beratungsaktivitäten zu nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren.

Die Bundesländer sind nach § 59 Pflanzenschutzgesetz unter anderem zuständig für die Beratung, Aufklärung und Schulung auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes mit Blick auf die im NAP gesetzten Ziele. In diesem Zusammenhang sind sie ebenfalls für die Durchführung notwendiger Untersuchungen und Versuche verantwortlich. Diese Aufgaben werden in der Regel durch die Pflanzenschutzdienste der Länder umgesetzt. Die Länder haben für den Zeitraum 1995 bis 2021 Angaben zu insgesamt rund 475 Versuchen und Forschungsvorhaben übermittelt, die sich mit der Erprobung von nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren befassen.

Zum anderen wurden ausgewählte Aktivitäten und Forschungsprojekte des JKI erfasst. Zu den Aufgaben des JKI gehören gemäß § 57 Pflanzenschutzgesetz u. a. Forschung in den Bereichen Pflanzenbau, Grünlandwirtschaft, Pflanzenernährung und Pflanzengenetik sowie die Prüfung und Entwicklung von Verfahren des Pflanzenschutzes einschließlich des Resistenzmanagements für Pflanzenschutzmittel. Die Forschung des JKI zur Gesunderhaltung der Kulturpflanzen beinhaltet die Züchtungsforschung bis hin zu Pre-Breeding-Aktivitäten zur Bereitstellung resistenter Kulturpflanzen, die Entwicklung vorbeugender pflanzenbaulicher Konzepte, die Erforschung und Entwicklung biologischer Pflanzenschutzmaßnahmen und nichtchemischer

Pflanzenschutzverfahren, die Entwicklung von Konzepten für den integrierten Pflanzenschutz und den Pflanzenschutz im ökologischen Landbau u. a. m.

Für dieses Arbeitspapier wurde der Zeitraum auf die letzten acht Jahre (2013-2021), mit Ausnahme der Modellund Demonstrationsvorhaben "Integrierter Pflanzenschutz" (DIPS, Start 2010) und "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenbau" (MuD IPB, Start 2022), begrenzt. Die Forschungsschwerpunkte sind nach Kulturen und Kulturgruppen in Kapitel 3 zusammengefasst. Zusätzlich wurden Informationen zu den Forschungsaktivitäten des BMEL ergänzt. Hierfür wurden neben der Ressortforschung auch Projekte aus der Forschungsförderung des BMEL für den Zeitraum ab 2013 erfasst. Die Zusammenfassungen wurden ergänzt durch Projektbespiele, welche die Bandbreite der untersuchten nichtchemischen Verfahren und ihrer Anwendungsmöglichkeiten widerspiegeln.

Neben den Forschungsaktivitäten haben die Länder auch 145 Beratungsaktivitäten gemeldet. Da die meisten Beratungsaktivitäten fortlaufend sind, wurde für das Arbeitspapier keine zeitliche Eingrenzung vorgenommen. In Kapitel 4 wird die Beratung der Länder nach Art der Beratungsaktivität zusammenfassend vorgestellt.

Die Auswertung und Zusammenfassung erfolgte durch die Geschäftsstelle NAP in Zusammenarbeit mit der Forschungskoordination des Julius Kühn-Instituts im Auftrag des BMEL.

2. Projektförderung und Ressortforschung des BMEL

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert im Rahmen von verschiedenen Förderprogrammen unter anderem die Neu- und Weiterentwicklung von Verfahren im Bereich des nichtchemischen Pflanzenschutzes. Neben nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren wird auch die Entwicklung und Optimierung moderner Pflanzenschutzgeräte und Technologien sowie Prognosemodelle und andere Entscheidungshilfen berücksichtigt. Durch die Förderprogramme besteht die Möglichkeit, einen gewissen finanziellen Anreiz zu schaffen und damit die Einführung von Pflanzenschutzverfahren zu unterstützen. Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) und die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) wurden vom BMEL mit der Projektförderung beauftragt.

Das BMEL wird durch die Ressortforschung in nachgeordneten Forschungseinrichtungen direkt wissenschaftlich beraten. Diese Institutionen erarbeiten wissenschaftliche Entscheidungshilfen für das BMEL, forschen anwendungsorientiert und erweitern die wissenschaftlichen Erkenntnisse auf ihren Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls. Das JKI ist eine der vier Ressortforschungseinrichtungen des BMEL, erforscht Kulturpflanzen in ihrer Gesamtheit; der Schutz der Kulturpflanze ist eine der Hauptkompetenzbereiche des JKI. Weitere Informationen zu zur Ressortforschung sind auf der BMEL-Webseite abrufbar: https://www.bmel.de/DE/ministerium/forschung/forschungseinrichtungen-bmel.html

2.1 Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) betreut als Projektträger BLE (ptble) des BMEL verschiedene Förderprogramme. Alle geförderten Projekte werden mit einem kurzen Steckbrief in der Projektträgerdatenbank der BLE aufgeführt.

Innovationsförderung

Ziel der Innovationsförderung ist es Innovationen in allen Bereichen der Land- und Ernährungswirtschaft zu entwickeln und voranzutreiben sowie neue Technologien zu ermöglichen. Es werden technische und nichttechnische Innovationen beispielsweise im integrierten Pflanzenschutz und im Pflanzenschutz des Ökologischen Landbaus unterstützt. Gefördert werden anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben aus verschiedenen Themenbereichen wie der Agrartechnik, der Pflanzenzüchtung oder des Pflanzenschutzes.

In der BLE werden derzeit drei Programme bzw. Richtlinien zur Innovationsförderung betreut:

- Programm des BMEL (Programm zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft): Die Zukunft ins Jetzt holen - das Innovationsprogramm des BMEL aktiviert und bündelt das große Ideenpotenzial aus Wirtschaft und Wissenschaft
- 2. Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar(DIP): Von der Forschung zum Markt die Umsetzung von Innovationsprojekten in vermarktungsfähige Produkte
- 3. Landwirtschaftliche Rentenbank (LR): Für innovative Forschungsvorhaben mit hoher Marktnähe, die sich an der landwirtschaftlichen Praxis orientieren, von der letzten Entwicklungsstufe bis zur Markteinführung

Bundesprogramm Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)

Das Gesamtziel des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) besteht in der Stärkung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus und der ökologischen Lebensmittelwirtschaft sowie der Förderung anderer Formen der nachhaltigen Landwirtschaft. Durch das Programm sollen Wissens- und Erfahrungslücken sowohl im Ökologischen Landbau als auch bei weiteren nachhaltigen Wirtschaftsformen, die in besonderem Maße ökologisch tragfähig, ökonomisch existenzfähig und sozial verantwortlich sind, geschlossen werden. Gefördert werden unter anderem Vorhaben, die neue Verfahren für den integrierten Pflanzenschutz und den Ökologischen Landbau erschließen und praktisch nutzbar machen. (Aus redaktioneller Sicht ist anzumerken, dass im Jahr 2022 das Bundesprogramm wieder auf die Förderung des ökologischen Landbaus zurückgeführt wurde und seitdem die Bezeichnung Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) trägt.)

Forschungsaufträge, Modellvorhaben, Erhebungen

Das BMEL bedarf wissenschaftlicher Entscheidungshilfen (EH-Vorhaben) zur Lösung seiner politischen und administrativen Aufgaben. Da die Forschungseinrichtungen im Geschäftsbereich diesen Bedarf nicht immer abdecken können, ist es notwendig, Forschungsvorhaben an wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Bundesverwaltung zu vergeben.

Modell- und Demonstrationsvorhaben (MuD) schließen die Lücke zwischen Wissenschaft (Forschung und Entwicklung) und Praxis. Im Mittelpunkt steht die erstmalige Anwendung neuer bisher in der spezifischen Praxissituation nicht angewendeter Verfahren oder Techniken ("Schritt in die Praxis").

Der Projektträger ptble vergibt außerdem Aufträge für Bestandsaufnahmen und Erhebungen und nichtwissenschaftliche Untersuchungen im Bereich Biologische Vielfalt.

Ackerbaustrategie

Die "Ackerbaustrategie 2035" des BMEL zeigt anhand von Leitlinien und Handlungsfeldern Perspektiven auf, wie der Ackerbau mittel- bis langfristig unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte gestaltet werden kann. Beispielsweise das Handlungsfeld "Pflanzenschutz" sieht vor, den integrierten Pflanzenschutz zu stärken und unerwünschte Umweltwirkungen von Pflanzenschutzmitteln weiter zu reduzieren.

Die BLE als Projektträger des BMEL greift diese Handlungsfelder in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie Vorhaben zum Wissenstransfer auf. Ziel ist es, neue Erkenntnisse für die zukunftsfähige Gestaltung des Ackerbaus zu generieren und über Modell- und Demonstrationsvorhaben in die Praxis einzuführen.

Digitalisierung

Mit der Digitalisierung und der Landwirtschaft treffen hochkomplexe Systeme aufeinander. Um Vorteile – auch orientiert an den spezifischen Betriebsstrukturen in Deutschland – für die Gesellschaft besser nutzen zu können und damit dem öffentlichen Auftrag zu entsprechen, die Rahmenbedingungen des "Digital Farming" mitzugestalten, hat das BMEL das Zukunftsprogramm Digitalpolitik Landwirtschaft aufgelegt.

Als ein wichtiger Baustein im Rahmen des Zukunftsprogramms werden im gesamten Bundesgebiet Experimentierfelder in der Landwirtschaft aufgebaut und betrieben, die untereinander koordiniert und vernetzt agieren. Aufgabe dieser Experimentierfelder ist der Technologie- und Wissenstransfer sowohl in die landwirtschaftliche Praxis als auch in den vor- und nachgelagerten Bereichen und die breite Öffentlichkeit.

2.2 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) wurde vom BMEL mit der Betreuung folgender Förderprogramme beauftragt:

Nachwachsende Rohstoffe

Das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe soll die Weiterentwicklung der nachhaltigen Bioökonomie unterstützen. Dazu wird vorrangig die angewandte Forschung und Entwicklung im Bereich der nachhaltigen Erzeugung und der Nutzung nachwachsender Rohstoffe gefördert. Auch Demonstrationsvorhaben sowie nationale Projekte der nachhaltigen Waldwirtschaft werden unterstützt.

Waldklimafonds

Mit dem Förderprogramm Waldklimafonds unterstützt das BMEL gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) Maßnahmen zum Erhalt und Ausbau des CO2-Minderungspotenzials von Wald und Holz sowie zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel.

Ziel des Waldklimafonds ist es, den nationalen Klimaschutz und die Energieeffizienz zu stärken.

2.3 Julius Kühn-Institut (JKI)

Das Julius Kühn-Institut (JKI) ist das Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen in Deutschland. Es gehört als selbstständige Bundesoberbehörde zum BMEL. Das JKI berät das BMEL und die Bundesregierung in allen Fragen zu Kulturpflanzen. Weiterhin ist das JKI in die wissenschaftliche Bewertung der verschiedenen

landwirtschaftlichen Betriebsmittel und Produktionsweisen und deren Auswirkungen auf die Umwelt involviert. Mit dem Ziel, das BMEL auf dem Stand von Wissenschaft und Technik beraten zu können und nachhaltige Verfahren für den Anbau von Kulturpflanzen zu entwickeln, forscht das JKI entlang der gesamten pflanzlichen Produktionskette, d. h. in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenzüchtung, Pflanzenschutz, Pflanzenernährung und Pflanzenbau.

Das JKI besteht aus 18 Fachinstituten, die sich in folgende drei Kernthemen einteilen lassen:

- 1. Pflanzengenetische Vielfalt, Züchtungsforschung,
- 2. Schutz der Kulturpflanzen und,
- 3. Agrarökosysteme.

Im JKI wurden Stabsstellen (Ackerbau, Klima und Grünland) und Vernetzungsstellen eingerichtet, um das JKI bei seiner Aufgabe der Beratung des BMEL bzw. der Politik, des Präsidenten und der Leitung des JKI zu unterstützen. Die Vernetzungsstelle NAP des JKI koordiniert alle Aktivitäten mit Bezug zum NAP.

Die Erforschung und Entwicklung nichtchemischer, insbesondere biologischer Pflanzenschutzverfahren hat am JKI eine lange Tradition. Im JKI-Institut für Biologischen Pflanzenschutz werden biologische Pflanzenschutzverfahren erforscht, entwickelt und auf Praxistauglichkeit untersucht. Dieses JKI-Institut ist im Jahr 2022 von Darmstadt in ein neues Laborgebäude nach Dossenheim übergesiedelt, wo es modernste Forschungsinfrastruktur nutzen kann.

3. Forschung (BMEL und Länder)

Im folgendem Kapitel werden die Themen der Forschungsförderung des BMEL, die Forschungsaktivitäten des JKI und der Länder gegliedert nach Kulturen dargestellt.

3.1 Ackerbau

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Im Bereich der vorbeugenden Maßnahmen für den Ackerbau liegen die Schwerpunkte der Forschungsförderung des BMEL auf einer geeigneten Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl, Aussaatstärke, Saatzeitpunkt und Monitoring. Auch die Förderung von Nützlingen durch Sitzkrücken, Gewässerrandstreifen, Blühstreifen und Bienenweiden wird betrachtet. Im biologischen Pflanzenschutz sollen beispielsweise geeignete Gegenspieler eingesetzt und gefördert werden. Dazu wird das Vorkommen, die Verbreitung und Häufigkeit des Auftretens der Schädlinge und der Gegenspieler untersucht und Managementkonzepte entwickelt. Durch die Entwicklung von Methoden zur physikalischen Unkrautregulierung z. B. mittels Hochspannungsimpulsen oder durch den Einsatz von Scheibenegge oder Flachgrubber für die mechanische Stoppelbearbeitung soll die Anwendung von Herbiziden reduziert oder komplett eingespart werden.

Im Bereich der Pflanzenzüchtung sollen Resistenzeigenschaften und Selektionskriterien für die Resistenzzüchtung bestimmt werden. Dazu werden z. B. hyperspektrale Sensoren eingesetzt, wodurch Krankheitsresistenzen effizienter und genauer ermittelt werden können. Des Weiteren fördert das BMEL die Entwicklung, Überarbeitung und Validierung von Prognosemodellen und Entscheidungshilfen u. a. in den Kulturen Raps, Zuckerrübe, Getreide, Mais und Kartoffel.

Die Ressortforschung des BMEL wird vom JKI wahrgenommen. Das JKI arbeitet im Bereich des Ackerbaus u. a. an der Erschließung genetischer Ressourcen und Züchtungsforschung zu resistenten Kulturpflanzen sowie an der Entwicklung nichtchemischer Pflanzenschutzmaßnahmen, wie mechanischer Unkrautbekämpfung und biologischen Pflanzenschutzverfahren.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschungsförderung des BMEL und der Forschung des JKI

An dem durch das BMEL geförderten und vom JKI fachlich koordinierten Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz, Produktionsbereich Ackerbau" (FKZ 2810ABS001) nahmen 27 Betriebe aus sieben Bundesländern für jeweils fünf Jahre im Zeitraum von 2012 bis 2018 teil. Die Betriebe lagen in für Deutschland repräsentativen Ackerbauregionen. Ziel des Vorhabens war es, die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes (IPS) durch Anpassungen vorbeugender Maßnahmen, wie Sortenwahl, Aussaatzeitpunkt und Fruchtfolgegestaltung, die Demonstration und Erprobung nichtchemischer und alternativer Verfahren sowie die Ausdehnung der Bestandes- und Schaderregerüberwachung direkt im Feld und indirekt über die Nutzung von Entscheidungshilfesystemen, zu optimieren. Es wurden beispielsweise verschiedene nützlingsfördernde Maßnahmen durchgeführt. Sitzkrücken für Raubvögel wurden aufgestellt, um dem Mäusebefall entgegenzuwirken. Gewässerrandstreifen sowie Blühstreifen und Bienenweiden wurden angelegt. Als nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahme wurde besonders die mechanische Unkrautbekämpfung u. a. Stoppelbearbeitungen mit Scheibenegge oder Flachgrubber durchgeführt. Auch wurde die Anwendung elektronen- oder bakteriell gebeizten Saatgutes und biologischer Präparate erprobt, beispielsweise bei der Sclerotinia-Bekämpfung im Winterraps durch Pflanzenschutzmittel auf der Basis von Coniothyrium minitans oder bei der Bekämpfung des Maiszünslers durch die Ausbringung des Eiparasiten Trichogramma.

In dem seit Herbst 2022 gefördertem Modell- und Demonstrationsvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenbau (MuD IPB)" (FKZ 2821ABS100-230) werden in verschiedenen Modellregionen, in Anlehnung an die fachlichen und produktionsbezogenen Handlungsfelder der Ackerbaustrategie, innovative und praktikable neue Maßnahmen und Verfahren auf Praxisebene umgesetzt und demonstriert. Insbesondere werden die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den gewählten Handlungsfeldern sowie klimaschutz- und klimaanpassungsrelevante Aspekte im Rahmen einer systemorientierten Betrachtungsweise beachtet. Wissenschaftliche Erkenntnisse und Erfahrungen sollen dabei direkt in die Ebene der Primärproduktion übertragen werden, bewährte Erkenntnisse fließen ebenso ein. Die zu den ausgewählten Handlungsfeldern erarbeiteten Verfahren und Maßnahmen werden vor dem Hintergrund der örtlichen / regionalen Gegebenheiten auf Praxisbetrieben ("Demonstrationsbetrieben") umgesetzt. So soll eine möglichst breite Akzeptanz in der Praxis stattfinden.

Ziel des Verbundvorhabens "Computergestützte Prognosen und Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz (ValiProg)" (FKZ 2819ABS100-101) ist eine grundlegende Validierung und Neuentwicklung einer Vielzahl von Entscheidungshilfesystemen; auch hier ist das JKI beteiligt. Exakte Prognosen können im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes zur Reduktion von chemischen Pflanzenschutzmitteln beitragen. Viele der auf das Prognoseergebnis einflussnehmenden Faktoren verändern sich u. a. aufgrund des Klimawandels. Außerdem entwickeln Schaderreger Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittel, Schadorganismen passen sich an bestehende Sortenresistenzen an und das Sorten- und Pflanzenschutzmittelspektrum verändert sich. Prognosehilfen müssen daher in regelmäßigen Abständen überprüft und angepasst werden, um ihre Aktualität und Treffergenauigkeit in der Praxis sicherzustellen.

Da derzeit noch keine frei zugänglichen Modelle und Entscheidungshilfen für die Prognose und Bekämpfung tierischer Schaderreger in den wichtigen Ackerbaukulturen Raps, Zuckerrübe und Mais zur Verfügung stehen, werden im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens "Entwicklung computergestützter Prognosemodelle und Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz zur Abschätzung des Befalls von Schadinsekten in Raps, Zuckerrübe und Mais (EntoProg)" (FKZ 2821ABS030-033) computergestützte Prognosemodelle und Entscheidungshilfen entwickelt, die seitens der Landwirte zur Abschätzung des Befalls durch Schadinsekten im Raps-, Zuckerrüben- und Maisanbau eingesetzt werden können. Von JKI, der Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP),

dem Fraunhofer Institut für Molekulare und Angewandte Ökologie und dem Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) werden Prognosemodelle und Entscheidungshilfen entwickelt, die das voraussichtliche Erstauftreten der Schadinsekten in Abhängigkeit von Standort, Bewirtschaftung, Sorte und Witterung) prognostizieren sollen. In Abhängigkeit des eingesetzten Bekämpfungsverfahrens sollen die Bekämpfungsnotwendigkeit und die optimale Terminierung der Maßnahme bestimmt werden. Bearbeitet werden Schädlinge an Raps (Rapserdfloh, Kohlschotenrüssler, gefleckter Kohltriebrüssler, Schwarzer Kohltriebrüssler, Rapsstängelrüssler, Rapsglanzkäfer, Kohlschotenmücke, Kohlfliege), Mais, (Maiszünsler) und Zuckerrübe (Grüne Pfirsichblattlaus als Überträger von Vergilbungsviren, Schilf-Glasflügelzikade als Überträger der Krankheit SBR (Syndrome Basses Richesses).

Das JKI-Projekt "Blattlaus-Identifikation durch Künstliche Intelligenz" hat zum Ziel, auf Basis von Deep Learning und dem Einsatz künstlicher Intelligenz Tools für die automatisierte Erkennung, Klassifizierung und Quantifizierung von Blattläusen aus Massenfängen, wie Saugfallen oder Gelbschalen, zu entwickeln. KI bietet für das Schädlingsmonitoring weitreichende Vorteile:

- → signifikante Reduktion der Bearbeitungszeit, weitestgehend unabhängig von Personal,
- → standardisierte Ergebnisse ohne individuellen Personenfehler,
- → Nutzung der KI an mehreren Standorten, z. B. allen Pflanzenschutzdiensten,
- → schnellere Detektion invasiver Schadinsekten dank zeitnaher Probenbearbeitung.

All diese Aspekte erlauben zukünftig eine Ausweitung des Monitorings und somit u. a. eine weitere Verbesserung von Warnhinweisen.

Für die Unkrautbekämpfung liegen bundesweit noch keine praxisreifen, softwarebasierten Entscheidungshilfen vor. Diese Lücke wird in dem JKI-Projekt InnoHerb adressiert und soll mit der "Praxiseinführung einer innovativen Entscheidungshilfe zum effizienten Einsatz von Herbiziden" geschlossen werden. InnoHerb basiert auf Entwicklungen und Validierungen vorangegangener Projekte und unterstützt Landwirte und Berater bei der Auswahl und Dosierung von Herbiziden in Weizen und Mais. Auf Basis von umfangreichen Herbizid-Wirkungsdaten und entsprechenden Algorithmen stellt das Programm sicher, dass Herbizide so gezielt und sparsam wie möglich (Empfehlungen von Dosierungen unterhalb der zugelassenen Aufwandmenge) eingesetzt werden. Die Ergebnisse konnten bereits zeigen, dass Landwirte die Behandlungsintensität signifikant und damit ihre Betriebskosten senken können, ohne den Bekämpfungserfolg bzw. Ertrag zu gefährden.

Im Projekt "Wissensbasierte Standortanalyse für ein umweltgerechtes Unkrautmanagement im integrierten Pflanzenbau (BETTER-WEEDS)" werden vom JKI und mehreren Kooperationspartnern Lösungsansätze für einen reduzierten Einsatz von chemisch-synthetischen Herbiziden und die gezielte Förderung einer hohen pflanzlichen Artenvielfalt auf Ackerflächen entwickelt. Hierfür müssen a) kostengünstige und zeiteffiziente Tools zur Erfassung verschiedener Pflanzenarten und -dichten verfügbar sein, b) flächenspezifische Informationen generiert werden, und c) aus Verteilungskarten konkrete Managementpläne abgeleitet werden. Für die Umsetzung des Vorhabens werden KI-Technologien eingesetzt, die besonders im Bereich der automatischen Bildklassifizierung als vielversprechend eingeschätzt werden.

Ein wichtiges Ziel der Forschungsaktivitäten des JKI ist die ganzheitliche Betrachtung aller Faktoren, die für gesunde Pflanzen erforderlich sind. Hierzu gehören Aspekte der funktionalen Biodiversität und Förderung von Nützlingen sowie die ökonomischen Bewertungen von nichtchemischen Verfahren. Das Projekt "Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonVia)" wird vom JKI in Zusammenarbeit mit dem Thünen-Institut und dem Informations- und Koordinationszentrum für biologische Vielfalt der BLE bearbeitet. Das Verbundvorhaben besteht aus drei Teilen:

- → Trendmonitoring basierend auf einem Stichprobenraster,
- → vertiefendes Monitoring zu ausgewählten Fragestellungen mit Schwerpunkt Insekten sowie
- → Citizen-Science, d. h. Mitwirkung von Landwirten, Verbänden und Bürgern).

An dem langfristig ausgerichteten Vorhaben sind acht Fachinstitute vom JKI mit insgesamt mehr als 40 Personen beteiligt. Im Teilvorhaben "Monitoring von Ackerunkräutern" werden Methoden entwickelt und bereitgestellt, um Unkräuter auf Ackerstandorten in einem nationalen Monitoringansatz zu erfassen. In den Teilvorhaben "Schadinsektenmonitoring" und "Nützlingsmonitoring" werden Methoden entwickelt und bereitgestellt, um Schadinsekten und Nützlinge in der Agrarlandschaft in einem Citizen-Science-Ansatz zu erfassen.

Die Effektivität von gezielt zur Nützlingsförderung angelegter Blühstreifen wird vom JKI in dem vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Projekt "Gezielte Insektenförderung für die Landwirtschaft (GIL)" auf einzelnen Betrieben untersucht, indem deren Einfluss auf die Insektendiversität und die Ökosystemdienstleistungen erfasst und mit Kontrollstreifen verglichen wird. Damit werden in der Fruchtfolge Winterweizen, Zuckerrübe und Kartoffel die langfristigen und nachhaltigen Effekte dieser Blühstreifen auf die Diversität evaluiert. Der Fokus liegt hierbei besonders auf dem Schädlings- und Nützlingsaufkommen. Parallel hierzu wird der Einfluss der Blühstreifen auf Erträge der Kulturen bestimmt.

Im JKI-Projekt "Digitales Warnsystem zur Rattenbefallsprävention auf landwirtschaftlichen Betrieben mit Resistenz (digiWRaP)" werden Wanderraten untersucht. Wanderratten (Rattus norvegicus) schädigen Vorratsgüter und sind Reservoire zahlreicher Tier- und Humanpathogene, weshalb sie auf landwirtschaftlichen Betrieben bekämpft werden müssen und weil auch Nachweise zum Rattenmanagement für Qualitätssysteme gefordert werden. In dem Projekt wird ein digitales Warnsystem entwickelt. Mit diesem können einwandernde Ratten zukünftig erkannt und mit Fallen gezielt bekämpft werden, bevor sich die Ratten auf den landwirtschaftlichen Betrieben etablieren. Damit kann die Anwendung von Rodentiziden und damit das Risiko für die Umwelt sowie für Nichtzielarten deutlich reduziert werden.

Aktivitäten der Länder

Im Ackerbau allgemein liegen die Forschungsschwerpunkte der Länder bei der Unkrautbekämpfung, dem biologischen Pflanzenschutz sowie bei vorbeugenden und physikalischen Maßnahmen. Der Pflanzenschutz wird zunehmend im integrierten Anbau betrachtet und nicht mehr nur als Einzelmaßnahme. Mehrfaktorielle Fragestellungen und Systembetrachtungen rücken verstärkt in den Fokus. Die Zusammenarbeit von Versuchseinrichtungen und Praxisbetrieben spielt eine zentrale Rolle für den Wissenstransfer.

Durch die Entwicklung neuer Methoden der Unkrautbekämpfung und der Nutzung von ackerbaulichen Maßnahmen soll die Anwendung von Herbiziden reduziert oder sogar ganz darauf verzichtet werden. Als Beispiel ist hier die Thematik Ackerfuchsschwanzbekämpfung zu nennen, bei der ackerbauliche Maßnahmen wie das flache Saatbett aber auch neue Ansätze wie die Aussaat bei Nacht getestet werden. Auch die Ausrichtung auf mechanische Verfahren zur Unkrautbekämpfung wird in den Ländern thematisiert und in Kleinparzellen, sowie in großflächigen Praxisanlagen durchgeführt. Dabei werden Striegel- und Hackkombinationen mit unterschiedlichsten Werkzeugen getestet, sowie innovative Verfahren mit Bandspritzung in der Reihe und Hacktechnik zwischen den Reihen.

Bei den biologischen Pflanzenschutzverfahren liegt der Fokus bei der Anwendung von Naturstoffen zur Schaderregerreduzierung und bei der Nutzung von Biostimulanzien als Pflanzenstärkungsmittel.

Im Bereich der vorbeugenden und physikalischen Maßnahmen werden in den Ländern u. a. verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten getestet, die Wechselwirkung bei unterschiedlichen Saatzeitpunkten untersucht und der Einfluss der Sortenwahl überprüft. Der Einsatz von elektronenbehandeltem Saatgut ist ebenfalls ein großes Thema bei den Forschungsaktivitäten der Länder.

Die Länder beteiligen sich mit Evaluierungsversuchen an zahlreichen Forschungsprojekten der ZEPP und helfen bei der Überprüfung von Prognosemodellen und der Anpassung an die Praxisanforderungen. Weiterhin gibt es Kooperationen der Länder untereinander, wie die Ringversuchsgruppe der Länder Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, die gemeinsame Versuchsvorhaben abstimmen und die Ergebnisse in Beratungsbroschüren und Fachvorträgen einfließen lassen.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Ein neuartiges und alternatives, thermisches Unkrautbekämpfungsverfahren für den selektiven Einsatz in Reihenkulturen wird am Institut für Landtechnik der Universität Bonn im Forschungsvorhabens "Entwicklung eines Applikationssystems zur selektiven, thermischen Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen mit Pflanzenöl" untersucht. Ziel ist es, geeignete Pflanzenöle zu ermitteln sowie eine Laborapplikationseinrichtung zu entwickeln, die ein effizientes Erwärmen und präzises Applizieren ermöglicht, um in nachfolgenden Versuchen eine deutliche Schädigung ackertypischer Unkrautpflanzen zu erwirken. In einem ersten Schritt werden technische Einflussparameter wie beispielweise Fallhöhe, Öltemperatur, Tropfengröße und Anlagerungsverhalten bei einer Heißölapplikation untersucht sowie eine wirtschaftliche Bewertung bezogen auf Energieeinsatz, Aufwandmenge und Bekämpfungserfolg durchgeführt. Die verwendeten Öle müssen auch bei niedrigen Temperaturen über günstige Fließeigenschaften verfügen und dürfen bei Raumtemperatur nicht erstarren, da ansonsten Düsen und Ventile der Applikationstechnik verkleben können. Es hat sich gezeigt, dass Raps- und Sonnenblumenöl besonders gut für Heißölapplikation geeignet sind. Ein weiterer Schwerpunkt des Vorhabens ist die Entwicklung und technische Erprobung eines Laborversuchsstandes zur thermischen Unkrautbekämpfung.

Biostimulanzien dienen der Verbesserung der Ernährungsprozesse von Pflanzen u. a. durch Vitalitätsförderung bei Nährstoffmangel, Wuchsförderung über Verbesserung der Nährstoffaufnahme oder durch die Förderung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Stress. Der Pflanzenschutzdienst Hessen führt verschiedenen Versuche zum Thema "Biostimulantien als Ergänzung im konventionellen Ackerbau" durch, u. a.

- → Wirkung von drei Mitteln mit biologischer Basis auf den Ertrag in Kartoffeln in einem Gefäßversuch,
- → Fungizidvergleich mit einer ökologischen Variante in Winterweizen im Freiland,
- → mikrobiologische Beizung in Winterweizen im Freiland,
- → Sorten- und Fungizidvergleich mit Biostimulanzien bei der Bekämpfung von Ährenfusarium.

Die Versuche zeigen, dass funktionierende Biostimulanzien den integrierten Pflanzenschutz unterstützen können. Jedoch beeinflussen Faktoren wie Witterung, Bodenbeschaffenheit, Fruchtfolge und Kultur die Wirkung stärker als bei den "normalen" Pflanzenschutzmitteln. Auch ackerbauliche Maßnahmen müssen stärker in Kombination mit den Biostimulanzien überprüft werden.

In Rheinland-Pfalz findet an rund 320 Standorten ein **umfangreiches landesweites Schaderregermonitoring** statt, mit dessen Hilfe das Auftreten und die Dynamik wichtiger ackerbaulicher Schadorganismen digital erfasst und den Landwirten in Echtzeit bzw. im Rahmen von Informationen des Warndienstes zur Verfügung gestellt wird. Die erhobenen Daten werden ebenfalls zur stetigen Validierung von Prognosemodellen genutzt.

Neben dem landesweiten Monitoring sammelt das Projekt "Digitales Schaderregermonitoring" durch die digitale Vernetzung, Bündelung und Transfer von Monitoringergebnissen weitere Daten über Auftreten und die Populationsdynamik von Schaderregern im Ackerbau. Dadurch können eine höhere Effizienz und Sicherheit beim Warnen von wichtigen Schaderregern ermöglicht werden. Das Projekt ermöglicht den Betrieben eine bessere Integration nichtchemischer Maßnahmen bei sich ändernden Umwelt- und Schaderregerbedingungen.

3.1.1 Getreide

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Im Bereich Getreide liegt ein Förderschwerpunkt des BMEL auf der Pflanzenzüchtung. Hier werden widerstandfähige und standortangepasste Arten und Sorten, wie beispielsweise virusresistente Weizensorten entwickelt. Auch werden Sortenresistenzen beispielsweise gegenüber Gelbrost, WDV (Wheat dwarf virus) oder Septoria-Blattdürre, Resistenzpotenziale oder Toleranzgene und –quellen ermittelt, Marker-Merkmals-Assoziationen z. B. für Braun-und Gelbrostresistenzgene identifiziert und komplexe Wechselwirkungen zwischen Genetik, nützlichen Mikroorganismen und pflanzlichem Immunsystem untersucht.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Unkrautbekämpfung. Es werden verschiedene mechanische Verfahren zur Unkrautbekämpfung getestet wie beispielsweise der Einsatz vom Striegel oder der Hacke. Auch werden neue Verfahren wie z. B. ein sensorgestütztes automatisches Hacksystem mit engen Reihenabständen (12 – 15 cm) entwickelt.

Auch Projekte zu vorbeugenden und physikalischen Maßnahmen sowie zum biologischen Pflanzenschutz im Getreide werden gefördert. Als vorbeugende Maßnahmen werden die Sortenwahl (beispielsweise der Anbau resistenter Sorten), die Fruchtfolge, die Abhängigkeit vom Klimawandel - insbesondere Trocken- und Hitzestress-, die verbesserte Standfestigkeit bei Starkregenereignissen sowie die Resistenz vor biotischem Stress näher betrachtet. Bei den physikalischen Maßnahmen werden Versuche zu der nichtchemischen Beizung von Saatgut über eine Elektronenbehandlung mit einer neuartigen, preiswerten Elektronenquelle durchgeführt. Im biologischen Pflanzenschutz werden u. a. Versuche zur gezielten Isolierung Nematoden-pathogener Pilze aus Eiern pflanzenparasitärer Nematoden gefördert, wobei sich diese Arbeiten neben Weizen auch auf Kartoffeln und Zuckerrübe erstrecken.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Ziel des Verbundvorhabens "Autonome Kamera-Steuerung einer Hacke zur Unkrautbekämpfung in Getreide (Hackroboter)" (FKZ 2814900815-915) ist es, neue automatische Steuerungssysteme für Hacken in Getreide mit engen Reihenabständen von 12-15 cm zu entwickeln und in die landwirtschaftliche Praxis einzuführen. Dafür soll ein kameragesteuerter Roboter für den Einsatz der Hacke in Getreide entwickelt werden. Unkrauthacken werden in Getreide bislang bei Reihenweiten von mehr als 20 cm eingesetzt. Der Kornertrag bei solch weiten Reihenabständen ist geringer als bei konventionellen Reihenweiten von 12-15 cm. Die Wirksamkeit konventioneller Hacken war bisher relativ gering, weil sie nicht nahe an die Kulturpflanze herangeführt werden konnten, da sonst Schäden an den Getreidepflanzen auftreten. Sensorgestützte automatische Hacksysteme können die Genauigkeit der Reihenführung erheblich erhöhen, und somit den Bekämpfungserfolg gegen Unkräuter verbessern und Schäden an den Getreidekulturen vermeiden. Solche automatischen Hacksysteme haben etwa die doppelte Flächenleistung wie konventionelle Hacken, weil die Fahrgeschwindigkeit mehr als verdoppelt werden kann. Das Vorhaben startete am 06. Februar 2017 und endete am 30. Juni 2021.

Ziel des Verbundvorhabens "Sensorgestützte online Detektion von Krankheiten im Getreide (FungiDetect)" (FKZ 2815705615-815) ist die Entwicklung eines sensorgestützten praxistauglichen Verfahrens zur frühen Erkennung von Gelbrostnestern in Winterweizen. Optische Fahrzeug- und UAV-getragene Sensoren werden getestet. Für eine krankheitsbezogene Bekämpfungsentscheidung ist neben der Detektion des Krankheitsnestes auch die Information über verschiedene Pflanzenparameter wie Pflanzenoberfläche oder Pflanzenhöhe notwendig. Dies dient zur Beurteilung der lokalen Zielfläche, die von der Spritzflüssigkeit benetzt werden muss und der Beurteilung der Ertragserwartung. Im Verbundprojekt werden mehrere Sensoren eingesetzt, die erhebliche Datenmengen ortsspezifisch erfassen. Diese Datenmengen müssen für den Landwirt hinsichtlich einer Bekämpfungsentscheidung aufbereitet und für eine spätere Anwendung bereitgestellt werden. Dazu wird ein Datenauswertungs- und Managementsystem auf der Basis von 'Agroport' der Firma AgriCon entwickelt. In Feldversuchen werden in den drei aufeinanderfolgenden Projektjahren punktuell künstliche Infektionen mit einer Sporensuspension des Weizengelbrostes durchgeführt. Die Farbveränderungen an der Bestandesoberfläche (horizontal) wird mit Hilfe einer RGB-Farbbildkamera und einer Multispektralkamera fahrzeuggestützt sowie mit einer RGB-Kamera UAV-gestützt erfasst. Aus den Bilddaten wird ein Klassifizierungsalgorithmus entwickelt, der die erkrankten Flächen erkennt. Um die vertikale Farbinformation innerhalb des Getreidebestandes zu erfassen, wird ein RGB-Vertikalsensor, der an ein Trägerfahrzeug installiert ist, getestet. Ein neuer Prototyp eines R/IR-Vertikalsensors wird entwickelt, der zusätzlich die Reflexion im infraroten Wellenlängenbereich misst. Im Prototyp 'Agroport Fusion' der Firma AgriCon werden die Messwerte der verschiedenen Sensoren eingelesen, verwaltet und interaktiv ausgewertet, um den Landwirt bei der Bekämpfungsentscheidung zu unterstützen.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Bei Hafer wird im Projekt "Monitoring der Fusariumarten und Entwicklung genomischer Werkzeuge zur effektiveren Züchtung von Saathafer (FUGE)" (FKZ 28AIN02A20) an der Erforschung der komplexen

Resistenzen gegen Fusarium, Flugbrand und Mehltau, kombiniert mit Prebreeding geforscht. Die Fusariumresistenz ist ein wichtiges Kriterium für den Markterfolg einer Sorte und ein wichtiges Zuchtziel. Für eine Intensivierung der Haferzüchtung müssen neue genomische Werkzeuge entwickelt werden. Das Vorkommen von Fusariumarten und Mykotoxinen am Hafer wird deutschlandweit untersucht und die Detoxifikation als Ursache für Resistenzunterschiede erforscht. An einem ausgewählten Sortiment von Hafersorten wird die Resistenz gegen drei Fusariumarten geprüft. Unter Einbindung modernen Zuchtmaterials soll eine Kombination von Speedbreeding und Rekurrenter Genomischer Selektion (RGS) auf Fusariumresistenz und Kornertrag etabliert werden.

Im langfristigen Forschungsvorhaben "Schaffung von züchterisch adaptiertem Keimplasma bei Wintertriticale mit hoher Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Kornqualität" werden Triticale-Linien mit hoher Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Auswuchsfestigkeit entwickelt. Die Resistenz gegenüber Fusarium culmorum, als Beitrag zum nichtchemischen Pflanzenschutz, wird evaluiert. Es konnten bereits einige potenzielle Resistenzquellen selektiert werden, die über geeignete Kreuzungsprogramme mit Leistungssorten kombiniert werden. Nachkommen aus der Kreuzung primärer Triticale mit leistungsstarken sekundären Triticale werden züchterisch weiterbearbeitet sowie Genbankherkünfte evaluiert und durch geeignete Kreuzungsprogramme erschlossen.

Pflanzengenetische Ressourcen (PGR) stellen eine wertvolle Quelle für die Inwertsetzung von Genvarianten für agronomisch relevante Merkmale dar. Das Projekt "Präzisionszüchtungsstrategien zur Minimierung der Mutterkornproblematik in Hybridroggen (PREMIUM)" trägt zur züchterischen Optimierung von Hybridroggen bei. Es leistet hierbei einen innovativen Beitrag zur Nutzung der in genetischen Ressourcen des Roggens vorhandenen Biodiversität. So ist das Projekt PREMIUM wichtig für den vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutz, indem genetische Ansätze entwickelt werden, mit denen Hybridroggen weitestgehend frei von Mutterkorn produziert werden kann.

Das Ziel eines weiteren JKI-Forschungsvorhabens "Entwicklung von standfestem und klimaangepasstem Roggen - ein Beitrag zur nachhaltigen Getreideproduktion in marginalen Umwelten (RYE-SUS)" (FKZ 031B0812B) ist es, die Wuchshöhe - ein wichtiges Merkmal der Pflanzenarchitektur um das Ertragspotenzial von Getreide zu verbessern - auf nichtchemischem Weg zu reduzieren. Mit Hilfe des Kurzstrohgens Ddw1 werden erstmals Halbzwerge auf Basis des Pampa-Zytoplasmas mit höchstem Restorerindex entwickelt. Die neuen Genotypen mit optimiertem Ernteindex erhöhen das Ertragspotenzial und verbessern die Ressourceneffizienz von Roggen durch Nutzung von Heterosis und die Mobilisierung eines größeren Teils der gesamten Assimilate in das Korn. Standfeste, kurzstrohige Genotypen verbessern die Roggenproduktion nachhaltig, indem sie Ertragshöhe und -qualität sichern, Kosten und Energie für die Trocknung von Getreide sparen und Umweltbelastungen durch Verzicht auf chemische Wachstumsregler reduzieren.

Das durch die Zwergzikadenart *Psammotettix alienus* übertragenen Weizenverzwergungsvirus (Wheat dwarf virus, WDV), kann bei Gerste und Weichweizen erhebliche Ertragsverluste verursachen und wird im Zuge des Klimawandels und der damit verbundenen stärkeren Aktivität der Vektoren in den kommenden Jahren zunehmen. Derzeit sind für den Anbau keine Weizen- oder Gerstensorten verfügbar, die Resistenz bzw. Toleranz gegenüber dem WDV-Virus aufweisen. Im Rahmen des Projektes "CICABO – Untersuchung der genetischen Resistenz gegen das Weizenverzwergungsvirus bei Gerste und Winterweizen" werden mehrere Weizen- und Gerstenpopulationen einem breit angelegten Screening im Feld, im Gazehaus sowie im Gewächshaus unterzogen. Ziel ist es, im Rahmen von Assoziationsstudien und bi-parentalem QTL-Mapping Resistenzfaktoren zu identifizieren und entsprechende molekulargenetische Marker zu entwickeln. Im Projekt "WDV-MAS – Markergestützte Selektion auf WDV-Toleranz in Weizen (*Triticum aestivum*) und deren Übertragung in die praktische Weizenzüchtung" sollen Chromosomenregionen identifiziert werden, die an der Ausprägung der WDV-Toleranz beteiligt sind. Anhand der zu entwickelnden molekularen Marker sollen Züchtungsunternehmen in die Lage versetzt werden, in ihren Zuchtprogrammen WDV-tolerante Linien effektiv selektieren zu können.

Das PrimedWeizen-Konsortium "PrimedWeizen - Phänotypisierung und genomische Analyse von genetisch charakterisierten Weizengenotypen für die Endophyten-induzierte Ertragsverbesserung und Priming-

Kapazität" zielt darauf ab, die genetische Variabilität von Weizen hinsichtlich der Reaktion auf nützliche Bodenmikroorganismen (Mikrobiom) systematisch zu erfassen und in Zukunft züchterisch zu nutzen. Nützliche Mikroorganismen können in Pflanzen eine Reaktion, das sogenannte Priming, auslösen, welches sich agronomisch in einer Zunahme der Biomasse (Ertrag) und einer erhöhten Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge manifestiert. Die Genetik dieses Phänomens ist schwer fassbar, eine diesbezügliche Aufklärung und nachfolgende züchterische Nutzung könnte jedoch zu einer beträchtlichen Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutz- und Düngemitteln beitragen. In PrimedWeizen werden komplexe Wechselwirkungen zwischen (i) Weizengenetik, (ii) nützlichen Mikroorganismen und (iii) pflanzlichem Immunsystem untersucht.

Im Projekt "MultiResist GS - Kombination von Septoria, Fusarium, und DTR Resistenzen in Eliteweizen durch genomische Selektion" ist vorgesehen, zuchtmethodische Strategien zu entwickeln, die bisherige Schwachpunkte der Marker-gestützten Rückkreuzung überwinden. So wurden zwar bereits Resistenzen gegen die Septoria Blattdürre, gegen Ährenfusariosen, sowie gegen *Pyrenophora tritici repentis* identifiziert und charakterisiert. Die Resistenzdonoren können jedoch wegen Defiziten in agronomischen Merkmalen, Qualität und Ertrag nicht als Kreuzungseltern zur Erzeugung von Linien mit Sortenpotential verwendet werden. Denn mit Marker-gestützter Rückkreuzung erzeugte Linien können zwar das Leistungsniveau des Eliteelters erreichen, aufgrund der langen Dauer des Verfahrens jedoch selten das Leistungsniveau der jeweils besten aktuellen Linien. Darüber hinaus lässt sich die Methode nur auf wenige Zielgene anwenden, die aus einem Donor stammen. Die Ziele von MultiResist GS sind (1) die Entwicklung von zuchtmethodischen Strategien zur Kombination von Resistenzen und Leistungsmerkmalen mit Methoden der genomischen Selektion in Weizen sowie (2) die Verfügbarmachung vorhandener Resistenzen in Elitezuchtmaterial.

Im BMBF-geförderten Verbundprojekt "Genomik-basierte Nutzung der genetischen Ressourcen von Weizen für die Pflanzenzüchtung (GeneBank 2.0)" wird im JKI die Weizensammlung der Genbank des IPK Gatersleben für die Züchtung über einen integrierten Ansatz der Genomik, Phenomik, Biodiversitätsinformatik und des Präzision-PreBreeding erschlossen, um bisher nicht genutzte Resistenzen zu identifizieren. Hierzu werden mehrere Tausend Weizenakzessionen, hinsichtlich ihrer Braun- und Gelbrostresistenz mittels Macrobot – eine digitale Phänotypisierungsmethode für Blattsegmente – durchmustert. Resistente Genotypen werden mikroskopisch und molekular untersucht und die genetischen Determinanten der identifizierten Resistenzen per genomweite Assoziationsstudie (GWAS) eingegrenzt.

Hauptziel des Verbundvorhabens "Strategien zum Schutz von Getreide vor klimabedingt zunehmenden Pilzkrankheiten (Getreide Protekt)" ist es, Gelb- und Schwarzrostpopulationen auf ihre genetische Diversität zu analysieren und innovative, markerbasierte Methoden zur Selektion resistenter Weizen- und Triticalepopulationen zu entwickeln. Dazu wird ein Pathogen-Screening zum Aufbau eines Frühwarnsystems für aggressive Rostrassen durchgeführt und neues Zuchtmaterial mit Mehrfachresistenz gegen Pilzkrankheiten selektiert. Damit leistet das Projekt einen aktiven Beitrag zur umweltfreundlichen und nachhaltigen Pflanzenproduktion unter den neuen Bedingungen des globalen Klimawandels.

Im Rahmen des Projektes "RustWatch" wird ein europäisches Netzwerk aus Wissenschaft, Beratung, Züchtung und Industrie entwickelt. In den europäischen Diagnoselaboren werden effektivere Methoden der Rassen- und Genotypenanalyse etabliert, die Prüfmethoden angeglichen und die Prüfkapazitäten erhöht. Das entwickelte Frühwarnsystem sowie die zusätzlich geschaffenen Labor- und Feldkapazitäten sollen auch nach Ende des Projektes für die großräumige Überwachung sowie eine effizientere Prävention und Bekämpfung von Rostkrankheiten genutzt werden. Damit leistet das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Sicherung einer qualitativ hochwertigen Weizenproduktion in Europa.

Das Projekt "MORGEN" hat genetische Faktoren der Trockenstresstoleranz und der Pathogenanfälligkeit der Gerste im Blick. Hierbei soll untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen Genen, die an der Trockenstressantwort bzw. für die Pathogentoleranz beteiligt sind. Zudem werden biologische Präparate, die diese Toleranzeigenschaften unterstützen, erforscht und entwickelt. Um die potentiellen multifaktoriellen Parameter zu erfassen, werden prozessbasierte Pflanzenwachstumsmodelle entwickelt. Genotypen mit

vorteilhaften Eigenschaften, sogenannte Ideotypen, können dann im Computermodel in diversen Umwelten und unter zukünftigen Klimaszenarien getestet werden.

In den Projekten "Untersuchungen zum Einsatz natürlicher Pflanzenschutzmittel aus Nadelholzrinde (Tannine) zur Bekämpfung pilzlicher Erkrankungen (TanniProtect)" (JKI in Kooperation mit der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.) und "Untersuchungen zur Verringerung des Fusarium-Inokulums zur Vermeidung von Fusarium-Ähreninfektionen durch alternative Substanzen (FusaStop)" (JKI in Kooperation mit K+S Minerals) wurden Untersuchungen zur Wirksamkeit alternativer Wirkstoffe (Tannine aus der Nadelholzrinde und von Magnesiumchlorid) durchgeführt. Beide Substanzen und deren Derivate wurden gegen verschiedene pilzliche Pathogene, die Weizen, Gerste, Raps, Zuckerrübe oder Mais infizieren können, untersucht. Betrachtet wurden die bedeutenden Schadpilze aus der Gruppe der Ascomyceten (z. B. Mycosphaerella sp; Sclerotinia sp., Fusarium sp., und Basidiomyceten (Puccinia sp.).

Die fortschreitende Resistenzentwicklung bei wichtigen Unkräutern wie Acker-Fuchsschwanz stellt viele Betriebe bei der Unkrautkontrolle im Getreideanbau vor große Herausforderungen. In Zukunft werden daher vermehrt innovative Verfahren für eine nichtchemische Unkrautkontrolle an Bedeutung gewinnen. Um eine langfristige Senkung der Unkrautdichte zu erreichen kann eine Reduzierung des Sameneintrages in die Bodensamenbank eine alternative Maßnahme darstellen. Am JKI wurden in den Jahren 2020-2022 das mechanische Abschneiden der Unkraut-Samenstände über dem Bestand (**Top Cut collect**) und das Zerstören der Unkrautsamen bei der Ernte (**Harvest Weed Seed Control**) für den praktischen Feldeinsatz getestet. Abhängig von der Unkrautart und den Einsatzbedingungen können mit den untersuchten Maßnahmen bis zu 84 % der gebildeten Unkrautsamen von der Fläche entfernt (TopCut collect) oder bis zu 51 % der Samen bei der Ernte zerstört werden. Auf Standorten mit hohen Ungras-Dichten kann die wiederholte Anwendung der beiden Verfahren daher dazu beitragen, den Sameneintrag in den Bodensamenvorrat nachhaltig zu reduzieren und so das Unkrautvorkommen in der Kultur zu reduzieren.

Aktivitäten der Länder

Im Bereich Getreide befasst sich ein großer Teil der Forschungsaktivitäten mit vorbeugenden Maßnahmen. Im Fokus stehen hier eine geeignete Sortenwahl und eine optimierte Kulturführung. Bei der Wahl einer geeigneten Sorte ist u. a. auf die Anfälligkeit bzw. Toleranz gegenüber Krankheiten sowie auf weitere Eigenschaften zu achten. Auch der Aussaattermin oder die Pflanzendichte sind beispielsweise Maßnahmen in der Kulturführung, die einen signifikanten Einfluss auf die Pflanzengesundheit haben. Daneben ist eine vielfältige, auf die jeweiligen Standortbedingungen abgestimmte Fruchtfolge eine wichtige Maßnahme zur Erhaltung der Pflanzengesundheit und zur Unkrautregulierung.

Weiterhin forschen die Länder zu den Themen physikalische Maßnahmen, biologischer Pflanzenschutz sowie Prognose und Entscheidungshilfen. Bei den physikalischen Maßnahmen werden Versuche zu der Beizung von Saatgut (Elektronenbehandlung sowie biologische Beizung) und zur mechanischen Unkrautbekämpfung durchgeführt. Beim biologischen Pflanzenschutz wird der Einsatz von Biologicals und von Biostimulanzien untersucht. Sie werden als alternative Behandlungsstrategie zur Bekämpfung von Blattkrankheiten oder Ährenfusariosen eingesetzt.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Beim Thüringer Landesprojektes "Einsatzreduzierung von Herbiziden durch die Anwendung von mechanischen Alternativverfahren einschließlich der Kommunikationswege" handelt es sich um ein Demonstrationsprojekt, in dem die teilnehmenden Thüringer Betriebe neueste Erkenntnisse und Verfahren im Bereich der mechanischen Unkrautbekämpfung auf ausgewählten Flächen umsetzen. Im Fokus steht eine realistische Einschätzung der verfügbaren technischen Optionen unter den Bedingungen und Anforderungen Thüringer Betriebe. Angestrebt wird ein offener und zielführender Austausch zwischen den Landwirten unabhängig von deren Produktionsweise, der Beratung sowie der Verwaltung. Dieses Wissen wird zusammen mit und für die Praxis erarbeitet. Hierbei steht die Bearbeitung folgender Teilvorhaben im Vordergrund:

- → Aufbau eines Netzwerkes von neun Praxisbetrieben, die über entsprechende Technik verfügen,
- → Aufbau von Kommunikationsstrukturen,
- → Analyse der Verfügbarkeit von moderner Gerätetechnik zur mechanischen Unkrautbekämpfung im Landhandel,
- → Durchführung einer Literaturrecherche zu Möglichkeiten der Anwendung von mechanischen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen,
- → Durchführung begleitender Feldversuche in Praxisbetrieben.

Bei dem Versuch "Einsatz von Biostimulation zur Stärkung der Pflanzen bei extremer Witterung" in Brandenburg werden Biostimulanzien und Pflanzenstärkungsmittel in Winterroggen und weiteren Getreidearten eingesetzt. Die Versuche zeigen, dass Biostimulanzien eine positive Wirkung auf die Entwicklung und Gesunderhaltung der Pflanzen haben können. Die behandelten Pflanzen machen einen vitaleren Gesamteindruck und ihr Blattapparat wird etwas länger grün gehalten. Ob sich diese Beobachtungen auch positiv auf den Ertrag auswirken ist noch nicht geklärt.

In Versuchen der Ringversuchsgruppe wurde das Thema "Saatgutbehandlung zur Bekämpfung boden- und samenbürtiger Erreger mit chemischen und alternativen Verfahren" untersucht. Neben dem Verfahren der Elektronenbehandlung, kamen auch biologische Beizen zum Einsatz, die bodenbürtige Erreger verdrängen und das Pflanzenwachstum begünstigen sollen. Problematisch ist die Bekämpfung samenbürtiger Erreger (wie z. B. Flugbrand) im biologischen Bereich.

Sowohl in Brandenburg, als auch im Rahmen der Ringversuche wurden biologische Alternativen in der Fungizidstrategie untersucht. Zum einen als Kombination mit chemischen Pflanzenschutzmitteln, zum anderen auch als rein biologische Varianten zur Krankheitsregulierung. Der Einsatz biologischer Fungizide ist stark von der Witterung abhängig, sollte nach Möglichkeit vorbeugend erfolgen und orientiert sich nicht an den üblichen Bekämpfungsrichtwerten. Zudem ist die Wirksamkeit und Dauerwirkung deutlich geringer im Vergleich zu chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln, was eine sorgfältige, regelmäßige Bestandesüberwachung unerlässlich macht.

Der Versuch zu "Anwendungsstrategien zur standortangepassten Wuchsregulierung im Winterroggen mit chemisch-synthetischen und biologischen Varianten" prüft die Möglichkeit den Aufwand an chemischsynthetischen Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren bzw. durch biologische Alternativen zu ersetzen. Dabei kamen Silizium-Präparate zum Einsatz, die sich zwar nicht auf die Wuchshöhe auswirken, sich aber in die Halmwände einlagern und diese stabilisieren. Unterschiede in der Standfestigkeit konnten in den letzten zwei Jahren nicht festgestellt werden, jedoch gab es in dieser Zeit auch kaum Lagerereignisse.

Bei der "Anwendung von Mikronährstoffen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen abiotischen und biotischen Stress" in Rheinland-Pfalz wurden verschiedene Kombinationen aus Makro- und Mikronährstoffen in Wintergerste getestet. Bei starker Globalstrahlung und dem Auftreten von Krankheitserregern konnten positive Effekte durch Mikronährstoffe erzielt werden. Diese waren aus der ausgewogeneren Ernährungssituation der Pflanzen abzuleiten. Im nächsten Schritt sollen durch NDVI-Karten und die Kooperation mit Betrieben auch Applikationskartenversuche mit anschließender Großparzellenernte (Ertragskartierung) durchgeführt werden.

Durch den Versuch "Alternative Wachstumsregler im Wintergetreide" in Rheinland-Pfalz, sollten mögliche Grenzen und Wirksamkeiten von nichtchemischen Präparaten wie Silizium in Wintergerste und Winterweizen getestet werden. Fast alle getesteten Substanzen hatten keine Wirkung. Hingegen konnte bei der Doppelbehandlung mit Silizium keine klassische "Einkürzung" festgestellt werden, jedoch eine Erhöhung der Stabilität der Getreidebestände.

3.1.2 Mais, Kartoffel, Zuckerrübe

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Auch bei den Hackfrüchten werden Vorhaben aus den Bereichen Pflanzenzüchtung, Unkrautbekämpfung sowie biologischer Pflanzenschutz gefördert. In der Pflanzenzüchtung liegt der Fokus auf der Resistenzzüchtung beispielsweise gegenüber Cercospora-Blattflecken (Zuckerrübe), gegenüber Fusarium-Kolbenfäule-Komplex (Mais) oder gegenüber dem Kartoffelkäfer und Kartoffelerdflohkäfer. Es werden Untersuchungen zur Identifizierung von Resistenzen und Toleranzen sowie zur Marker-gestützten Selektion durchgeführt, mit dem Ziel widerstandsfähige und standortangepasste Arten und Sorten zu entwickeln. Bei der Unkrautbekämpfung liegt der Schwerpunkt bei der Zuckerrübe. Im Mais laufen Versuche zur mechanischen Stoppelbearbeitung, zur mechanischen Unkrautbekämpfung (z. B. Einsatz von Hackgeräten) und zum Mulchen der Feldraine; bei der Zuckerrübe werden verschiedenen Verfahrenskombinationen entwickelt, erprobt und bewertet. Auch wird Sä-, Hack- und Spritztechnik an eine Roboterplattform angebaut und getestet. Eine thermische Krautminderung mittels der Electroherb-Technik wird im Kartoffelanbau entwickelt. Bei dieser Technik werden die Unkrautpflanzen durch eine hohe elektrische Spannung bzw. Stromstoß ausgetrocknet.

Im Projekt "MycoNem" sollen biologische Bekämpfungsmöglichkeiten pflanzenparasitärer Zystennematoden der Gattungen Heterodera und Globodera und Wurzelgallennematoden der Gattung Meloidogyne erforscht und entwickelt werden. Eine vom JKI entwickelte Methode ermöglicht die gezielte Isolierung nematodenpathogener Pilze aus Eiern pflanzenparasitärer Nematoden. Im Projekt werden weitere antagonistische Pilze aus Nematoden, die Kartoffeln, Zuckerrübe, Tomate oder Getreide schädigen, isoliert. Neben Gewächshausversuchen zum antagonistischen Potential aller isolierten nematodenpathogener Pilzstämme und der Aufklärung der sekundären Inhaltsstoffe der Pilze, die in eine Risikobewertung einfließen, werden die am besten geeigneten ausgewählt, Fermentierungsverfahren für die Produktion im größeren Maßstab und Formulierungsverfahren für die Anwendung im Feld entwickelt, und die Wirksamkeit der Prototypen durch Pilotversuche im Feld untersucht. Wegen des Fehlens chemisch-synthetischer Nematizide haben wirksame Biokontrollmittel gegen Nematoden gute ökonomische Erfolgsaussichten und können einen wichtigen Beitrag zu einem nachhaltigeren Pflanzenschutz liefern.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem biologischen Pflanzenschutz. Bei der Kartoffel und im Mais laufen Testungen zu Kapselformulierungen für die Attract-and-Kill-Strategie (siehe Projektbeispiel unten). Für den Zuckerrüben- und Kartoffelanbau werden neue biologische Bekämpfungsstrategien gegen pflanzenparasitäre Nematoden durch die Anwendung neuer, gezielt aus Nematodeneiern isolierten pilzlichen Antagonisten entwickelt. Bei der Kartoffel wird zusätzlich der Einsatz von Mikroorganismen und biotechnologischen Fungiziden untersucht. In der Zuckerrübe wird ein RNAi-Spray für die Blattlausbekämpfung entwickelt. Im Maisanbau werden Versuche zur nichtchemischen Saatgutbehandlung durchgeführt, bei dem das Saatgut mit Mikroorganismen in Kombination mit physikalischen Verfahren (Elektronenbeizung) behandelt wird.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

In den letzten Jahren haben die Drahtwurmschäden im konventionellen und ökologischen Kartoffelanbau teilweise existenzbedrohende Ausmaße angenommen. Effektive Bekämpfungsstrategien stehen gegenwärtig nicht zur Verfügung. Im Verbundvorhaben "Optimierung einer Attract und Kill-Strategie zur Drahtwurm-Kontrolle im Kartoffelanbau als Beitrag zum nachhaltigen Pflanzenschutz (ATTRACT)" (FKZ 2814906715-2814907215) wurde ein innovativer Lösungsansatz zur Bekämpfung entwickelt. Auf der Basis einer Attract und Kill-Kapsel wird der Schädling durch einen attraktiven Wirkstoff angelockt und mittels eines entomopathogenen Pilzes abgetötet. Im Projekt wurde die Kapselformulierung unter Verwendung weiterer Hilfsstoffe optimiert und abiotische und biotische Parameter untersucht, die bei der Ausbringung im Feld einen Einfluss auf die Effizienz der Kapseln haben könnten.

Im Verbundvorhaben "Entwicklung nicht-chemischer Saatgutbehandlungsverfahren zur Kontrolle samenund bodenbürtiger Pathogene an Mais (SaatMaisPlus)" (FKZ 2814902315-715) wurde die Saatgutbehandlung mit Mikroorganismen mit dem physikalischen Verfahren der Elektronenbeizung kombiniert. Es wurde einerseits das Verfahren der Elektronenbeizung an das Maissaatgut angepasst, andererseits wurden solche Mikroorganismen eingesetzt, die nach Applikation an das Saatgut eine Wirksamkeit gegen die genannten Pathogene besitzen. Die Wirksamkeit der Einzelverfahren bzw. ihrer Kombinationen wurde in Gewächshausund Feldversuchen charakterisiert. Mit molekularen Methoden wurden der Gehalt und die Verteilung der Fusarien in der Maispflanze unter dem Einfluss der Behandlungen untersucht. In weiteren Laborversuchen wurden die antagonistischen Mikroorganismen hinsichtlich Eigenschaften wie Wurzelbesiedlungsvermögen, die für die Wirksamkeit wichtig sind, charakterisiert.

In dem Vorhaben "Unkrautregulierung im Silomaisanbau durch präventive, systemare Maßnahmen in der Fruchtfolge- und Anbaugestaltung" (FKZ 2815OE128, 2815OE129, 2815OE093) wird die Unkrautregulierung im Silomaisanbau, eines der bedeutendsten Anbauprobleme besonders im Ökologischen Landbau, durch einen präventiven Ansatz in der Fruchtfolge- und Anbaugestaltung optimiert. Dazu wird die systemare Untersuchung eines Fruchtfolgegliedes aus Wintererbsen in Reinsaat oder im Gemenge mit Triticale bzw. Winterwicken in Reinsaat oder im Gemenge mit Roggen als Vorfrüchte/Erstkulturen und anschließendem Maisanbau mit reduzierter Bodenbearbeitung bzw. Direktsaat sowie mit üblichem (75 cm) und verringertem Reihenabstand (37,5 cm) als Zweitkultur durchgeführt. In mehrjährigen Feldversuchen werden folgende Aspekte untersucht:

- → Prüfung der Vorfrüchte hinsichtlich ihres Potenzials einer präventiven Reduzierung des Unkrautdrucks im Silomais aufgrund ihrer Biomasseentwicklung.
- → Auswirkung unterschiedlicher Behandlungsverfahren der Erstkulturen: Gemengeernte ca. Ende Mai als Ganzpflanzen oder - wie die Reinsaaten - mechanische Zerstörung des Aufwuchses mit Messerwalze; Auswirkungen auf Unkrautdynamik im Mais.
- → Prüfung von reduzierter Bodenbearbeitung (nach Gemengeernte) zur Maissaat und von Maisdirektsaat nach mechanischer Zerstörung der Vorfrucht hinsichtlich der Unkrautdynamik im Mais.
- → Auswirkung einer Reduzierung des Saatabstandes zwischen den Maisreihen auf 37,5 cm hinsichtlich der Unkrautdynamik im Mais.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Im Forschungsvorhaben "Entwicklung von Keimplasma mit *Phytophthora*-Resistenz (Kraut- und Braunfäule) auf breiter genetischer Basis (Solanum-Arten) und züchterischer Anpassung an Langtagbedingungen" wird in einem langfristigen Programm polygen bedingte *Phytophthora*-Resistenz aus *Solanum*-Wildarten auf konventionellem Wege in das Kulturkartoffelgenom übertragen. Die Kartoffel gehört zu den Kulturen mit dem höchsten Einsatz an Pflanzenschutzmitteln. Der Großteil dient zur Bekämpfung von *Phytophthora infestans*, der Kraut- und Knollenfäule. Bei der Kartoffel entscheiden 50 bis 60 wertgebende Zuchtmerkmale über ihre Verwendungseignung. Die Kombination dieser hohen Zahl an Merkmalen mit polygener *Phytophthora*-Resistenz ist schwierig. Daher müssen diese Merkmale im Rahmen des Projektes über mehrere Kreuzungsschritte, bis in höhere Rückkreuzungsgenerationen, kombiniert werden. Anschließend erfolgen mehrjährige Resistenzprüfungen an Kraut und Knollen mit Hilfe angepasster Prüfungsmethoden. Durch die stetige Zuführung neuer Resistenzgene wird sowohl dem Genverlust im offenen Zuchtsystem der Kartoffel als auch der sehr hohen genetischen Variabilität des Erregers begegnet. Durch eine reifeabhängige Resistenzbewertung ist es gelungen, die Korrelation von Krautfäuleresistenz und Spätreife zu brechen. Aufgrund dieses Novums wird es in Zukunft mittelfrühe und wahrscheinlich auch frühe Sorten mit quantitativer, dauerhafter *Phytophthora*-Resistenz geben.

Das Auftreten neuer Erregerstämme, die Resistenzen gegen Kartoffelkrankheiten überwinden können, macht es notwendig, bisher nicht genutzte Resistenzquellen aus dem Genpool der zur Kulturkartoffel inkompatiblen Wildarten der Gattung Solanum langfristig für die Züchtung zu erschließen. Im Forschungsvorhaben "Erschließung und Nutzung von Resistenzen nicht adaptierter PGR gegen wirtschaftlich relevante Pathogene und Schaderreger für die Kartoffelzüchtung unter Einsatz biotechnologischer Verfahren" werden im JKI Genbank-Herkünfte verschiedener Wildarten der Serien Bulbocastana, Commersoniana, Etuberosa und Pinnatisecta als Ausgangsmaterial genutzt. Pathogene und Schaderreger stehen im Mittelpunkt, die sowohl für den konventionellen Kartoffelanbau als auch für die ökologische Landwirtschaft von Bedeutung sind: Phytophthora infestans (Mont.) de Bary, Kartoffelvirus Y, Blattrollvirus, Virusvektoren und Kartoffelkäfer. Die

sexuellen Kreuzungsbarrieren werden durch die Zellfusion überwunden, somatische Hybriden erzeugt und mit der Kulturkartoffel gekreuzt. Das selektierte Material soll einer effizienten züchterischen Nutzung zugängig gemacht werden. Durch genetische Analysen sollen die Vererbung ausgewählter Pathogenresistenzen untersucht, die relevanten Gene kartiert und Selektionsmarker für die Kartoffelzüchtung entwickelt werden.

Im Forschungsvorhaben "Selektion und Züchtung nährstoffeffizienter Phytophthora infestans resistenter Kartoffelsorten für einen nachhaltigen ökologischen Landbau (EffiKar)" (FKZ 2818NA002) wird die züchterische Anpassung der Kulturkartoffel an erhöhten biotischen und abiotischen Stress angestrebt. Als Basis für spätere Sorten sollen Zuchtstämme entwickelt werden, die bei reduziertem Nährstoffangebot und verringertem Pflanzenschutzmitteleinsatz, Ertrags- und Qualitätssicherheit im ökologischen Landbau der Zukunft gewährleisten. Es wird untersucht, inwiefern die Nährstoffversorgung der Kartoffel die Anfälligkeit gegen Phytophthora infestans beeinflusst. Parallel dazu findet die Selektion von Zuchtstämmen auf ökologisch und konventionell bewirtschafteten Flächen in Richtung Resistenz gegenüber der Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans) statt. Schließlich werden für die Merkmale von Interesse DNA-basierte Marker entwickelt.

Im vom JKI koordinierten Verbundvorhaben "Züchtung von Energiekartoffeln mit verbesserter Resistenz gegen die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) zur Erzeugung optimal nutzbarer Biomasse unter Verwendung pflanzengenetischer Ressourcen und molekularbiologischer Markertechniken (ENERGIEKARTOFFEL)" (FKZ 2200 5110, FNR) wurde die Weiterentwicklung der Stärkekartoffel zur effizienten Energiegewinnung aus optimal nutzbarer Biomasse angestrebt. Hierbei wurden teiladaptierte Zuchtklone mit hoher quantitativer Resistenz gegen *Phytophthora infestans* und erhöhter Trockentoleranz sowie nicht adaptierte, stärkereiche Landsorten aus der IPK Genbank mit aktuellen Zuchtstämmen kombiniert, um Kartoffelklone zu entwickeln, die sehr hohe Stärkegehalte mit dauerhafter *Phytophthora*-Resistenz und verbesserter Trockentoleranz in sich vereinen. Auf diese Weise kann die Wettbewerbsfähigkeit der Kartoffel als Stärkelieferant entscheidend verbessert werden; denn eine dank Resistenzverbesserung mögliche Reduktion von Fungizidmaßnahmen erhöht die Wirtschaftlichkeit des Rohstoffs und leistet einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit beim Anbau nachwachsender Rohstoffe. Mit Hilfe einer genetischen Assoziationsstudie wurden molekulare Marker für Resistenz gegen *P. infestans* identifiziert.

Die "Bewertung der Widerstandsfähigkeit von Kartoffelsorten und -zuchtstämmen gegen Phytophthora infestans (Krautfäule) im Rahmen der Wertprüfung des Bundessortenamts" ist ein wichtiger Schritt für die Praxiseinführung züchterisch verbesserter Kartoffelsorten. Die Krautfäule-Resistenz von zugelassenen Sorten und von neuen in die Wertprüfung des Bundessortenamts aufgenommenen Sortenkandidaten wird vom JKI jährlich erfasst. Die Prüfung der Resistenz erfolgt in Freilandversuchen mit mehreren Wiederholungen nach natürlichem Befall bzw. nach künstlicher Inokulation mit einem Gemisch aus virulenten Pathotypen. Die Beurteilung des Krautfäulebefalls wird ab Befallsbeginn bis zur Reife durchgeführt, wobei der prozentuale Anteil der befallenen Krautfläche in einer Parzelle geschätzt wird. Die Mehrfachbonituren erlauben eine Dokumentation des Befallsverlaufs für jede Sorte bzw. jeden Sortenkandidaten.

Ziel des Forschungsprojektes "Stärkekartoffel: Etablierung von Resistenzstrategien zur Abwehr neuer Globodera pallida-Populationen (SERAP)" (FKZ 2219NR420) ist die Verbesserung der Resistenz gegen zystenbildende Kartoffelnematoden. Das JKI ist ein Partner in dem Verbundvorhaben. Das Gesamtziel des Vorhabens ist die Anreicherung des genetischen Materials mit Resistenzen gegenüber neuen Virulenztypen des Quarantäne-Nematoden G. pallida. Vorab identifizierte resistente Genotypen aus Wild- und Primitivformen der Kartoffel (Solanum ssp.) werden phänotypisch und molekulargenetisch hinsichtlich ihrer Resistenz gegenüber verschiedenen Virulenztypen von G. pallida genauer charakterisiert. Hieraus entwickelte DNA-Marker sollen die Introgression der verantwortlichen Resistenzgene in Sortenkandidaten beschleunigen. Untersuchungen zur Stabilität und zu den Mechanismen der Resistenz aus verschiedenen genetischen Herkünften gegen die unterschiedlichen Nematodenpopulationen werden zudem eine effiziente Pyramidisierung mehrerer solcher Gene ermöglichen.

Das Vorhaben "Resistenzzüchtung bei Kartoffeln gegen die aus Amerika eingeschleppten Schaderreger Leptinotarsa decemlineata (Kartoffelkäfer) und Epitrix spp. (amerikanische Kartoffelerdflohkäfer) (LEADER)" (FKZ 28A8706A19) zielt auf die Entwicklung und Anpassung innovativer Verfahren und Strategien zur nachhaltigen, nichtchemischen Bekämpfung dieser Schaderreger für eine verbesserte Pflanzengesundheit bei der Kartoffel ab. Der Kartoffelkäfer sowie die amerikanischen Kartoffelerdflohkäfer gehören gegenwärtig zu den geregelten Schadorganismen (EPPO A2 Liste) im Kartoffelbau mit hohem Schadenspotential und phytosanitärer Brisanz. Hauptziel des Projekts ist es, ein neues Verständnis der Mechanismen der Resistenz gegen die geregelten Schaderreger L. decemlineata und Epitrix spp. zu gewinnen, um die Entwicklung neuartiger Kartoffelsorten mit verbesserten Eigenschaften voranzutreiben. Dieses Ziel erfordert die Identifizierung von Resistenzen in Wildartakzessionen und deren Überführung in adaptierte Kartoffellinien, die funktionelle Charakterisierung von Resistenzmechanismen, die Lokalisation der resistenzvermittelnden Genomregionen und Bewertung der "Leistung" neuer Genotypen.

Die Möglichkeiten der **Drahtwurmbekämpfung** mittels entomopathogener Pilze in Kartoffeln wurden vom JKI in Zusammenarbeit mit zwei kleinen mittelständischen Unternehmen untersucht. Die Wirkung der beiden Produkte war in Abhängigkeit von Pilzstamm, Drahtwurmarten, Temperatur, Bodenfeuchte und Bodenmikroflora sehr unterschiedlich. Die Untersuchungen werden in Kooperation mit anderen europäischen Ländern (Schweiz, Norwegen) weitergeführt.

Erforscht werden im JKI auch neue Verfahren, wie die künftige Nutzung von RNAi im Pflanzenschutz. Das Vorhaben "RNAi_safe" verfolgt einen methodischen Ansatz zur Beantwortung offener Fragen der RNAi - Technologie im Pflanzenschutz. Zentrale Punkte des Projekts sind die Detektion und Bewertung potentieller Expositionswege und Effekte dsRNA-basierter Pflanzenschutzmittel im Zielorganismus (Langzeitwirkung), in Kulturpflanzen (Aussonderung, Depotbildung) und im erweiterten Nahrungsnetz (Off-Target-Organismen). Außerdem soll in dem Projekt Expertise zur Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln mit RNAi-Technologie aufgebaut werden. Diese Erkenntnisse werden vom JKI für das Prüfungs- und Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln und Wirkstoffen benötigt.

Ziel des Verbundprojektes "ADLATUS - Erstellung neuer und Verstärkung bestehender Abwehrebenen der Kartoffel gegen die Schaderreger M. chitwoodi, PLRV, PVY und TRV" ist es, vorhandene Abwehrebenen der Kartoffel zu verstärken und neue Abwehrmechanismen gegen diverse Schaderreger zu etablieren. Der endoparasitäre Wurzelgallennematode Meloidogyne chitwoodi ist ein bedeutender Quarantäne-Schaderreger der Kartoffel. Die regulierten Nichtquarantäne-Schaderreger PVY (Potato virus Y) und PLRV (Potato leafroll virus) werden durch Blattläuse (z. B. Myzus persicae) übertragen. Besonders für das persistente PLRV wird der Wegfall insektizider Wirkstoffe eine Zunahme des Virusbefalls zur Folge haben. Auf Sortenebene ist gegen das PVY ein Gen aus S. stoloniferum vorhanden, das eine Immunität vermittelt, jedoch mit männlicher Sterilität gekoppelt ist. Deshalb sollen für beide Viren weitere, einander komplementierende Resistenzen identifiziert und eingekreuzt werden. Effektive Resistenzen gegen das TRV sollen in Wildarten gesucht werden. Zudem sollen neue Ebenen der Pathogenabwehr etabliert werden.

Ziel des Projekts "Die Suche der Nadel im Heuhaufen: Prognose der Drahtwurmtätigkeit in der oberen Bodenschicht für das Integrierte Pestmanagement in Ackerkulturen (ElatPro)" (FKZ: 2816ERA05L) ist die Verbesserung Vorhersage der Drahtwurmaktivität im Oberboden als Beitrag um integrierten Pflanzenschutz in Feldfrüchten. Das JKI war mit 11 weiteren Forschungseinrichtungen auch aus dem europäischen Ausland beteiligt. Ziel war es, den bestehenden Prognoseansatz zum Schadauftreten von Drahtwürmern in verschiedenen Kulturen zu verbessern. Es wurden Daten zur Drahtwurmaktivität und Populationsdichte sowie jahreszeitlichen Wanderbewegungen auf befallenen Flächen erhoben und damit das bestehende, von der ZEPP entwickelte Prognosemodell adaptiert.

In der Zuckerrübe werden im Projekt "Optimierung von Verfahren kombiniert chemisch-mechanischer und mechanischer Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen (OptiKult)" (FKZ 2819112819) unterschiedliche Kombinationen der mechanischen und chemischen Unkrautbekämpfung untersucht. Auf Grundlage einer georeferenzierten Aussaat in definierten geometrischen Mustern (Rechteckverband) werden verschiedene

Szenarien der kombiniert chemisch-mechanischen und mechanischen Unkrautbekämpfung in Parzellenversuchen umgesetzt. Durch die georeferenzierten Positionen der Kulturpflanzen ist eine sensortechnische Erkennung der Unkrautpflanzen nicht notwendig. Dabei erfolgt die Aussaat wahlweise durch ein umgerüstetes konventionelles Sägerät oder durch einen Kleinroboter mit adaptierten Säaggregaten. Die mechanische Unkrautbekämpfung erfolgt ebenfalls mit dem Roboter mit angepassten Hackaggregaten ohne aktiv betätigte Werkzeuge. Um die Unkrautbekämpfung nicht nur zwischen den Reihen, sondern auch zwischen den Pflanzen innerhalb der Reihe zu ermöglichen, wird der Roboter mit den Hackwerkzeugen in Aussaatrichtung und quer dazu eingesetzt, die durch eine Band- oder eine Spotapplikation von Herbiziden mit dem Kleinroboter ergänzt wird. Durch die Kombinationen der Techniken werden die Bandspritzung (60% theoretische Mitteleinsparung), mit Spotapplikation (ca. 90 % theoretische Mitteleinsparung) und ausschließlicher mechanischer Unkrautbekämpfung verglichen.

Auch mögliche Auswirkungen durch sich ändernde Pflanzenschutzmaßnahmen werden untersucht. Das in Zusammenarbeit mit dem IfZ bearbeitete Projekt **Evaherb** (FKZ: 2815NA197) stellt eine solche Technikfolgenabschätzung dar. Untersucht werden Auswirkungen mechanischer Unkrautbekämpfung auf epigäische Raubarthropoden und Schadinsekten im Vergleich zu chemischer Unkrautbekämpfung. Es wird bewertet, ob die mechanische Unkrautbekämpfung im Vergleich zur chemischen Unkrautbekämpfung negative Auswirkungen auf Erosion, Pflanzenschutzmittel-Austrag und Populationen epigäischer Raubarthropoden hat und ob Einflüsse auf Schadinsektenpopulationen auftreten.

Aktivitäten der Länder

Die Forschungsaktivitäten der Länder bei Hackfrüchten befassen sich schwerpunktmäßig mit der mechanischphysikalischen Unkrautbekämpfung und mit vorbeugenden Maßnahmen. Bei der Unkrautbekämpfung kommen
alternative Verfahren wie elektrische Sikkation (Zasso Xpower) oder die mechanische Unkrautbekämpfung z. B.
der Hackroboter zum Einsatz. Auch werden Abflammgeräte und alternative Mittel wie Mikronährstoffdünger
verwendet. Verfahren zur Krautentfernung bei Kartoffeln wie das Krautschlagen werden auch von den Ländern
untersucht. Bei der Zuckerrübe und im Mais laufen zusätzlich Herbizidversuche in Kombination mit
Hackvarianten und es werden die Auswirkungen von verschiedenen Reihenabständen untersucht.

Bei den vorbeugenden Maßnahmen werden Versuche zur Sortenwahl, zu Zwischenfrüchten, zur Artenbestimmung von im Boden befindlichen Nematoden (Trichodoriden) sowie zum Bodenmonitoring durchgeführt. Auch wird an Prognosemodellen und Entscheidungshilfen gearbeitet. Speziell für den Mais wird ein digitales Monitoringsystem aufgebaut. Sorten werden nach ihren Eigenschaften wie beispielsweise Unkrautunterdrückung oder Konkurrenzfähigkeit bewertet. Auch wird die Bodenbearbeitung berücksichtigt.

Allgemein werden zur Schädlingsbekämpfung verschiedene alternative Verfahren getestet. Bei der Beizung werden biologische und physikalische Methoden näher von den Ländern untersucht. Als biologische Pflanzenschutzmaßnahme werden bei Hackfrüchten Biologicals eingesetzt. Im Mais kommen neben Biologicals auch *Trichogramma* und Nützlinge zum Einsatz, bei der Kartoffel werden Fangpflanzen zur Schädlingsbekämpfung verwendet.

Im Kartoffelanbau ist der Drahtwurm ein wichtiger Schädling. Daher führen auch die Länder Versuche zu alternativen Bekämpfungsmethoden gegen den Drahtwurm durch. Zusätzlich wird ein Monitoring des Drahtwurms durchgeführt.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Insbesondere beim Anbau von Mais und infolge verstärkt auftretender kleinräumiger Starkregenereignisse spielt der Erosionsschutz eine immer wichtigere Rolle. Aufgrund des anderen Extrems, die zunehmend längeren Trockenperioden, kommt diesem Anbausystem ebenfalls größere Bedeutung zu, um dafür das Wasser in der Fläche halten zu können. Das bayerische Forschungs- und Innovationsprojekt "Weiterentwicklung von Erosionsschutzverfahren im Mais" befasst sich mit dieser Problematik. Das Projekt besteht aus zwei Teilprojekten.

Ziele des Teilvorhabens "Weiterentwicklung von Erosionsschutzverfahren im Mais – glyphosatfrei im konventionellen Landbau" sind der Vergleich unterschiedlicher Herbizidstrategien, Auswirkungen differenzierter Gülleausbringsysteme und der Vergleich von Zwischenfruchtmischungen hinsichtlich Mulchabdeckung und Unkrautunterdrückung.

Im ökologischen Landbau sind neue, alternative Verfahren für den Erosionsschutz im Mais nötig. Ziele des Teilvorhabens "Weiterentwicklung von Erosionsschutzverfahren im Mais – alternative Verfahren im ökologischen Landbau" sind, ein Verfahren zu entwickeln, das auf vorhandener Technik aufbaut und die Entwicklung von erosionsschützenden und maisverträglichen Untersaatenbänder.

Der Dauerversuch "Welchen Einfluss hat die Bodenbearbeitung und Fruchtfolge auf die Erosion im Maisanbau" in Rheinland-Pfalz, beschäftigt sich mit einer doppelten Fragestellung. Zum einen inwieweit das Bodenbearbeitungssystem Einfluss auf Bodenerosion hat. Zum anderen ob und in welchem Maße eine Fruchtfolge, die negativen Effekte einer intensiveren Bodenbearbeitung kompensieren kann. Ziel des Vorhabens soll es sein, herauszufinden, ob in der Fruchtfolge unterschiedliche Bodenbearbeitungssysteme zu einer Verbesserung des Erosionsschutzes führen können.

Die Rentabilität des Bio-Zuckerrübenanbaus hängt im Wesentlichen von dem Erfolg der Beikrautregulierung ab. Vor allem muss der Arbeitsaufwand für die kostenaufwendige Handhacke möglichst gering gehalten werden. Ein effizienter und abgestimmter Einsatz von mechanischen Beikrautregulierungsverfahren wie Striegel, Sternrollhacke und Scharhacke ist unbedingt erforderlich. Der Zinkenstriegel ist auf den meisten Biobetrieben ein Standardgerät. Es besteht aber eine vergleichsweise hohe Skepsis in der Praxis, ob der Striegel überhaupt in Zuckerrüben einsetzbar ist, da hohe Rübenverluste erwartet werden. Bisherige Versuche habe ergeben, dass ab dem 2-Blattstadium (BBCH 12) der Rüben der Striegel gut einsetzbar ist. Auf Grundlage dieser Ergebnisse stellt sich nun die Frage, wie sich der Zinkenstriegel im Beikrautregulierungsmanagement integrieren lässt. Deswegen sollen in dem Versuchsvorhaben "Integrierung des Zinkenstriegels in das Beikrautregulierungsmanagement von Bio-Zuckerüben" in Niedersachsen Beratungsempfehlungen zum Einsatz des Zinkenstriegels in Zuckerrüben abgeleitet werden. Zielgruppe sind Biobetriebe mit Öko-Zuckerrübenanbau und Berater.

In Brandenburg wurde ein Versuch zur "Alternativen Maiszünslerbekämpfung im Vergleich zu konventionellen Verfahren" untersucht. Die Anlage des Versuches erfolgte als Streifenanlage auf einem Praxisschlag. Ein bis zwei Wochen nach dem Flughöhepunkt wurden die chemischen Varianten appliziert. Mit Beginn der Eiablage des Falters, wurden die *Trichogramma*-Kugeln mit Hilfe einer Drohne ausgebracht. Die Nützlinge liegen in unterschiedlichen Stadien in den Kugeln vor und schlüpfen über einen längeren Zeitraum. Sie parasitieren die Eigelege des Maiszünslers und verringern damit die Anzahl an Larven, die sich später in den Mais einbohren. Die *Trichogramma*-Variante konnte zwar nicht die hohen Wirkungsgrade der chemischsynthetischen Behandlungen erreichen, doch das war in den meisten Fällen ausreichend für die Ertragssicherung. Die Ergebnisse des Versuches wurden auf Winterschulungen des Pflanzenschutzdienstes vorgestellt. In den letzten Jahren hat der Maiszünsler jedoch etwas an Bedeutung verloren, da der Befall aufgrund der trockenen Witterung gering bzw. nicht bekämpfungswürdig ausgefallen ist.

In Brandenburg laufen außerdem Versuche zu "Biologischen Alternativen bei der Bekämpfung des Kartoffelkäfers". Zum Einsatz kommen verschiedene Pflanzenschutzmittel die im biologischen Bereich zugelassen sind oder die alternativ über eine Notfallzulassung genutzt werden können. Viele Präparate sind dabei auf eine zweimalige Anwendung beschränkt, was oft nicht ausreicht. Die Bekämpfung sollte im Junglarvenstadium erfolgen und muss bei Regenereignissen erneuert werden. Die Wirkungsgrade unterscheiden sich sehr bei den Mitteln, daher ist eine Behandlungsstrategie mit einer Kombination der Wirkstoffe der nächste Ansatz in den Versuchen. Zukünftig sollen auch RNAi-Präparate in die Prüfung mit einbezogen werden.

3.1.3 Raps, Körnerleguminosen

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Der biologische Pflanzenschutz ist ein Förderschwerpunkt des BMEL bei den Leguminosen und im Raps. Bei der Ackerbohne wird der Einsatz von Schlupfwespen zur Bekämpfung des Bohnenkäfers näher erforscht. Verschiedene Projekte befassen sich mit der Anwendung von biologischen Pflanzenschutzmitteln wie Contans WG oder Naturstoffen sowie mit dem Anbau vom Fangpflanzen zur Schädlingsregulierung im Raps. Auch gibt es Versuche im Bereich der Saatgutbehandlung: es wird die Verwendung von zertifiziertem elektronenbehandeltem Saatgut sowie die bakterielle Beizung auf mikrobieller Basis (*Pseudomonas chloraphis* oder *Bacillus* ssp.) untersucht.

Im Bereich der Pflanzenzüchtung werden für Leguminosen und Raps Sortenresistenzen beispielsweise gegenüber *Aphanomyces euteiches* (Verursacher der Fußkrankheit) oder gegenüber *Phoma lingam* (Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule bei Raps), Resistenzgene und molekulare Marker analysiert und anschließend genutzt, um widerstandfähige und standortangepasste Arten und Sorten zu züchten und anzubauen.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Durch Klimaveränderungen und das Fehlen insektizider Beizung wird der Rapsanbau immer stärker durch Befall vom Wasserrübenvergilbungsvirus (TuYV) bedroht. Zudem steht der Ackerbau unter dem Druck Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Ziel des Verbundprojektes "Analyse des Einflusses der Temperatur auf die Sensitivität von Rapssorten und-genotypen gegen TuYV und tierische Schaderreger (Blattläuse) (TEMPER)" (FKZ 281B202916, 281B203016) ist es, die bisher genutzte "R54' basierte TuYV-Resistenz weiter zu charakterisieren und hierdurch die Funktionalität dieser Resistenzquelle gegen das TuYV sicherzustellen. Bereiche wie temperaturabhängige Stabilität von Resistenz, Vektorpräferenz und genetische Variabilität von Vektor und Virus werden vor dem Hintergrund tritrophischer Interaktion zusammengeführt. Die Erkenntnisse sollen zudem eine Grundlage zur Untersuchung zukünftiger Resistenzquellen bieten und so den nachhaltigen Anbau von Raps fördern.

Zum Schutz der Kulturart Raps vor Schadinsekten wird im Rahmen des Verbundprojekts "Evaluierung neuartiger biologischer Saatguttechnologien zur Abwehr von Schadinsekten in Raps (InRaps)" (FKZ 2814900115-315) überprüft, ob auf Basis biologischer Lösungsansätze eine Alternative zu chemischen Pflanzenschutzmitteln bestehen kann. Konkret handelt es sich hierbei um die Identifikation und Erforschung einer umweltfreundlichen Saatgutbehandlung (USB), die in den ersten sechs bis acht Wochen nach der Aussaat von Raps zu einer Abwehr gegen die Kleine Kohlfliege und den Rapserdfloh führt. Das Vorhaben beinhaltet Labor- und Feldversuche. Es werden Behandlungen (Beizung) von Rapssaat mit diversen Substanzen und Organismen durchgeführt, die als aussichtsreiche umweltfreundliche Saatgutbehandlungen (USB) gegen Schadinsekten identifiziert wurden. In Keimungs- und Triebkraft-Untersuchungen werden die USB auf Pflanzenverträglichkeit hin untersucht. Bei entsprechender Eignung werden Pflanzen aus Saatgut mit USB angezogen und in Biotests mit der Kleinen Kohlfliege und dem Rapserdfloh konfrontiert. Kombiniert wird dieser Ansatz mit exotischen Raps-Linien, die eine mögliche genetische Resistenz besitzen. Varianten mit verminderten Fraßschäden im Biotest werden mittels Metabolite-Profiling analysiert, um biochemische Mechanismen zu identifizieren. Wurde die Wirksamkeit einzelner USB im Labor bestätigt, werden mehrjährige Feldprüfungen mit den USB an fünf Standorten zur Frühjahrs- und Herbstaussaat durchgeführt, um die Wirksamkeit der USB zu verifizieren. Erfolgreiche USB werden abschließend im Labormaßstab optimiert und für den Produktionsmaßstab vorbereitet.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Das Gesamtziel des Vorhabens "Innovative Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Anbauwürdigkeit der Gelben Lupine (Lupinus luteus) in Deutschland (InnoLuteus)" (FKZ 22028716, FNR) ist es, die Anbauwürdigkeit der in Deutschland kaum noch genutzten Gelben Lupine zu verbessern. Ihre Stärken zeigt sie durch ihre Anbaueignung auf marginalen Standorten, ihrer guten Trockentoleranz und ihrem hohen Proteingehalt. Zur Erhöhung der Anbauwürdigkeit werden Merkmale der Ertragssicherheit und -stabilität untersucht.

Berücksichtigt wird dabei die Anthraknoseresistenz im Hinblick auf Vererbung und der Entwicklung molekularer Werkzeuge für Züchtungsprogramme, sowie die Überprüfung von Mutantenlinien und genetischen Ressourcen auf ertragsrelevante Merkmale.

Zur Verbesserung der Anbauwürdigkeit der weißen Lupine wird im Projekt "Weiße Lupine von der Nische in die Praxis – grundlagenorientierte Züchtungsforschung zur Verbesserung von Anthraknoseresistenz und Qualitätsparameter (LupiSMART)" (FKZ 2815EPS080) versucht, die Resistenz zu verbessern. Der Anbau ist durch die Anthraknose, eine durch den Pilz Colletotrichum lupini ausgelöste Krankheit, praktisch zum Erliegen gekommen. Das Pathogen infiziert Lupine in verschiedenen Entwicklungsstadien, so dass die Züchtung anthraknosetoleranter Sorten von zentraler Bedeutung für den Anbau der Weißen Lupine ist. Ziel des Forschungsprojektes LupiSMART ist es, der Weißen Lupine im ökologischen wie konventionellen Landbau durch die Erforschung der Anthraknosekrankheit sowie die Bereitstellung anthraknosetoleranter Zuchtlinien und molekularer Selektionsmarker den Weg für eine Rückkehr in die Züchtung und den Praxisanbau zu bereiten. In dem Vorhaben wird ein umfangreiches Sortiment Weißer Lupinen, bestehend aus Sorten, Zuchtstämmen und Genbankakzessionen, auf Anthraknosetoleranz geprüft und die besten Lupinen als Prebreeding-Linien zur Verfügung gestellt. Unter Anwendung aktueller Genotypisierungsmethoden (GBS) sollen mehrere tausend genomweite SNPs identifiziert werden. Über eine Assoziationsstudie (GWAS) sollen SNPs in genomischen Bereichen detektiert werden, die signifikant mit Anthraknosetoleranz oder anderen agronomischen Merkmalen korreliert sind und eine markergestützte Züchtung ermöglichen.

Das Gesamtziel des Vorhabens "Erhöhung der Ertragsstabilität und Ertragsleistung bei Süßlupinen als agrarökologisch wertvolle Eiweißpflanzen (LupiBreed)" ist die züchterische Verbesserung der Produktivität der Blauen und Gelben Süßlupine im Hinblick auf Kornertrag, Ertragssicherheit und -stabilität bzw. Inhaltsstoffqualität. In einem kombinierten pflanzenzüchterischen und pflanzenbaulichen Ansatz sollen bislang bekannte Resistenzgene zur Entwicklung anthraknoseresistenter Sorten von Blauer und Gelber Süßlupine genutzt werden. Auch sollen die in pflanzengenetischen Ressourcen vorhandene, züchterisch nutzbare genetische Variabilität für agronomische und qualitätsrelevante Eigenschaften erforscht und neue Anbausysteme zur Unkrautkontrolle im Lupinenanbau erprobt werden.

Das Projekt "MSR-Bot Entwicklung einer Robotik-Lösung zur Schneckenbekämpfung in der Landwirtschaft" hatte das Ziel, einen Roboter zu entwickeln, der zur Schneckenbekämpfung in Winterraps eingesetzt wird. Im Rahmen des durchgeführten Projekts wurde ein Labormodell eines Roboters entwickelt, der Schnecken über Sensoren erkennt und mit einem mechanischen Werkzeug bekämpft. Am JKI wurden verschiedene Werkzeuge zur nichtchemischen Schneckenbekämpfung erprobt sowie ein Schneckenindex entwickelt, der die Einflussfaktoren auf das Schneckenaufkommen beschreibt und als Grundlage für die Roboterüberfahrten dient.

Im Projekt "Rapsanbausysteme mit Begleitpflanzen zur Schadinsektenabwehr und Insektizid-Reduktion" wird mit dem Ziel, den Befall von Raps mit Schädlingen zu senken, der Anbau von Beisaaten in Mischung oder neben dem Raps in Streifen untersucht. Ausgewählt werden Pflanzen, die attraktiv für Rapsschädlinge sind und als Fangpflanzen ("Opferpflanzen") genutzt werden oder die durch ihre Struktur die optische Auffindung der Rapspflanzen erschweren.

Im Projekt "Großräumiger Verzicht auf Rapsanbau zur Reduktion des Schädlingsbefalls im Folgejahr" wurde untersucht, ob ein Verzicht auf Rapsanbau in einer größeren Region zu einem massiven Rückgang der Schädlinge in diesem Areal führt. Angenommen wurde, dass die natürliche Mortalität der Schädlinge mit zunehmender Distanz bei der Wiedereinwanderung steigt und die Findungswahrscheinlichkeit eines Rapsschlages sinkt. So könnte es zu einer starken Verdünnung von Rapsschädlingen nach Aussetzen des Rapsanbaus kommen und einen Anbau mit geringerem Schädlingsbefall ohne bzw. mit geringem Insektizideinsatz ermöglichen. In der zweiten Saison trafen Rapserdflöhe später auf Schlägen mit weiter Entfernung zum Vorjahresraps ein, was günstig für eine Minderung bei Fraßschäden an Keimlingen sein kann. Im zweiten Jahr war auch der Larvenbefall bei größerer Entfernung zum Vorjahresraps deutlicher reduziert. Auch beim Großen Rapsstängelrüssler zeigten sich Effekte in Abhängigkeit der Entfernung.

Aktivitäten der Länder

Der Vergleich von mechanischen mit chemischen Verfahren zur Unkrautbekämpfung sowie mechanisch-digitale Verfahren spielen eine große Rolle bei den Forschungsaktivitäten der Länder im Bereich Körnerleguminosen. Bei der Erbse und der Ackerbohnen wird zusätzlich eine sensorgestützte herbizidfreie Unkrautbekämpfung getestet. Im Sojaanbau werden Versuche zum Zeitpunkt der Unkrautbekämpfung (früh und spät) sowie Herbizidversuche in Kombination mit Hackvarianten durchgeführt.

Des Weiteren befassen sich die Länder mit Sorteneigenschaften beispielweise dem Unkrautunterdrückungsvermögen und der Sortenwahl als vorbeugende Maßnahme, und sie erforschen biodiversitätsbasierte Pflanzenbausysteme als alternative Verfahren. Aber auch die Themen Mischanbau von Linien- und Hybridsorten, Beisaaten für die Schädlingsbekämpfung sowie die Standortwahl werden von den Ländern als vorbeugende Maßnahmen berücksichtigt. Bei Ackerbohne und Raps werden Versuche zur Eindämmung durch verschiedenen Untersaaten durchgeführt.

Als biologische Pflanzenschutzmaßnahme werden Mikronährstoffe zur Pflanzenstärkung sowie biologische Insektizide eingesetzt. Besonders im Rapsanbau, aber auch bei der Erbse, ist die Beizung eine wichtige Maßnahme, bei den Ländern liegt der Fokus auf der Elektronenbehandlung.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Seit 2018 muss der Anbau von Leguminosen auf ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) ohne chemischen Pflanzenschutzmitteleinsatz und ohne chemische Beizen erfolgen. Während kleinkörnige Leguminosen wie Klee und Luzerne in der Regel mit einem Schröpfschnitt zur Unkrautregulierung angebaut werden können, sind für eine wirtschaftliche Produktion von großkörnigen Leguminosen direkte Maßnahmen zur Unkrautregulierung unverzichtbar. Ob der Anbau von Leguminosen auf ÖVF mit einer mechanischen Unkrautregulierung erfolgreich umsetzbar ist, wird in dem Versuch "Leguminosenanbau auf ökologischen Vorrangflächen – Striegeln statt Herbizide?" in Bayern untersucht. Hier wird der Einsatz von Striegel und Hackgerät zur mechanischen Unkrautregulierung in der Erbse, Ackerbohne und Soja getestet.

Seit 2018 wird an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei in Mecklenburg-Vorpommern der Versuch "Raps hacken?" durchgeführt. In dem Versuch soll u. a. die Frage beantwortet werden, ob die mechanische Unkrautregulierung mit der derzeitigen chemischen Unkrautbekämpfung mithalten kann. Dazu werden zwei Düngestufen (220 kg N/ha - N_{min} und 150 kg N/ha - N_{min}) in zwei Saatstärken (35 und 20 Körner/m²) eingesetzt, die jeweils entweder einer chemischen oder einer mechanischen Unkrautregulierung unterliegen. Bei der mechanischen Unkrautregulierung mit dem Hackgerät wird versuchsbedingt sowohl auf die Bandspritze als auch auf eine chemische Nachbehandlung im Frühjahr verzichtet. Gehackt wird jeweils einmal im Herbst und einmal im Frühjahr, der Herbizideinsatz beschränkt sich auf eine einmalige Vorauflaufbehandlung.

In den letzten Jahren wurden in Brandenburg vermehrt mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen in den Leguminosenversuchen integriert. Dabei spielen neben Erbsen auch die Lupinen eine große Rolle. Neben chemischen Varianten wurden zum einen rein mechanische Prüfglieder getestet und zum anderen auch kombinierte Verfahren mit Vor- und Nachauflauf-Einsatz von Hacke bzw. Striegel. Die Ergebnisse sind abhängig von Witterung, Unkrautaufkommen und dem richtigen Einsatzzeitpunkt. Die Versuche laufen noch weiter und sollen zukünftig intensiviert werden.

3.2 Gartenbau/Obstbau

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Ein Fokus der Förderung des BMEL liegt auf indirekten Maßnahmen zur Schadorganismenabwehr. Neben der Optimierung von Anbausystemen (z. B. Entscheidungshilfen bei der Standortauswahl, Reihenabstände, Netzund Folieneinsatz, Bestäuber- und Nützlingsförderung, Beikrautregulierung) wird der Nützlingseinsatz als

biologische Maßnahme erprobt. Weiterhin werden Sortenscreenings vor dem Hintergrund der Erhaltung der Pflanzengesundheit durchgeführt. Direkte Regulierungsmaßnahmen mit Naturstoffen (z. B. Pflanzenextrakte) verbunden mit angepasster Applikation auf Basis von angepassten Entscheidungshilfesystemen werden ebenso erprobt.

Im Bereich der physikalischen Maßnahmen werden u. a. LED-Laser-Kombifallen zur Schädlingsbekämpfung entwickelt und getestet. Bei den LED-Laser-Kombifallen werden während der Flugzeiten gezielt Reize zum Auffliegen eingesetzt und über LED-Technik eine spektral-, intensitäts- und circadian-variable Lichtfläche erzeugt.

Auch wird der Aufbau einer Datenbank mit regionalen, bundesweiten als auch europaweiten zuverlässigen Daten aufgebaut. Die Daten sollen beispielsweise für die Beantwortung gartenbaulicher Praxisfragen zum Thema Pflanzenschutz genutzt werden.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Ziel des Verbundvorhabens "Aufschrecken, Anlocken, Kartieren und selektives Bekämpfen von Schadinsekten mittels mobiler LED-Laser-Kombifalle (LichtFalle)" (FKZ 2818511A18 – D18) ist es, mobile LED-Laser-Kombifallen für herbivore Insekten zu entwickeln. Dafür werden während der Flugzeiten gezielt Reize zum Auffliegen gesetzt und über LED-Technik eine spektral-, intensitäts- und circadian-variable Lichtfläche erzeugt, um geflügelte Schadinsekten anzulocken. Diese werden auf der Lichtfläche bestimmt und kartiert sowie mittels Lasertechnik bekämpft. Basierend auf Forschungsergebnissen sind geeignete Farben und Intensitäten sowie die Kombination mit Gerüchen bekannt, die das Flug- und Orientierungsverhalten beeinflussen. Die Unterscheidung von Insektenspezies ist mit bildgebenden Verfahren möglich, wodurch gleichzeitig ein Mapping von Ort und Zeitpunkt der Detektion verfolgt wird. Zur Bekämpfung der detektierten Schadinsekten wird ein Laserapplikationssystem entwickelt, das die Schadinsekten über einen Laserpuls selektiv bekämpft und Nicht-Ziel-Insekten schont. Die LED-Laser-Kombifalle wird auf einer zunächst ferngesteuerten später automatisch fahrenden Plattform aufgebaut und mit Maßnahmen zum Aufschrecken der Schadinsekten unterstützt, die in den Pflanzenbestand gerichtet sind.

Im Rahmen eines Verbundprojektes "Entwicklung von selbstadaptierenden LED-Fallen für den Unterglasgartenbau" (FKZ 2815411110, 2815411210) werden neue und innovative Lichtfallensysteme zur Überwachung und Bekämpfung von Schadinsekten in Gewächshäusern entwickelt. Die Fallensysteme bauen auf neuester LED-Technik auf, bei denen die Fallen insektenspezifisch elektronisch gesteuert und dem jeweiligen Befallsmuster angepasst werden. Das zu entwickelnde Fallensystem kann in Gewächshausbetrieben mobil oder stationär eingesetzt werden. Die Fallen werden auf der Basis von flexibel schaltbaren LED-Systemen entwickelt. Das Monitoring der Insekten erfolgt mit Hilfe von computerbildanalytischen Algorithmen. Die selektive Wirkung der Farb-LEDs auf Insekten und die Ausbringung von entomopathogenen Pilzen wird mithilfe von Verhaltensstudien in Gewächshäusern ermittelt. Tests der zu entwickelten Prototypen unter Praxisbedingungen runden die Arbeiten ab.

Aktivitäten der Länder

Im Gartenbau wird der Forschungsfokus der Länder zum einen auf dem biologischen Pflanzenschutz (z. B. der Nützlingseinsatz) und zum anderen auf die mechanische Unkrautbekämpfung sowie vorbeugende Maßnahmen wie beispielsweise Untersaaten und Mulchmaterial gelegt. Außerdem engagieren sich die Länder in den Unterarbeitsgruppen Lückenindikation (Obstbau, Gemüsebau, Zierpflanzenbau) und testen im Rahmen von Wirksamkeitsversuchen sowohl im Freiland als auch im Gewächshaus zunehmend biologische Präparate, um Bekämpfungslücken in kleineren und somit für die Hersteller von Pflanzenschutzmitteln unrentablen Kulturen zu schließen. Die hohen Anforderungen an die Qualitäten in Obst- und Gartenbau, sowie die zahlreichen Auflagen und fehlende Wirkstoffe erschweren den Anbau vermarktungsfähiger Ware.

Das agrarmeteorologische Messnetz des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) wird in die GeoBox-Infrastruktur integriert und künftig gemeinsam mit Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und dem Saarland unter Federführung der technischen Zentralstelle des DLR Rhein-Nahe-Hunsrück betrieben.

Hier ist geplant, Zug um Zug die Stationen mit für den Standort relevanten Prognosemodellen, vor allem für Obst- und Gemüsebau, auszustatten, um eine PSM-Reduktion zu ermöglichen. Verwendet werden soll RIMpro.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Die "Norddeutsche Zusammenarbeit im gärtnerischen Versuchs- und Beratungswesen" besteht aus einem Netzwerk von acht spezialisierten Kompetenzzentren in sechs beteiligten Bundesländern (Niedersachsen, Hamburg, Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt). Im Kooperationsgebiet existiert für jeden Anbau- bzw. Arbeitsschwerpunkt ein zuständiges Kompetenzzentrum, welches die pflanzenbaulichen Versuche für alle beteiligten Länder durchführt bzw. koordiniert. Begleitet werden die Zusammenarbeit und der fachliche Austausch innerhalb des Netzwerkes über den Länderrat sowie länderübergreifend besetzte Versuchsbeiräte.

Das **Kompetenzzentrum Garten- und Landschaftsbau in Quedlinburg** befasst sich mit Versuchsarbeiten zum Straßenbaum, Zier- und Wildgehölze sowie mit Stauden. Zurzeit sind folgende Versuche angelegt:

- → Projekt: Eignungsprüfung von Baum- und Gehölzarten
- → Baumverankerungssysteme, -anbindematerialien und -methoden
- → Stammschutzmethoden, Stammanstrichmaterialien
- → Setzungsverhalten ballierter und ballenloser Bäume
- → Pflanzschnitt, Aufbau- und Erziehungsschnitt bei Bäumen
- → Arten- und Sortensichtungen von Ziergehölz und Staudensortimenten
- → Vergleichsuntersuchungen unterschiedlicher Mulchmaterialien
- → Prüfung der Salztoleranz von Stauden
- → Coppicing von Gehölzen

3.2.1 Obstbau

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Im Obstbau werden Versuche zu vorbeugenden Maßnahmen wie beispielsweise zur Sortenwahl durchgeführt und die Demonstration nützlingsfördernder Maßnahmen wie Blühstreifen, Heckenpflanzung und -pflege, Wildbienennisthilfen, Nistkästen, Sitzkrücken und Steinhaufen gefördert. Im Kernobst wird zusätzlich Grabenmahd als vorbeugende Maßnahme gegen die Grüne Futterwanze demonstriert. Auch werden in verschiedenen Projekten neue Monitoringstrategien und -methoden entwickelt. Diese betreffen beispielsweise das Bestandsmonitoring von Insektenpopulationen und die automatisierte Bonitur von Insektenfallen. Weiterhin wird ein digitales Monitoringsystem für die frühzeitige Erkennung und Verortung von Quarantänekrankheiten, Erkennung von Blattsymptomen und ein Kontrollsystem entwickelt und erprobt. Ein zentraler Bestandteil zur Minimierung oder Vermeidung von Pflanzenschutzmaßnahmen besteht bei den langjährigen Dauerkulturen im Obstbau in der konsequenten Verwendung von zertifiziertem gesunden Anbaumaterial - frei von Viren, Viroiden und Phytoplasmen. Es werden die Ätiologien der mit diesen Pathogenen verbundenen Krankheiten erforscht und die Schadwirkungen an den jeweiligen Wirtspflanzen ermittelt. Weiterhin müssen sehr spezifische und hochempfindliche Nachweisverfahren entwickelt werden, um aufzuzeigen, dass das Anbaumaterial frei von Erregern ist. Im Falle von Reinfektionsmöglichkeiten über Vektoren, z. B. Blattläuse, Zikaden, Psylliden oder auch Nematoden, müssen die Infektionswege erforscht werden, um Gegenmaßnahmen treffen zu können. Ob Gefährdungen vorliegen und Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen werden müssen, wird auch über Monitoringstrategien erkannt.

Für den biologischen Pflanzenschutz gibt es im Obstbau bereits viele Beispiele. Im Beerenobst und im Kernobst wird eine Attract-and-Kill Strategie angewendet und weiterentwickelt, bei der ein Granulat als Lockkomponente für einen insektenpathogenen Pilz ausgebracht wird. Die Larven werden im Boden von der Lockkomponente angelockt und dann durch eine Kill-Komponente, einen insektenpathogenen Pilz, sicher abgetötet. Des Weiteren werden im Beerenobst Gegenspieler und Nützlinge eingesetzt. Im Kernobst wird u. a.

die Pheromonverwirrung als biologisches Verfahren eingesetzt. Durch diese Methode kommt es zur Störung bzw. Unterbrechung der Partnerfindung des Apfelwicklers. Dieses Verfahren muss an den Klimawandel angepasst werden, da es in der Vergangenheit zu Minderwirkungen gekommen ist. Dazu werden Feldversuche zur Wirksamkeit von Antioxidantien und UV-Stabilisatoren durchgeführt. Auch wird der Einsatz von Granuloseviren gegen die Larven des Apfelwicklers untersucht. Des Weiteren werden biologische Präparate und insektenpathogene Mikroorganismen (Pilz) eingesetzt. Im Stein- und Kernobst wird zur Bekämpfung verschiedener Blattsaugerarten eine Push-and-Pull-Strategie erarbeitet. Hierbei soll ein neuartiges System zur Abgabe von Repellentstoffen entwickelt werden (Push-Komponente), welches im Zusammenspiel mit einer Lockstofffalle (Pull-Komponente) zu einem praxistauglichen Push-and-Pull-System verbunden werden soll.

Neben vorbeugenden und biologischen Maßnahmen werden auch physikalische Maßnahmen beispielsweise der Einsatz von Kulturschutznetzen oder Überdachungssystemen erprobt sowie Versuche zu mechanischen Verfahren wie die Falllaubbehandlung oder Schnittverfahren durchgeführt. Im Kernobstanbau werden als mechanische Unkrautkontrolle und –bekämpfung Anhäufelgeräte, Flachschare, Scheibeneggen und Fadenmaschinen eingesetzt und demonstriert sowie deren Wirksamkeit miteinander verglichen. Als Hygienemaßnahme werden zusätzlich Reihenkehrer zur Falllaubentfernung, demonstriert bzw. betrieblich angewendet. Mehltau-, Krebs- und Feuerbrandschnittmaßnahmen werden als phytosanitäre Maßnahmen angewandt und demonstriert. Für die Bekämpfung der Kirschessigfliege fördert das BMEL die Entwicklung eines Entscheidungshilfesystems, welche die Populationsdynamik und die Befallshäufigkeit berechnet.

Zur Bekämpfung der Phytoplasmen, welche die Apfeltriebsucht und den Birnenverfall verursachen, werden in sehr langjährigen Arbeiten resistente Unterlagen erforscht. Diese sind bereits als stärker wachsende Unterlagen bei Anzucht von Vermehrungsmaterial in Kernquartiern und Muttergärten oder im Streuobstanbau im Einsatz. Über Weiterentwicklungen soll dieses Prinzip auch in schwach wachsende Unterlagen für den Erwerbsobstanbau übertragen werden.

Bei der Himbeere wird im Bereich Pflanzenzüchtung die Entwicklung von neuen Himbeerzuchtklonen mit erhöhter Resistenz gefördert.

Das Ziel des JKI in der Obstzüchtung ist die Erschließung genetischer Ressourcen für die Züchtung von neuen Obstsorten für einen ressourcenschonenden, ökonomisch tragfähigen und gesellschaftlich akzeptierten Anbau vor dem Hintergrund des Klimawandels. Dazu werden genetische Ressourcen der Obstarten charakterisiert und evaluiert, um ihren Wert für die Obstzüchtung zu definieren. In der Züchtungsforschung werden die Grundlagen für die zielgerichtete Introgression wertvoller Merkmale aus genetischen Ressourcen in Züchtungsmaterial geschaffen. Die Methodik umfasst dabei die genetische Kartierung der Merkmale, die Entwicklung molekularer Marker und die funktionelle Charakterisierung von Kandidatengenen. Mit den entwickelten Werkzeugen werden in der Obstzüchtung Nachkommen auf diese Merkmale selektiert und die Anbaueigenschaften im Versuchsfeld bewertet. Der Fokus liegt dabei auf der Züchtung von Obstsorten mit Widerstandsfähigkeit/Resistenz, um einen nachhaltigen, ökonomisch tragfähigen Obstbau ohne chemische Pflanzenschutzmittel zu ermöglichen.

In der Apfelzüchtung liegt das Hauptaugenmerk des JKI auf der Entwicklung neuer Sorten mit dauerhafter Widerstandsfähigkeit gegenüber den wichtigsten pilzlichen Schaderregern Apfelschorf (Venturia inaequalis) und Apfelmehltau (Podospheara leucotricha) sowie der Bakteriose Feuerbrand (Erwinia amylovora). Dazu werden mehrere Resistenzen gegenüber den Krankheiten in Zuchtklonen pyramidisiert (z. B. die Schorfresistenzgene Rvi2, Rvi5 und Rvi14) und diese mittels Marker-gestützter Selektion identifiziert. Zukünftige Sorten mit Kombinationen pyramidisierter Resistenz (Schorf, Mehltau und Feuerbrand) könnten mit nachhaltigem, nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren gesund und nachhaltig produziert werden.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Ziel des Vorhabens "Erarbeitung von Bausteinen zur Optimierung der Regulierung der Apfelsägewespe, der Rotbeinigen Baumwanze und von Schalenwicklern und optimale Integration in die Gesamtstrategie zur Insektenregulierung im Ökologischen Kernobstanbau" (FKZ 2815OE116, 2815OE117, 2815OE074) ist die

Erarbeitung einer langfristig tragfähigen Gesamtstrategie zur Schädlingsregulierung im Ökologischen Kernobstanbau in enger Zusammenarbeit mit Praxis und Beratung. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Erarbeitung von Bausteinen zur Regulierung der Apfelsägewespe, der Rotbeinigen Baumwanze und von Schalenwicklern, für die derzeit nicht genügend oder nicht sicher verfügbare Bausteine für eine langfristig erfolgreiche und gut mit dem Gesamtkonzept vereinbare Regulierungsstrategie zur Verfügung stehen. Erarbeitet wird ein Verfahren zur Reduktion der Ausgangspopulation der Apfelsägewespe auf der Basis von entomopathogenen Nematoden (EPN). EPN und entomopathogene Pilze werden auch zur Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze getestet. Dafür erfolgt ein Screening im Labor gefolgt von Freilandversuchen mit den Varianten mit den besten Ergebnissen. Die Parasitierung der Schalenwickler in Befallslagen und das Artenspektrum wird in einem Monitoring in Anlagen mit verschiedenen Regulierungsstrategien untersucht. Das Potential von intelligenten Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Bausteine (z. B. mit EPN-Einsatz gegen Apfelwickler) wird geprüft, um eine effiziente und kostengünstige Gesamtstrategie zu erarbeiten.

Das Demonstrationsvorhaben "Einnetzen von Obstkulturen zum Schutz gegen die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*)" (FKZ 2815MD010, 2815MD500-700) hat zum Ziel, das Einnetzen von Obstkulturen als technische Lösung in der Praxis weiter zu verbreiten, um Befall durch die Kirschessigfliege, *Drosophila suzukii*, zu vermeiden bzw. stark einzuschränken. Mit dieser recht teuren Methode kann der Einsatz von Insektiziden gegen diesen Schaderreger reduziert werden, wobei die Einnetzung von Kulturen wie Sauerkirschen, Pflaumen und Holunder aus Kostengründen als kaum vertretbar ist. Das Vorhaben wird durch das JKI bundesweit koordiniert. Projektpartner sind die Pflanzenschutzdienste der Länder.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Im Forschungsvorhaben "Züchtung von Birnensorten mit Resistenz gegenüber Feuerbrand (FeuResBir)" werden genetische Ressourcen bei Birne und Pyrus-Wildarten evaluiert, um mögliche Resistenzquellen für Feuerbrand zu identifizieren und für die Züchtung verfügbar zu machen. Die Genorte für Widerstandsfähigkeit werden in Populationen genetisch kartiert und deren Einfluss auf die Resistenz untersucht. Für wirksame Genorte werden molekulare Marker entwickelt, um eine Frühselektion auf Widerstandsfähigkeit zu ermöglichen und damit die Züchtung widerstandsfähiger Birnensorten zu beschleunigen.

Im Forschungsvorhaben "Bewertung von Zuchtmaterial der Kirschzüchtung unter ökologischen Bedingungen (Öko_Kirschen_2)" werden neue Sorten und Zuchtklone von Süß- und Sauerkirsche auf ihre obstbaulichen Werteigenschaften unter ökologischen Anbaubedingungen geprüft. Die erhobenen Evaluierungsdaten sollen mit den Ergebnissen von Versuchen unter konventionellen Anbaubedingungen verglichen werden. Neben der Bewertung des Zuchtmaterials geht es auch um die mögliche Nutzung von Erfahrungen und konkreter Behandlungsmethoden aus dem ökologischen Anbau für den integrierten Obstbau.

Im Forschungsvorhaben "Entwicklung eines digitalen Monitoringsystems für Quarantänekrankheiten in Obstanlagen und der obstbaulichen Züchtung (Moniqua)" werden mittels Bildaufnahmen und Bildverarbeitungsalgorithmen des maschinellen Lernens spezifische Krankheitssymptome des Birnengitterrostes und Feuerbrands in verschiedenen Entwicklungsstadien und räumlich hochaufgelöst in Apfel- und Birnenbeständen erfasst und kartiert. Auf Grundlage dieser Daten soll ein arbeitssparendes und kostengünstiges Monitoringsystem für Quarantäneschaderreger in Obstanalagen etabliert werden, um gezielt, frühzeitig und selektiv notwendige befallsmindernde Maßnahmen durchführen zu können.

Maikäfer-Engerlinge sind Schädlinge von hoher Relevanz in Obst-, Wein- und Waldbau. Eine vielversprechende Alternative zur chemischen Bekämpfung stellt die Anwendung des Maikäfer-pathogenen Pilzes Beauveria brongniartii dar. Ziel des Vorhabens ist es, B. brongniartii als Bestandteil des Rhizosphären-Mikrobioms an und/oder in der Wurzel von Apfelpflanzen als Endophyt zu etablieren, um sie dauerhaft vor Engerlingsfraß zu schützen. Zudem wurden Methoden zur Produktion und Formulierung dieses Pilzes angepasst, verschiedene Applikationsstrategien (Gießbehandlungen mit der Anwendung von Bodengranulaten) von B. brongniartii miteinander verglichen und die Persistenz des Pilzes in der Rhizosphäre über die Vegetationsperiode hinweg untersucht.

Bei der Strategie zur **Bekämpfung des Apfelwicklers im ökologischen Obstbau** spielt die Anwendung von Apfelwicklergranulovirus (CpGV)-Präparaten eine zentrale Rolle. Durch das Auftreten von Resistenzen in zahlreichen Praxisbetrieben ist eine effiziente Apfelwicklerbekämpfung gefährdet. Durch intensive Forschungsarbeiten des JKI konnten die Genetik und biologische Faktoren der Resistenz aufgeklärt und resistenzbrechende CpGV-Isolate identifiziert und mittlerweile zugelassen werden. Neue Methoden zum Resistenzmonitoring und –management werden fortlaufend zusammen mit Landesdiensten erarbeitet.

Der größte Anteil der chemischen Pflanzenschutzmittelanwendungen im Obstbau wird zur Bekämpfung von mikrobiellen Schaderregern eingesetzt, insbesondere auch gegen Pilze., Trotz ihrer wirtschaftlichen Bedeutung liegen bei vielen Erregern nur geringe Kenntnisse zur Biologie und der Wirt-Pathogen-Interaktion vor. Dieses Wissen ist aber erforderlich, um nichtchemische Maßnahmen zu optimieren und deswegen werden Forschungsarbeiten mit den genannten Schwerpunkten durchgeführt (z. B. Identifizierung von Resistenzgenen für Züchtungsstrategien, besseres Verständnis von Lebens- und Infektionszyklen von Erregern zur Optimierung phytosanitärer Maßnahmen und Reduktion des Infektionspotenzials, u. a.). Auch als Basis systematisch angelegter Züchtungsstrategien, zum Beispiel zur Entwicklung nachhaltig gegen Feuerbrand robuster Kernobstsorten, steht die **Aufklärung der Wirt-Pathogen-Interaktion** am JKI im Fokus der Forschung.

Gegen einige Erreger hat sich der Einsatz nützlicher Mikroorganismen als biologische Pflanzenschutzmaßnahme etabliert. Die Aufklärung der Lebensweise effektiver Antagonisten, wie die der Interaktionen von *Erwinia tasmaniensis* mit seiner Umwelt und mit dem Feuerbranderreger liefert auch hier notwendige Grundlagen um verlässliche Bekämpfungsstrategien zu entwickeln.

Bei einigen Krankheiten wird zunehmend klar, dass nicht einzelne Organismen die Ursache sind, sondern stattdessen komplexe Änderungen des Phytobioms beobachtet werden (z. B. Apfelnachbaukrankheit). Die Forschungsaktivitäten hierzu im Rahmen des **ORDIAmur**-Projekts (FKZ 031B1070B) sollen klären, ob diese Verschiebungen ein Symptom oder die Ursache der Krankheit sind und ob eine positive Beeinflussung des Rhizobioms durch Mykorrhiza-Symbionten, eine praktikable Maßnahme zur Überwindung der Krankheit darstellt. Damit würde eine biologische Pflanzenschutzmaßnahme gegen die Nachbaukrankheit zur Verfügung stehen, welche bisher in der Praxis überwiegend chemisch bekämpft wird.

Blattläuse und Schmierläuse sind in vielen Fällen als Überträger von Viren im Obstbau bekannt, oder werden in Analogieschlüssen zu nahe verwandten Viren als Vektoren vermutet. Diese Situation liegt bei den zwei mit der Kleinfrüchtigkeit der Süßkirsche verbundenen Viren Little cherry virus -1 und -2 vor. Sie sind als RNQP's eingestuft und sowohl im Anbau ökonomisch bedeutsam, als auch im internationalen Handel mit Anbaumaterial von Süßkirschen ein Handelshemmnis. Treten diese Viren in Verbindung mit ihren Vektoren auf, müssen Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen werden; effektive Bekämpfungsmöglichkeiten gegen Blattsauger fehlen allerdings derzeit Das JKI erforscht deshalb in einem Projekt mittels Hochdurchsatzsequenzierung Monitoringstrategien zur Verbreitung und Charakterisierung der Vektoren über Barcoding bei gleichzeitigem sensitivem Nachweis der Viren. Ziele sind die Anwendung von Insektiziden zu vermeiden und gesundes Anbaumaterial zu gewährleisten.

Die Überwachung des Apfelwicklerfluges mit Pheromonfallen ist ein wichtiges Werkzeug für die nachhaltige Regulation dieses wichtigen Apfelschädlings im integrierten und ökologischen Anbau. Seit einigen Jahren kommt es beim Monitoring der Sommergenerationen zu Fehlbewertungen, da die Leistungsfähigkeit der Pheromonfallen drastisch sinkt. In einer internationalen Forschungskooperation zwischen Neuseeland, Schweden und Deutschland konnte die Ursache bestimmt werden. Aufgrund des Anstiegs der maximalen Tagestemperaturen während der letzten 15 Jahre baut sich das Pheromon (Codlemon) schnell ab. Es laufen am JKI derzeit erfolgsversprechende Versuche mit Antioxidantien und UV-Stabilisatoren, um die Methode wieder wirksam zu machen und an den Klimawandel anzupassen. Gleiches gilt auch für die Pheromonverwirrung, die ebenfalls hitzestabiler gemacht werden muss.

Aktivitäten der Länder

Im Obstbau liegt der Fokus bei den Forschungsaktivitäten der Länder auf dem biologischen Pflanzenschutz. Hier werden nichtchemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, insbesondere Biologicals, Pflanzenstärkungsmittel sowie Nützlinge verstärkt eingesetzt. Aber auch die Verwirrung von Schaderregern sowie die Entwicklung von Fallensystemen (wie beispielsweise für die Kirschessigfliege) spielen eine wichtige Rolle. Bei Erdbeeren wird zusätzlich noch der Einsatz von Nematoden zur Thripsbekämpfung untersucht.

Die amtlichen Pflanzenschutzdienste der Länder engagieren sich in der UAG Lückenindikationen Obstbau und testen im Rahmen der Wirksamkeitsversuche im Freiland und zunehmend auch im Gewächshaus sogenannte "Low-risk-Produkte", u. a. biologische Präparate, im Einsatz gegen pilzliche und tierische Schaderreger. Zur Wirksamkeit dieser Präparate liegen aus dem Bereich des Obstbaus bereits über 300 Datensätze vor.

Als vorbeugende Maßnahmen werden im Bereich Obstbau die Nützlingsförderung, geeignete Unterlagen, verschiedenen Dachkonstruktionen, Einnetzung sowie Mulchmaterial erforscht und der Einsatz von Prognosemodelle beispielsweise für die Überwachung der Kirschessigfliege getestet. Auch physikalische Maßnahmen wie der Einsatz von Kulturschutznetzen, aber auch die mechanische Unkrautbekämpfung und Heißwasserbehandlung sind Bestandteil der Forschungsaktivitäten der Länder.

Im Bereich Ökologischer Landbau werden Resistenz- und Virulenzmanagement-Strategien für die Bekämpfung des Apfelwickler-Granulosevirus entwickelt. Auch werden Möglichkeiten für eine Kupferreduktion gesucht.

Zusätzlich werden im Beeren- und Steinobst verschiedene Versuche zum integrierten Pflanzenschutz durchgeführt.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Im Rahmen des Projekts "Selbsttrocknende Öle auf Basis Nachwachsender Rohstoffe zum Schutz von Pflanzen gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren" in Nordrhein-Westfalen geht es um die Erforschung der Wirkung und der Mechanismen von trocknenden Pflanzenölen als Naturstoffe in der pflanzenbaulichen Praxis gegenüber abiotischen und biotischen Stressfaktoren. Ziel des Projekts ist es, die Wirkung der trocknenden Pflanzenöle gegenüber Pathogenen, Schädlingen und Stress an ausgewählten Kulturpflanzen selbst und die Wirksamkeit unter praktischen Anbaubedingungen bei unterschiedlichen Kulturen, z. B. auch im Obstbau, zu untersuchen. Aufgrund ihrer guten biologischen Abbaubarkeit, geringen Warmblüter- und Ökotoxizität besitzen sie viele positive Eigenschaften mit großem Vorteil für die Entwicklung umweltschonender Pflanzenstärkungs- und Pflanzenschutzverfahren. Pflanzenöle werden bereits seit geraumer Zeit als Fungizide oder Insektizide im Pflanzenschutz angewandt. Durch ihren hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren sind insbesondere trocknende Pflanzenöle, wie Leinöl oder Tungöl, eine Alternative in diesem Bereich. Die Bedeutung der Filmbildung und die Stabilität der erzeugten Spritzbeläge sollen in diesem Projekt näher beschrieben werden. Mittels nichtinvasiver Messverfahren werden die zeitliche und räumliche Wirkung der Öle auf die Pflanze und Schadorganismus dargestellt. Das Projekt verfolgt zudem das Ziel, ein innovatives und umweltfreundliches Pflanzenschutzverfahren auf Basis von trocknenden Pflanzenölen zu etablieren und über die Aufklärung der beteiligten Wirkmechanismen zu einem verbesserten Verständnis der zugrundeliegenden Prinzipien beizutragen. Bisherige Ergebnisse lassen positive Effekte durch den Einsatz trocknender Pflanzenöle gegenüber Pathogenen und Schädlingen erkennen. Unter anderem auch gegenüber Apfelschorf.

Der Obstbau Lehr- und Versuchsbetrieb Augustenberg in Baden-Württemberg betreut verschiedenen Anbauversuche im Steinobstbau. Es werden knapp 30 Obstarten mit rund 700 Sorten und 50 Unterlagen in verschiedene Sortenkombinationen überprüft. Auch werden **Kulturtechniken** näher erprobt und demonstriert. Dazu zählen Erziehungssysteme, Überdachungsanlagen, Netze gegen Hagel oder Vögel oder der Einsatz von mechanischen Ausdünnungsgeräten, Untersuchungen zu Schnitttechniken bis hin zur rationelleren Arbeit mit einer Baumschnittmaschine. Innovationen werden in der Praxis umgesetzt und auf ihre Tauglichkeit getestet.

Am DLR Rheinpfalz in Neustadt an der Weinstraße werden seit Jahren mit Hilfe von Larvenaufsammlungen, Einbohrungskontrollen, Überwachung der Verpuppungen auf einem Diapausebrett und mit Eiablage- bzw. Schlupfkontrollen in einem Baumkäfig populationsdynamische Daten zum Apfelwickler erhoben, um den Einsatz, u. a. auch von Granuloseviren, gegen den Apfelwickler zu optimieren.

Unter Projektleitung der Technischen Hochschule Bingen erfolgten in Rheinland-Pfalz Praxistests zur Umsetzung einer Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) im Obstbau zur Förderung der Artenvielfalt in Obstanlagen durch. Es geht im Wesentlichen um die Integration von Maßnahmen, die für die Biodiversität in Obstanlagen positiv sind (z. B. überjährige Randstreifen, insektenfreundliche Blühmischungen, schonende Mahdsysteme).

Durchführung eines umfangreichen Eigelege-Monitorings zu Halyomorpha halys (Marmorierte Baumwanze) in Rheinland-Pfalz: Ziel dieses Monitorings war der Nachweis von *Trissolcus japonicus* (Samurai-Schlupfwespe) mittels parasitierter Eigelege der Baumwanze. Mittlerweile wurde die Samuraiwespe an sechs Standorten in Rheinland-Pfalz nachgewiesen. Die Schlupfwespe gilt als einziger effektiver Gegenspieler von *Halyomorpha halys*.

Test eines neuen automatisierten Überwachungssystems für den Apfelwickler mit der Falle 'TrapView' in Rheinland-Pfalz: TrapView erfasst die täglichen Falterfänge mittels eingebauter Kamera und sendet diese in eine spezielle Cloud, so dass die Fangdaten täglich aktualisiert auf dem Computer abrufbar sind. Aufwendige zeitintensive Fallenkontrollen vor Ort können damit unterbleiben. Mit den täglichen Falterfängen ist zudem die Populationsdynamik des Apfelwicklers besser abzuschätzen, so dass Pflanzenschutzmaßnahmen, u. a. mit Granuloseviren, optimiert werden können.

Hessen führt **Versuche zu Erdbeeren** hinsichtlich Dauer der Langtagbehandlung und spektraler Zusammensetzung des Zusatzlichtes für die Vorbeugung gegen Echten Mehltau durch.

Der Pflanzenschutzdienst in Brandenburg arbeitet in den letzten Jahren verstärkt an der **Bekämpfung von Kirschessig- und Sanddornfruchtfliege**. Zu beiden Schaderregern werden Versuche zur Biologie, zur Fängigkeit und zu regulierenden Methoden durchgeführt. Unter anderem erfolgte eine Zusammenarbeit mit ansässigen Instituten am EIP-Projekt "MoPlaSa" zur Erforschung von nachhaltigen Methoden zur Bekämpfung der Sanddornfruchtfliege, das in Brandenburg gefördert wurde

3.2.2 Gemüsebau

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Im Gemüseanbau fördert das BMEL schwerpunktmäßig den biologischen Pflanzenschutz. Es werden Versuche zum Einsatz von biotechnologischen Fungiziden und von Mikroorganismen durchgeführt. Auch werden neue biologische Bekämpfungsstrategien gegen pflanzenparasitäre Nematoden durch die Anwendung nematodenpathogener Pilze entwickelt. Dazu wird eine Methode für eine gezielte Isolierung betreffender Pilze aus Eiern pflanzenparasitärer Nematoden erarbeitet.

Des Weiteren wird im Gemüsebau die Unkrautbekämpfung mittels Hochspannungsimpulsen erforscht. Auch physikalische Maßnahmen wie der Einsatz von Kulturschutznetzen sind Bestandteil der Forschungsförderung der BMEL.

Im Kohlgemüse sowie im Wurzel- und Knollengemüse liegt ein weiterer Fokus auf vorbeugenden Maßnahmen wie beispielsweise die Wahl der Sorten, die Saat- und Pflanzzeiten, die Fruchtfolgegestaltung sowie der Einsatz von Warndiensten.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Ziel des Projektes "Optimierung des Einsatzes von Kulturschutznetzen als Alternative zum chemischen Pflanzenschutz im Gemüsebau" (FKZ 2815NA146, 2815NA199) ist die Erhöhung der Produktionssicherheit im ökologischen und integrierten Freilandgemüsebau durch einen effektiven, qualitätssichernden sowie ökonomisch sinnvollen Einsatz von Kulturschutznetzen. Einige Schädlinge wie die Kohlmottenschildlaus, der Rapsglanzkäfer oder die Kleine Kohlfliege sind in vielen Freilandgemüsekulturen schwer kontrollierbar. Ein in den letzten Jahren zunehmender Befallsdruck dieser und anderer Kohlschädlinge steht insbesondere in Norddeutschland in Zusammenhang mit der hohen Anbaukonzentration von Winterraps, wovon konventionell und ökologisch wirtschaftende Betriebe gleichermaßen betroffen sind. Trotz hoher Kosten ist der Einsatz von Kulturschutznetzen zum Teil unverzichtbar. Begrenzend für eine weitere Ausweitung der Nutzung von Netzen sind u. a. Probleme mit der Pflanzenentwicklung unter Netzabdeckung sowie das Auftreten neuer Problemschädlinge, welche die üblichen Gemüsefliegennetze durchdringen können. Das Projekt verfolgt daher folgende Zielstellungen:

- → Ausweitung des Netzeinsatzes auf weitere, netzempfindliche Kulturen
- → Anpassung von Unkrautmanagement und Düngungsmaßnahmen an lange Bedeckungszeiträume
- → Bewertung des Einflusses besonders engmaschiger, zur Abwehr neuer Problemschädlinge geeigneter Netze, auf bisher netzverträgliche Kulturen
- → Bewertung der Eignung von Prognosemodellen und Monitoringverfahren für Schädlinge als Grundlage für die Steuerung des Bedeckungsmanagements

Ziel des Verbundvorhabens "Serviceorientierte Vernetzung von Wetterdaten und Modellergebnissen von Schaderregerprognosen am Beispiel von ZWIPERO (ZwiebelNetz)" (FKZ 2814902815, 2814902915, 2814903015) ist die Nutzbarmachung von Witterungsdaten und Ergebnissen der Schaderregerprognose über serviceorientierte Architekturen. Am Beispiel des Modells ZWIPERO zur Berechnung des witterungsbedingten Befallsrisikos für Falschen Mehltau in Zwiebeln werden sowohl Routinen des Bestandsklimamodells BEKLIMA vom Deutschen Wetterdienst als auch Modellergebnisse über ISIP als Webservices zur Verfügung gestellt. Das schafft die technologischen Voraussetzungen zur Optimierung der kulturspezifischen Routinen des BEKLIMA und Anpassung von ZWIPERO an verschiedene Boden- und Klimaräume. Ergebnisse des Projektes sollen definierte, offene und dokumentierte Schnittstellen sein, die mit vergleichsweise geringem Aufwand auf weitere Modelle bzw. -routinen erweitert werden können.

Ziel des Projektes "Integrierte Bekämpfung der Kohlmottenschildlaus an Gemüsekohlarten" (FKZ 2812NA020) ist es, das begrenzt vorhandene, für die Erarbeitung von Bekämpfungsstrategien jedoch notwendige Basiswissen zur Kohlmottenschildlaus zu vertiefen. In einem ersten Schritt werden die Ursachen für die Zunahme und die für die Entwicklung des Befalls relevanten Einflussgrößen eingegrenzt. Im Zentrum der Betrachtungen stehen dabei die Bedeutung von Winterwirten und die Populationsdynamik in Verbindung mit den Klimaeinflüssen bzw. -veränderungen unter bundesweiten Bedingungen. Als nächster Baustein wird ein auf die Kohlmottenschildlaus zugeschnittenes Monitoring- und Boniturschema entwickelt. Ziel ist die Ableitung einer angepassten Schadschwelle. Die genannten Arbeiten werden durch Parzellenversuche sowie durch Demonstrationsversuche auf unterschiedlichen Praxisbetrieben unterstützt. Dabei werden Versuche zu den Bekämpfungsschwellen, der Terminierung der Bekämpfung, zur Sortenfrage und zu Untersaaten durchgeführt.

Ziel des Modellvorhabens "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz, Produktionsbereich Gemüsebau" (FKZ 2813MD100, 2813MD300, 2813MD810) war die Demonstration des integrierten Pflanzenschutzes, die Analyse der wichtigen Kennziffern zur Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes sowie die Kommunikation der Ergebnisse. Dafür wurden verschiedene nichtchemische, biologische und vorbeugende Pflanzenschutzmaßnahmen auf den zehn Betrieben im Zeitraum von 2014 bis 2018 demonstriert. Im Kohlgemüse wurden beispielsweise Bacillus thuringiensis-Präparate zur Bekämpfung der Kohlmotte und im Möhrenanbau das biologische Fungizid Contans WG eingesetzt. Gezielt wurden die Hacke und der Unkrautstriegel demonstriert, um den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel zu reduzieren. Im Möhrenanbau wurden Vergleiche der mechanischen Hacke, der Handhacke und dem Abflammen durchgeführt. Als vorbeugende Maßnahmen wurden Sitzkrücken aufgestellt und es wurden Blühstreifen zur Nützlingsförderung angelegt und die Effekte bewertet. Zusätzlich wurden im Wurzel- und Knollengemüse

Untersuchungen hinsichtlich Pheromonfallen und Mäusegräben als Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen durchgeführt.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Verbraucher stehen dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zunehmend kritischer gegenüber. Im Freiland-Gemüseanbau sowie im Zierpflanzenanbau unter Glas ist der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel eine besondere Herausforderung, aber auch im Gemüsebau unter Glas werden schnellwirksame Nützlinge zur Reduktion von Blattlausherden benötigt. Im ökologischen Anbau ist dieser Bedarf aufgrund der limitierten Verfügbarkeit zugelassener, wirksamer Pflanzenschutzmittel am höchsten. Im Projekt "Sauber, wenn es drauf ankommt: Entwicklung eines spezifischen Grabwespen-Nisthabitatsystems zur rückstandlosen Entfernung von Blattläusen aus Gemüse- und Zierpflanzenkulturen" (FKZ 2819NA043) wird das Potential von Grabwespen (Hymenoptera: Crabronidae), einer im Pflanzenschutz noch nicht genutzten Nützlingsklasse, evaluiert. Die Vorteile dieser Nützlinge sind u. a. die Ortstreue, die den Einsatz im Freilandgemüsebau ermöglicht und das Abtransportieren der Blattläuse durch die Grabwespen, das den verbraucherfreundlichen Einsatz in Blattgemüsen und Zierpflanzen ermöglicht. Im Projekt werden zunächst die Habitatansprüche der Grabwespen und zudem grundlegende Parameter zu deren Effizienz als Blattlausgegenspieler erforscht. Ziel des Projektes ist die Herstellung eines mit Grabwespenstadien vorbestückten Nisthabitatsystems aus mit Holzschaum gefüllten Holzröhren als gezielte Pflanzenschutzmaßnahme zur Bekämpfung von Blattläusen. Für dieses Ausbringungssystem werden im Projekt künstliche Brutröhren für Grabwespen entwickelt. Das System kann speziell im ökologischen Anbau als sofort wirksame Maßnahme direkt an Befallsherde gebracht werden und damit in bestimmten Situationen den Einsatz von Ölen und anderen Kontaktinsektiziden ersetzen.

In SMARTPROTECT "Innovativer Pflanzenschutz im Gemüsebau: Nutzbar machen fortgeschrittener Methoden und Techniken im Gemüsebau" (EU-Horizon 2020, Projektnummer 862563) wird wesentlich zur Wettbewerbsfähigkeit von Betrieben in Deutschland und Europa beitragen. Im Projekt sollen Informationen zu verfügbaren und nahe der Markteinführung befindliche Techniken mit den Europäischen Partnern gesammelt und auf deren Innovationspotenzial für die Praxis hin überprüft werden. Informationen zu vielversprechender Technik sollen Anbauern zur Verfügung gestellt werden, über die Nutzung geeigneter Internetplattformen, Informationsveranstaltungen und Praxistests. So entsteht im Projekt eine Übersicht über vielversprechende Techniken, aber auch über mögliche Hemmnisse für die Einführung neuer Techniken auf sozio-kultureller, politischer oder regulatorischer Ebene. Das Projekt hilft so, neue Techniken bei Anwendern bekannt zu machen, und deren Verbreitung in der Praxis zu unterstützen.

Das Projekt "Sensorbasiertes Monitoring und Entscheidungshilfe für den integrierten Pflanzenschutz in Gewächshauskulturen (IPMaide)" (FKZ 2818506A18) widmet sich der Automatisierung und Mechanisierung von Arbeitsprozessen. Hier ist ein erheblicher Entwicklungsbedarf notwendig, um die gesamte Wettbewerbsfähigkeit des Gartenbaus zu erhalten und eine nachhaltige Produktion zu ermöglichen. Daher ist es erforderlich, die gartenbauliche Produktion im Gewächshaus hinsichtlich der Nutzung der vorhandenen Daten (z. B. Klimadaten) sowie durch sensorgestützte Daten effizienter zu gestalten, um das Produktionssystem nachhaltig zu optimieren. Ziel ist die Entwicklung eines digitalen Assistenzsystems in Form einer App zur Entscheidungsunterstützung. Durch den Einsatz diverser Sensoren, bildgebender Verfahren und automatischer Fallen soll das Auftreten von verschiedenen tierischen Schaderregern bestimmt werden, um zeitlich angepasste, bei Auftreten des Schädlings teilflächenspezifische Pflanzenschutzmaßnahmen vorzunehmen.

TrauTopf "Regulierung von Trauermücken im ökologischen Anbau von Topfpflanzen" – Innovative Verfahren zur Einschätzung der Attraktivität von Kultursubstraten für Trauermücken und umfassende Strategien zur Bekämpfung mittels Nützlingen": Trauermücken können im ökologischen Topfpflanzenanbau ein erhebliches Problem darstellen. Im Vergleich zum konventionellen Gartenbau sind die im ökologischen Anbau verwendeten torfreduzierten, organisch gedüngten Kultursubstrate deutlich attraktiver für Trauermücken und bieten ihnen wesentlich bessere Lebensbedingungen. Daher kommt es im ökologischen Anbau häufig zu einer massenhaften Vermehrung und in der Folge vor allem bei Jungpflanzen zu erheblichen Ausfällen aufgrund der Fraßtätigkeit der Larven an Wurzeln und Stängeln. Hinzu kommt die Gefahr der Verbreitung von phytopathogenen Pilzen durch die adulten Trauermücken. Zum Ersten soll geklärt werden, warum manche Kultursubstrate für

Trauermücken hochattraktiv sind. Zum Zweiten soll die direkte Bekämpfung von Trauermücken mit Nützlingen optimiert werden. Die in Betrieben praktizierte Bekämpfung mit Nematoden wird verbessert, indem die Anwendung von Nematoden auf die Eigenschaften des Substrats abgestimmt wird. Zusätzlich werden neue Nützlinge auf ihre Eignung zur Trauermückenbekämpfung untersucht.

Innerhalb der von der FNR geförderten **Nachwuchsforschergruppe** "Arznei- und Gewürzpflanzen" werden im Teilprojekt "Pilzliche Schaderreger" samenbürtige Schaderreger sowie pilzliche Infektionen der Blätter ausgewählter Arzneipflanzen untersucht. Neben klassischen Untersuchungen von Saatgut zum Erregernachweis auf Selektivnährmedien kommen auch molekularbiologische Verfahren für die Diagnose zur Anwendung. An ausgewählten Blattpathogenen sollen bereits zugelassene biologische Pflanzenschutzmittel sowie im JKI entwickelte Extrakte und ätherische Öle auf ihre Wirksamkeit getestet werden.

Im Forschungsvorhaben "MORE-Bot" wird eine Robotik-Lösung zur mechanischen Schneckenbekämpfung im Gemüsebau entwickelt. Nacktschnecken sind bedeutende Schaderreger im Gemüsebau, da sie durch Fraß-, Schleim- und Kotspuren Produkte verunreinigen und diese nicht mehr vermarktungsfähig sind. Um diese Schäden zu vermeiden, wird nach aktuellem Technikstand üblicherweise Schneckenkorn eingesetzt. Um die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren, soll im Rahmen dieses Projektes eine alternative Bekämpfungsmöglichkeit mit der Hilfe eines Roboters entwickelt werden. Der Roboter soll autonom auf dem Gemüsefeld fahren, die Schecken mit einem optischen Sensor erkennen und die gefundenen Schnecken unschädlich machen und entfernen. Parallel dazu soll ein Prognosemodell entwickelt werden, welches als Basis für den zeitlichen und räumlichen Einsatz des Roboters dient. Das gesamte Ziel des Projektes ist es, dem Erwerbsgemüsebau ein leistungsfähiges System zur Verfügung zu stellen, das die Produktion hochwertiger Lebensmittel mit einem reduzierten Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel ermöglicht.

Im Tomaten- und Gurkenanbau werden **Alternativen zum Einsatz von Kupfer auf der Basis von antagonistischen Mikroorganismen und Naturstoffen** erforscht und in Zusammenarbeit mit der Praxis erprobt.

Die **Tomatenminiermotte** *Tuta absoluta* ist ein invasiver Schädling, der die weitgehend auf Nützlingen und anderen biologischen Mitteln beruhende nichtchemische Kontrolle von Schädlingen im Tomatenanbau bedroht. Daher werden dringend biologische Verfahren benötigt. Im Rahmen von verschiedenen Projekten wurde die Eignung von Baculoviren und von insektenpathogenen Nematoden als Bausteine einer erfolgreichen Bekämpfung der Tomatenminiermotte nachgewiesen.

Im Projekt "Entwicklung eines nachhaltigen Managementsystems für den Möhrenblattfloh im ökologischen Möhrenanbau" wird ein systemischer Ansatz verfolgt, der die Aspekte Standortwahl, Saatzeitpunkt und Optimierung des Flächenmonitorings einbezieht. Ebenso wird der Austausch von Erkenntnissen zur Bekämpfung des Möhrenblattflohs mit europäischen Einrichtungen ausgebaut. Alle geplanten Managementverfahren sind auf die Bedürfnisse der Praxis ausgerichtet und fallen schwerpunktmäßig in den Bereich der Kombinationsverfahren. Das bestehende Monitoringsystem wird weiter ausgebaut und präzisiert. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung der Möhren auf Infektion mit Candidatus Liberibacter solanacearum. Es sollen der Durchseuchungsgrad im Bestand und der Haplotyp des Bakteriums bestimmt werden.

SWATopti, "Erarbeitung eines Webbasierten Managementsystems zur nicht-chemischen Regulierung der Möhrenfliege, der Kleinen Kohlfliege und Bohnenfliege unter Verwendung von SWAT und Risikoanalysen" ist ein Verbundprojekt des JKI und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines praxisreifen Prognosemodells für die Kleine Kohlfliege, die Möhrenfliege und die Bohnenfliege. Das Modell soll als Managementwerkzeug sowohl für die Anbauplanung, als auch für die Kulturführung, bspw. für die Termination von Bekämpfungsmaßnahmen oder die Handhabung von Netzabdeckungen genutzt werden können. Zusätzlich soll ein neues Modul für die Bohnenfliege erarbeitet werden. Zum Ende des Projekts soll die Distribution des Prognosemodells und Bereitstellung über eine Online-Plattform in der Verantwortung der ISIP liegen und die ständige Evaluierung durch die ZEPP übernommen werden.

Mit dem Projekt "Neues Konzept für die ökologische Tomatenzüchtung" soll der ökologische Anbau von Tomate gefördert werden. Ein zunehmendes Problem im geschützten Anbau ist die Samtfleckenkrankheit, verursacht durch den Pilz Fulvia fulva (syn. Passalora fulva, Cladosporium fulvum). Der saisonale, kostengünstige Anbau unter Folie ist dabei besonders betroffen. Ziel des Projektes ist es, ökologisch angepasste Sorten mit stabiler Resistenz und einem guten Geschmack zu entwickeln. Zum einen soll eine neue, auf das System angepasste Züchtungsstrategie erprobt und zum anderen durch reine Kreuzungszüchtung neue Resistenzquellen erschlossen und validiert werden.

Entwicklung und Praxiserprobung eines neuen Züchtungskonzeptes für einen stabilen ökologischen Salatanbau. Trotz steigender Nachfrage nach Salaten aus dem "Bio-Sektor" stagniert der heimische Anbau. Grund ist die fehlende Anbausicherheit. Krankheiten wie der Falsche Mehltau und abiotische Schadfaktoren führen häufig zu starken Ertragsverlusten. Auf dem Markt fehlen Sorten, die eine große Anbausicherheit im ökologischen Anbau mit einer guten Produktqualität vereinen. In den BÖLN-Projekten 28100E064/069 wurden erstmals neue Züchtungsmethoden erprobt. Dabei zeigte sich, dass die Arbeit mit Kreuzungspopulationen und der Anbau von Liniengemischen geeignete Lösungswege sind, um Ertragsstabilität zu erreichen. Möglich wird dies durch eine höhere Variabilität durch die Durchmischung des Bestandes bzw. die Genetik, wodurch eine variablere Reaktion auf Stressoren gegeben ist als bei reinen homozygoten Sorten. Auf der Basis dieser neuen Züchtungsstrategien soll in dem Projekt unter Berücksichtigung regionaler Anbaubedingungen ein für die Praxis nachhaltiges Konzept für den ökologischen Salatanbau entwickelt werden. Die Liniengemische sollen optimiert und die Strategie der Kreuzungspopulationen weiterentwickelt werden.

In Projekt "Gemüseschutz vor Vogelschäden - Entwicklung einer Strategie für den ökologischen Gartenbau (ProVeBirD)" (FKZ 2819OE107) werden Schäden und potentielle Schutzmaßnahmen durch Interviews von Gemüsegärtnerinnen und -gärtnern erfasst. Erhoben werden Vogelarten- und Kultur-spezifische Schäden auf Praxisbetrieben. Weiterhin werden die Wirksamkeit von etablierten und von innovativen Maßnahmen zur Vermeidung von Vogelschäden über Feldversuche ermittelt. Es wird zudem ein neues Repellent gegen Dohlenfraß entwickelt. Das Projekt wird begleitet durch den Verbund Ökologische Praxisforschung für einen stetigen Wissensaustausch und Entscheidungsfindung zusammen mit den Gemüsegärtnerinnen und -gärtnern.

Aktivitäten der Länder

Im Gemüsebau führen die Länder verschiedenen Forschungsaktivitäten zu nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren aus. Ein großer Teil dieser Forschungen befasst sich mit vorbeugenden Maßnahmen wie die Nützlingsförderung, die Belichtung, Fruchtfolge und Sortenwahl und die Saatstärke für eine geeignete Unkrautbekämpfung. Auch werden biologische Pflanzenschutzverfahren wie der Einsatz von Nützlingen, Pheromonen und biologischen Insektiziden erforscht. Bei Blatt- und Fruchtgemüse sowie bei Wurzel- und Knollengemüse wird zusätzlich die Anwendung von biologischen Fungiziden berücksichtigt. Auch physikalische Maßnahmen sind Bestandteil der Forschungen der Länder. Dazu gehört beispielsweise der Einsatz von Kulturschutznetzen, die Elektronen- oder Heißwasserbeize von Saatgut sowie die Unkrautbekämpfung.

Des Weiteren testen die Länder alternative nichtchemische Pflanzenschutzverfahren gegen Kohlhernie oder pilzliche Schaderreger.

Bei der Kräuterproduktion laufen zusätzlich Versuche zur pflanzenschutzmittelfreien Produktion; es werden neuartige anbau- und biotechnische Maßnahmen beispielsweise in der Bio-Topfkräuterproduktion getestet.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Die Norddeutsche Kooperation besteht aus acht Kompetenzzentren, welche einen Vertrag über eine enge Zusammenarbeit im gärtnerischen Versuchswesen und der Beratung von Gartenbaubetrieben abgeschlossen haben. Bei dem Kompetenzzentrum Hamburg steht die Optimierung des Pflanzenschutzes im Gemüse- und Zierpflanzenbau im Mittelpunkt der Versuchsaktivitäten. Zu folgenden Themen wird dort schwerpunktmäßig geforscht:

- → Entwicklung von praxisorientierten Bekämpfungsstrategien für problematische Krankheitserreger und Schädlinge. Im Fokus stehen der Kalifornische Blütenthrips *Frankliniella occidentalis* im Zierpflanzenbau sowie tierische Schädlinge im Fruchtgemüsebau sowie Pilzkrankheiten im Blattgemüse.
- → Weiterhin strategische Ausrichtung des Pflanzenschutzes auf den integrierten Pflanzenschutz und Pflanzenschutz im Ökolandbau.
- → Angewandte Forschung zur Identifikation von Alternativen zu chemischen Pflanzenschutzmitteln. Entwicklung von biologischen Pflanzenschutzverfahren, um den ökologischen Anbau in Spezialkulturen zu ermöglichen und zu stärken.
- → Die Anwendung von Grundstoffen und Strategien im Bereich des Zwischenfruchtanbaus.
- → Weitgehende Etablierung von sensitiven und spezifischen Diagnoseverfahren für neue Schaderregern im Zierpflanzen- und Gemüsebau.

Technologische Fortschritte bei der Hacktechnik ermöglichen einen teilweisen oder vollständigen Ersatz von Herbizidanwendungen im Sellerieanbau. Für die Kultur Knollensellerie werden in dem Versuch "Unkrautregulierung für Sellerie 2019" in Mecklenburg-Vorpommern unterschiedliche Strategien der Integration von Hackmaßnahmen in das klassische Anbauverfahren geprüft. Neben der Unkrautwirkung wird auch der Einfluss der Maßnahmen auf die Mineralisation des Bodenstickstoffs erfasst.

Rheinland-Pfalz führt Versuche zur Bekämpfung aller wichtigen Schaderreger auch mit Hilfe von nichtchemischen Verfahren durch. Darunter die Bekämpfung der Weißen Fliege in Kohlkulturen mit Netzen bzw. mit Intercropping oder die Eindämmung von Falschem Mehltau in Speisezwiebeln mit Hilfe von Pflanzenstärkungsmitteln.

In Bayern hat das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) Straubing eine **Sprühfolie zur Unkrautunterdrückung auf der Basis von Naturstoffen** entwickelt, die in etwa einem halben Jahr abbaubar ist. Die Versuche, das Verfahren bis zur Praxisreife zu entwickeln, laufen und sind im Obst- und Weinbau weit fortgeschritten. Aktuell soll dieses Verfahren auch für den Gemüsebau adaptiert werden.

3.2.3 Zierpflanzen und Urbanes Grün

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Im Bereich der Zierpflanzen liegt der Fokus auf der Pflanzenzüchtung. Es werden Sortenresistenzen, Resistenzpotentiale und Marker analysiert mit dem Ziel mittels geeigneter Züchtungsstrategien widerstandsfähige und standortangepasste Arten und Sorten zu entwickeln und anzubauen. Auch wird ein nachhaltiges Verfahren zur Jungpflanzenerzeugung inklusive *in vitro*-Vermehrung untersucht. Des Weiteren werden Alternativen zur chemischen Wuchsregulierung von Zierpflanzen entwickelt.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Das Interesse an ökologisch erzeugten Zierpflanzen wächst bei Produzenten, Handel und Verbrauchern. Nach wie vor müssen im Zierpflanzenbereich im gesamten Produktionsprozess zahlreiche Aspekte betrachtet werden. Dabei ist ein wichtiges Ziel, hochwertige und optimale Qualitäten zu erzeugen. Um dies zu erreichen und somit den Bio-Zierpflanzenbau weiter auszuweiten werden im Vorhaben "Optimierung von Pflanzenschutzstrategien für einen nachhaltigen und ökologischen Zierpflanzenbau" folgende Ziele verfolgt:

- → Optimieren und weiterentwickeln der Kulturverfahren zum vorbeugenden und direkten Pflanzenschutz
- → Entwickeln nachhaltiger und direkter Pflanzenschutzverfahren
- → Erfassen von Resistenzen und unterschiedlichen Resistenzmechanismen von ausgewählten Blattlaus- und Thripsarten für im ökologischen Zierpflanzenbau eingesetzte Pflanzenschutzmittel
- → Entwickeln von technischen Lösungen für die Praxis

→ Ausweiten und Ausbau vorhandener Netzwerke mit Hilfe entsprechender Technik. Optimieren des Austauschs zwischen Praxis, Forschung, Beratung und Firmen. Verbreiten und Aufbereiten des Wissens möglichst zeitnah und praxisgerecht für die entsprechenden Zielgruppen

Im Verbundprojekt "Untersuchungen zur Thripsresistenz von Chrysanthemen und Implementierung der Ergebnisse zur Entwicklung thripsresistenter Genotypen (CHRYRES)" (FKZ 2818204215-315) wird das Resistenzpotential von Chrysanthemen gegenüber dem weltweit bedeutendsten Schädling, dem Amerikanischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) ermittelt und in die praktische Pflanzenzüchtung integriert. Die Entwicklung neuer Chrysanthemen-Sorten für den Zierpflanzenmarkt erfolgt über die Induktion von Mutationen durch Bestrahlung und kontrollierte Handbestäubung. Das Sortiment orientiert sich neben den Marktanforderungen (z. B. Blütenfarbe und -größe) an den nationalen und internationalen Anforderungen von Gartenbaubetrieben, die Stecklinge zur fertigen Pflanzen kultvieren.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Das JKI wirkt an dem Verbundvorhaben "Moving Checkpots, Optimierter Pflanzenschutz für die Zierpflanzenproduktion" (FKZ 2818803B19) mit. In dem Vorhaben wird ein Monitoring- und Datenmanagementsystem entwickelt, das ein Erfassen und Auswerten von Schaderregern und ihren Antagonisten sowie von suboptimalen Klimazuständen in Topf- oder Containerkulturen des Zierpflanzenbaus im Gewächshaus oder auf Freilandstellflächen ermöglicht. Die Datenerfassung wird mit Hilfe von mobilen, mit den Kulturen wandernden Monitoringschwärmen ermöglicht. Diese Monitoringschwärme bestehen aus mehreren smarten Checkpots, in denen kleine Farbklebetafel zusammen mit digitaler Bildauswertung, Klimasensorik und Sendefunktion in Kunststofftöpfen integriert werden. Die Checkpots senden die erfassten Daten automatisch an eine serverbasierte Entscheidungshilfe. Die vernetzten Checkpots wandern wie normale Pflanzen mit den Kultursätzen durch alle Transport-, Kultivierungs- und Arbeitsprozesse und ermöglichen so ein handhabbares, kontinuierliches, kultur- und satzspezifisches und vor allem praktikables Monitoring bei Intensiykulturen.

Identifizierung der Biscogniauxia-Hauptfruchtform von Cryptostroma corticale zur Entwicklung von zukunftsfähigen Strategien zum Schutz des Bergahorns vor der Rußrindenkrankheit: Die Rußrindenkrankheit am Ahorn wird durch den vermutlich aus Nordamerika stammenden Pilz Cryptostroma corticale hervorgerufen und tritt insbesondere nach trockenen und heißen Sommern in Erscheinung. In Deutschland wurde diese Krankheit 2005 zum ersten Mal festgestellt. Im Hinblick auf den Klimawandel wird mit einer zukünftigen Verschärfung der Problematik gerechnet. Ziel des Vorhabens ist die Identifizierung der Biscogniauxia-Hauptfruchtform von C. corticale. Hierzu wird eine Sammlung aus Stammkulturen und Herbarbelegen der Gattung Biscoginauxia aus Deutschland, England und weiteren betroffenen Ländern Europas sowie aus Nordamerika angelegt. Das gesammelte Material wird morphologisch charakterisiert, und es werden DNA-Sequenzen von sechs verschiedenen Markergenen generiert. Im finalen Teil des Projekts werden anhand der Ergebnisse geeignete Strategien entwickelt, um den Bergahorn durch nichtchemische Pflanzenschutzmaßnahmen zu schützen.

Aktivitäten der Länder

Bei den Zierpflanzen stehen besonders biologische Pflanzenschutzverfahren sowie vorbeugende Maßnahmen im Fokus der Forschungsaktivitäten der Länder. Bei den biologischen Pflanzenschutzverfahren laufen verschiedenen Versuche zur biologischen Schädlingsbekämpfung, zum Beispiel zum Einsatz von Präparaten auf Basis von pilzlichen und bakteriellen Nutzorganismen sowie zum Nützlingseinsatz. Auch werden Nebenwirkungen biologischer Pflanzenschutzmitteln auf andere Nutzorganismen (Mikroorganismen, Nützlinge) erforscht. Die Nützlingsförderung und die Belichtung bei der Produktion von Zierpflanzen werden schwerpunktmäßig als vorbeugende Maßnahmen untersucht.

Die Länder widmen sich auch anderen alternativen Pflanzenschutzverfahren wie beispielsweise dem Einfluss von Mehrfachzucker auf die Entwicklung von Botrytis cinerea. Des Weiteren wird die pflanzenschutzmittelfreie Produktion von Frühjahrsblühern und von Beet- und Balkonpflanzen als Maßnahme des ökologischen Landbaus in den Ländern erprobt.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

In Bayern läuft seit 2017 das Forschungsvorhaben "Entwicklung von neuen Belichtungsstrategien mit moderner LED-Technik zur Produktion von rückstandsfreien Zierpflanzen, Gemüsejungpflanzen und Kräutern". Es werden LED-Belichtungsstrategien erprobt, um neue, nachhaltige Kulturverfahren im Gewächshaus sowie im geschlossenen Raum in Mehrlagenkultur zu entwickeln. Des Weiteren wird die Eignung von verschiedenen LED-Systemen für die Belichtung von Pflanzen in Innenräumen untersucht. Die Ergebnisse tragen zu einer sofortigen und nachhaltigen Aktualisierung der bestehenden Produktionsverfahren in den Praxisbetrieben bei, um somit chemische Bioregulatoren und Pflanzenschutzmittel weit möglichst vermeiden zu können. Die bessere Flächenausnutzung und die optimierte Pflanzenqualität bei der Mehrlagenkultur im geschlossenen Anbau versprechen eine Senkung der Energiekosten und aufgrund des hohen Hygienestandards eine Vermeidung von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen sowie eine Einsparung an wichtigen Ressourcen. Des Weiteren wird mit Hilfe von LED-Belichtung die Pflanzenqualität während der Lagerhaltung und Logistik erhalten und Arbeitsspitzen bei der Marktaufbereitung entzerrt. Innenraumbegrünern werden Anhaltspunkte für die Eignung von LED-Belichtungssystemen beim Kunden geliefert.

In dem Versuch "Alternative Unkrautbekämpfungsmethoden in Lavendel im Freiland" in Sachsen werden thermische und mechanische Unkrautbekämpfungsverfahren als alternative Unkrautbekämpfung in Lavendel geprüft. Als thermische Unkrautverfahren werden Infrarot und Heißluft, als mechanische Unkrautbekämpfung die Maschinenhacke in einer randomisierten Blockanlage eingesetzt. Als Hauptunkräuter werden Geruchlose Kamille, Vogel-Knöterich, Gemeine Hühnerhirse und Behaartes Franzosenkraut erfasst. Erste Ergebnisse zeigen, dass generell bei der Unkrautbekämpfung eine verzögerte Anfangswirkung auftritt. Bei der Bekämpfung von Kamille und Franzosenkraut gibt es keine Unterschiede bei den einzelnen Verfahren, gegen Vogel-Knöterich und Gemeine Hühnerhirse ist die Infrarot-Variante das beste Verfahren. Vereinzelt können bei thermischen Verfahren Hitzeschäden an der Kultur auftreten.

Hessen setzt im Gartenbauzentrum Geisenheim seit einigen Jahren erfolgreich einen Hackroboter zur Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen (Schnittgehölze, Apfeljungbäume) ein. Zugrunde lag ein Versuch mit Eucalyptus (Schnittgrün), in dem mehrere Mulchverfahren und verschiedene Unkrautvliese mit der Roboterhacke verglichen wurden. Dabei zeigte sich, dass die Wuchsleistung in der Roboterhackvariante höher war. Bei Veranstaltungen ist der Roboter bereits interessierten Betrieben vorgeführt worden.

In Hessen wurde die Überwinterung von Kübelpflanzen mit biologischem Pflanzenschutz erforscht. Als Ergebnis entstand u. a. eine Klimaregelstrategie, die Nützlingen optimale Bedingungen bietet. Dadurch wurde *Iceriya purchasi* erfolgreich durch den Einsatz von *Rodolia cardinalis* bekämpft. Ein weiteres Beispiel sind aktuelle Versuche zur Bekämpfung von Echtem Mehltau an Topfsonnenblumen mit Biologicals.

Die Hochschule Geisenheim University und der Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen führen gemeinsam das in 2022 endende EIP-Projekt "Hessenstern" durch. Ziel ist die Entwicklung eines nachhaltigen Produktionsverfahrens für Weihnachtssterne. Zur Nachhaltigkeit gehört -neben Stecklingsmaterial aus "Fair-Trade"-Betrieben, recycelten Kunststofftöpfen und regionalen torffreien Substraten-, dass ausschließlich biologische Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt wurden. Außerdem wurden die Pflanzen ohne Einsatz von Hemmstoffen kultiviert (stattdessen Wuchsregulierung mit der Klimastrategie "Cool Morning").

In Rheinland-Pfalz finden am DLR Rheinpfalz seit mehreren Jahren Versuche zum Einsatz von Biostimulanzien in verschiedenen Topfkulturen im Gewächshaus statt. Die Bekämpfung des Echten Mehltaues in Topfrosen, Salbei und anderen Kulturen konnte mit Biologicals oder Stärkungsmitteln erfolgreich unterdrückt werden und der Einsatz von chemischen Fungiziden stark reduziert oder komplett ersetzt werden. In Versuchen zur Vermeidung von *Botrytis* in der Jungpflanzenanzucht zeigen sich positive Einflüsse von Biostimulanzien. Für den Bereich der Wachstumsregulierung wird nach Alternativen zu chemischen Wachstumsregulatoren gesucht.

Im Rahmen des Arbeitskreises Pflanzenstärkung finden regelmäßig Ringversuche zum Einsatz von biologischen Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenstärkungsmitteln sowie Biostimulanzien in Kulturen des Zierpflanzenbaues statt.

Die Witterung in Berlin mit häufig sehr ausgeprägten Trockenperioden stellt eine große Herausforderung für die Pflege des Stadtgrüns dar. Wasser ist im umbauten Raum der limitierende Faktor. Die Sicherstellung einer ausreichenden Wasserversorgung von Pflanzen am Straßenstandort nimmt somit eine Schlüsselfunktion im integrierten Pflanzenschutz ein. Seit 2015 beschäftigt sich das Pflanzenschutzamt Berlin gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) mit der Möglichkeit von modellbasierten Vorhersagen zum Wasserhaushalt des Bodens von Straßenbäumen.

Aus dieser Kooperation entwickelte sich das Beratungstool der "Bewässerungsempfehlung von Stadtbäumen (Bewässerungsampel)". Dieses, zunächst auf die Modelbaumart Winterlinde (*Tilia cordata*) für einen exemplarischen Straßenbaumstandort begrenztes Beratungsangebot, wird seit Juni 2018 auf der Webseite des Pflanzenschutzamtes Berlin bereitgestellt. Im Ergebnis erhalten somit u. a. die bezirklichen Straßen- und Grünflächenämter aktuelle und fundierte Informationen zur witterungsangepassten Bewässerungsnotwendigkeit von Straßenbäumen.

Hieraus aufbauend entstand im Herbst 2018 das aus dem Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm geförderte Projekt "Wasserhaushaltsmodellierung zur Erhöhung der Resilienz der Straßenbäume in Berlin". Ziel war die Fortführung und Übertragung der bisher gewonnenen Erkenntnisse zum Wasserhaushalt der Winterlinde auf weitere, für den Straßenbaumbestand Berlins wichtige Baumarten wie Stieleiche (Quercus robur), Schnurbaum (Styphnolobium japonica), Ungarischer Eiche (Quercus frainetto) und Resista® Ulmen, sowie deren Implementierung in die webbasierte Agrowetter Beregnungsanwendung des DWDs. Hierfür wurden umfangreiche, mehrjährige Messkampagnen zur Bodenfeuchte (FDR-Technik) und -saugspannung im Boden (Tensiometer) sowie des Saftflusses der untersuchten Baumarten am Endstandort durchgeführt. Somit konnten mit den erhobenen Daten das bisherige Modell weiterführend validiert und optimiert werden und gleichzeitig die eingesetzte Messtechnik einer kritischen Bewertung für die langjährige und praktische Nutzung unterzogen werden. In 2021 erfolgte eine praxisnahe Testphase der Agroberegnungs-Anwendung mit vier teilnehmenden Straßen- und Grünflächenämtern und dem Pflanzenschutzamt mit erfolgreichem Ergebnis. So konnte die Anzahl der Bewässerungsgänge mehrerer sich im 2. Standjahr befindlicher Eichen um über 30 % gegenüber den Vergleichsbäumen im selben Straßenabschnitt, die nach den Vorgaben eines Dienstleistungsunternehmens durchgeführt wurden, reduziert werden. Auch die eingesetzte Bewässerungsmenge wurde deutlich reduziert, ohne dass die Versuchsbäume Trockenstressmerkmale aufwiesen. Seit Abschluss des Projekts im Dezember 2021 kann die webbasierte Agrowetter Beregnungsanwendung für die untersuchten Stadtbaumarten flächendeckend genutzt werden und fungiert nun als ein interaktives Instrument zur ressourcenschonenden und effizienten Bewässerung von Stadtbäumen, insbesondere für Jungbäume, für das gesamte Bundesgebiet.

Resultierend aus dem Projekt "Wasserhaushaltsmodellierung zur Erhöhung der Resilienz der Straßenbäume in Berlin" fanden zudem mehrere interdisziplinäre Diskussionsrunden im Rahmen des Sensornetzwerks Klimaanpassung statt, um Synergieeffekte mit einer Vielzahl von Akteuren zu hydrologischen Fragestellungen zu erzielen. Hierdurch konnte eine Erweiterung der bis dato im Projekt eingesetzten und weiterhin aktiven Messstellentechnik auf insgesamt 23 Messpunkte erreicht werden. Berücksichtigung fanden neben Einzelbaumstandorten zudem Grün- und Parkanlagen innerhalb der Landesgrenzen Berlins. Die Bereitstellung der tagesaktuellen Messdaten zur Bodenfeuchte, in Abhängigkeit der Messstellen spezifischen Vegetation, erfolgt neben weiteren hydrologischen Daten wie Wasserstände, Durchflüsse etc. gemäß Open-Data-Strategie des Landes Berlin über das Wasserportal Berlin und dient einem effizienten Bewässerungsmanagement zur Gesunderhaltung des Berliner Stadtgrüns.

In Brandenburg wurde die Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln auf die Entwicklung und Widerstandsfähigkeit von Gladiolen und Liguster geprüft. Rückschlüsse aus den Ergebnissen fließen in die Beratung von Praxisbetrieben ein. Auch im Bereich der "Low-risk-Produkte" wurden erste Maßnahmen gegen Thripse in Gladiolen durchgeführt. Diese müssen nun mit weiteren Versuchen evaluiert werden.

3.3 Weinbau

Forschungsförderung des BMEL und Aktivitäten des JKI

Im Weinbau werden vorbeugende, biologische und mechanische Pflanzenschutzverfahren sowie auch Maßnahmen zur Förderung von Nützlingen bzw. der Biodiversität durchgeführt und demonstriert. Bei den vorbeugenden Maßnahmen handelt es sich beispielweise um die Bodenabdeckung und Begrünung im Unterstockbereich.

Im biologischen Pflanzenschutz laufen Untersuchungen zur biologischen Pflanzenschutzapplikation mit Kleinhubschraubern in Steillagen. Auch werden neue bzw. alternative Verfahren der Pheromonausbringung, wie z. B. die sogenannte Puffermethode (Pheromonausbringer, die regelmäßig Pheromonwolken versprühen) sowie der Einsatz biologisch abbaubarer Trägermaterialien, untersucht. Für die Traubenwicklerbekämpfung werden B.t.-Präparate demonstriert. Des Weiteren wird der Einsatz von Mikroorganismen, biologischen Fungiziden, Kupferersatzpräparaten (mikroverkapselte Süßholz-Extraformulierungen) und neuen Wirkstoffen (z. B. auf Basis von Traubentrester) erprobt. Es werden Möglichkeiten zur verbesserten direkten Regulierung der Erreger mittels natürlicher Substanzen untersucht.

Auch die Pflanzenzüchtung wird im Weinbau vom BMEL gefördert. Hier stehen die Züchtung von pilzwiderstandsfähigen Rebsorten (PIWIs) und reblausfester Unterlagen mit verbesserten Resistenzeigenschaften sowie die Steigerung der Züchtungseffizienz und das Erschließen neuer Resistenzen im Fokus der Untersuchungen.

Für die Bekämpfung der Kirschessigfliege fördert das BMEL die Entwicklung eines Entscheidungshilfesystems, welches die Populationsdynamik und die Befallshäufigkeit berechnet. Als physikalische Bekämpfungsmaßnahme gegen die Kirschessigfliegen werden Kulturschutznetze eingesetzt.

Einer der Schwerpunkte des JKI ist die **Züchtung von Keltertraubensorten mit hoher Widerstandskraft gegen pilzliche Schaderreger** (Echter Mehltau, Falscher Mehltau, Schwarzfäule *Botrytis*, u. a.) und Schädlinge (Reblaus) sowie die Anpassung an den Klimawandel. Die begleitende Züchtungsforschung erschließt genetische Ressourcen und deren Eigenschaften für eine effektive Nutzung im Zuchtgang. Auf diese Weise wurden und werden effektive Selektionsverfahren mit diagnostischen Markern und sensorbasierten Techniken etabliert. Neue resistente Sorten erlauben eine Einsparung zwischen 50 % und 80 % hinsichtlich der Anzahl an Behandlungen mit Pflanzenschutzmitteln im Weinbau (**MuReViU, VitiFIT, FDW Schwarzfäule 2**) und schützen zudem in problematischen Jahren effizient vor Qualitäts- und Ertragseinbußen durch die pilzlichen Schaderreger.

Ebenfalls werden Sensor-gestützte Monitoring-Konzepte zur Erkennung und Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen bearbeitet (**BigGrape, AuDiSens, PhytoMo**).

Der Fokus der Forschungsarbeiten zum Pflanzenschutz im Weinbau liegt auf dem nachhaltigen Schutz der Reben vor Schaderregern. Forschung zur Biologie der Schadorganismen, zu Nachweismethoden, Monitoring und Prognose bildet die Grundlage für Präventions- und Bekämpfungsmaßnahmen im integrierten und ökologischen Weinbau. Durch die Etablierung biotechnischer (Pheromone) und biologischer Bekämpfungsmaßnahmen (Raubmilben) durch die Länder wurde der Insektizid- und Akarizidaufwand im deutschen Weinbau bereits gravierend reduziert. Diese Methoden bedürfen jedoch einer kontinuierlichen Optimierung und Anpassung an sich ändernde Bewirtschaftungs- und Anbaubedingungen. Allerdings erhöhen Klimaveränderung und internationaler Handel das Risiko der Einschleppung neuer invasiver Schaderreger mit hohem Schadpotential, für die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmethoden nichtchemischer und ggf. auch chemischer Art entwickelt werden müssen. Forschungsarbeiten des JKI zu spezifischen Nachweismethoden für neue Schaderreger, Untersuchungen zur Epidemiologie, dem Schadpotential sowie Möglichkeiten des Monitorings und der Eingrenzung sind ein wichtiger Beitrag dazu, den insektizid- und akarizidfreien Weinbau in Deutschland zu erhalten. In Hinblick auf die wichtigsten pilzlichen Schaderreger hat der Anbau

pilzwiderstandsfähiger Rebsorten ein hohes Einsparpotential in Bezug auf Fungizide. Das JKI arbeitet daher für den Anbau dieser Rebsorten an angepassten Pflanzenschutzstrategien. Im ökologischen Weinbau ist der Ersatz von Kupfer ein vordringliches Problem.

Die **Nutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren** hat ein hohes Potential zur weiteren Reduktion des chemischen Pflanzenschutzes im Weinbau. Voraussetzung für die Nutzung entsprechender Ökosystemdienstleistungen ist die Inventarisierung der funktionalen Biodiversität im Weinbau-Agrarökosystem und die Analyse ihres antagonistischen Potentials gegenüber Schaderregern im Weinbau. Diese Fragen werden durch das JKI intensiv untersucht.

Klimatische Stressfaktoren verursachen nicht nur direkte Schäden, sondern machen die Kulturpflanzen auch anfälliger für Schaderreger. Die **Anpassung der Kulturbedingungen, um witterungsbedingten Stresseinfluss** z. B. in Hinblick auf Wasserversorgung oder Nährstoffbalance zu vermindern, kann wesentlich zur Vermeidung von Schädlingsbefall beitragen. Ein zunehmendes Problem sind z. B. Fäulniskalamitäten bei Trauben in Kombination mit Essigfliegen infolge von Nährstoffmobilisierung nach Trockenphasen während der Reife. Bei der Erforschung der Zusammenhänge und der Anpassung von Anbauverfahren kommt den Zusammenarbeiten der verschiedenen Fachausrichtungen innerhalb des JKI eine hohe Bedeutung zu.

Ausgewählte Beispiele der Forschungsförderung des BMEL

Die Bekämpfung des Falschen Mehltaus der Rebe, *Plasmopara viticola*, ist eine der großen Herausforderungen im Weinbau, insbesondere im ökologischen Weinbau. Daher ist das Ziel des Praxis-Forschungsnetzwerkes "VITIFIT – Gesunde Reben (Vitis vinifera) im Ökoweinbau durch Forschung, Innovation und Transfer" (FKZ 2818OE033-38, 2818OE112-115) einen Maßnahmenkatalog mit praxistauglichen Strategien zur Gesunderhaltung der Rebe zu erarbeiten. So werden Anbaubedingungen verbessert, die Produktionssicherheit konsolidiert und damit betriebswirtschaftliche Tragfähigkeit gewährleistet. Die Bekämpfungsstrategien im Bereich der Pflanzengesundheit basieren im Wesentlichen auf Kupferminimierung (mikroverkapselte Kupfersalze) und Kupferersatz (Pflanzenextrakte; UVC-Technologie) sowie deren Kombination. Flankierende anbau- und kulturtechnische Maßnahmen senken das Inokulumpotential von *P. viticola*. Molekularbiologische Analysen widmen sich dem pilzlichen Mikrobiom des Blattes unter den o. g. Bedingungen. Bereits existierende und neu gezüchtete pilzwiderstandsfähige Rebsorten (PIWIs) spielen in den erarbeiteten Handlungskonzepten eine zentrale Rolle. Hierbei stehen die Verbesserung der önologischen Weinstilistik, die Marktakzeptanz von PIWIs sowie deren betriebliche Einführung im Fokus. Die Züchtung von PIWIs wird durch die Identifikation neuer Resistenzen gegen *P. viticola* und Einkreuzung in aktuelle Zuchtstämme vorangetrieben. Ein weiterer Schwerpunkt sieht die Adaption des Prognosemodells "VitiMeteo Rebenperonospora" an PIWIs vor.

Das Forschungsvorhaben "Bekämpfung von Beikräutern in Steillagen" (FKZ 2811HS004) beinhaltete neben der Untersuchung geeigneter Bodenabdeckungsmaterialien sowie potentieller Unterstockbegrünungspflanzen auch mechanische Alternativen, welche in Verbindung mit dem Raupenmechanisierungssystem (RMS) getestet wurden. Das Ergebnis zeigte, dass die herbizidfreie Bewirtschaftung trotz der Vielzahl an Möglichkeiten deutlich kostenintensiver ist und nur dann empfohlen werden kann, wenn ein deutlicher Mehrerlös zu erwarten ist. Für unzugängliche Steilstlagen boten die untersuchten Varianten keine Alternative. Wenn in diesen Bereichen auf Herbizide verzichtet werden soll, so muss die Beikrautbekämpfung manuell erfolgen.

Ziel des Modellvorhabens "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz, Produktionsbereich Weinbau" (FKZ 2810MD300, 2810MD400, 2813MD300, 2813MD700) war die Demonstration des integrierten Pflanzenschutzes, die Analyse der wichtigen Kennziffern zur Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes sowie die Kommunikation der Ergebnisse. Dafür wurden verschiedene nichtchemische, biologische und vorbeugende Pflanzenschutzmaßnahmen auf 11 Betrieben im Zeitraum von 2011 bis 2018 demonstriert. Beispielsweise wurden mechanische Verfahren zur Unterstockbearbeitung eingesetzt, um Unkräuter unter den Rebstöcken zu beseitigen. Für die Bodenbearbeitung kamen u. a. Scheibenflug, Rollhacke sowie Hackkombinationen aus Rollhacke, Fingerhacke und Walze oder Krümelteller mit Bürste zum Einsatz. Im Steilund Seitenhang ist die Unterstockbearbeitung sehr schwierig. Deswegen hat ein Betrieb mit einer ortsansässigen Firma für Landmaschinenbau ein Spezialgerät für einen Überzeilenrahmen entwickelt. In den

Überzeilenrahmen können sowohl Rollhacken als auch Stockbürsten eingebaut werden. Das "Überzeilengerät" schneidet Unkräuter gleichzeitig links und rechts des Rebstockes, wodurch Leerfahrten vermieden werden.

Ausgewählte Beispiele aus der Forschung des JKI

Vor dem Hintergrund, die Intensität des Fungizdeinsatzes im Weinbau nachhaltig zu verringern, wird nach Möglichkeiten gesucht, die natürliche Resilienz von Anbausystemen zu fördern. Dabei kommt es nicht nur darauf an die Physiologie der Reben selbst zu stärken, sondern auch darauf ein optimales mikrobielles Milieu zu schaffen. Krankheitsunterdrückende Mikrobiome sind heute in vielen Lebensräumen und bei vielen Wirt-Pathogen-Interaktionen beschrieben. Unter diesem Gesichtspunkt untersucht das JKI die funktionelle Biodiversität des Mykobioms von Weinreben. Hierzu wurde ein kombinierter Ansatz etabliert, bei dem zum einen durch die Charakterisierung pilzlicher Isolate von Weinreben potenzielle Antagonisten gegen Rebkrankheiten identifiziert und zum anderen durch DNA-Metabarcoding die Diversität der pilzlichen Lebensgemeinschaft und die Abundanz bestimmter Spezies analysiert werden können. Auf diese Weise werden pflanzenbauliche Faktoren sowie Pflanzenschutzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die funktionelle Biodiversität der pilzlichen Lebensgemeinschaft von Weinreben analysiert. Durch die Anwendung bestimmter Kultur- bzw. die Anpassung von Pflanzenschutzmaßnahmen könnte sich so die Widerstandskraft von Reben gegenüber unterschiedlichen Pathogenen durch die Beeinflussung des Mykobioms gezielt erhöhen lassen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit vielversprechende Isolate zu identifizieren, die als Kandidaten für biologische Pflanzenschutzpräparate in Frage kommen.

Begrünungsmaßnahmen zur Nützlingsförderung: Durch Einsaat von blütenreichen Zwischenfrüchten wird versucht, Räubern und Parasitoiden von Rebschädlingen zu einer besseren Lebensgrundlage im Ökosystem Weinberg zu verhelfen. Dadurch sollen natürliche Regulationsprozesse verstärkt und auf Insektizideinsatz gegenüber verschiedenen Schädlingen möglichst verzichtet werden. Bisher konnten hinsichtlich der Traubenwickler als Hauptschädlinge Erfolge vor allem im Bereich unspezifischer Räuber gemessen werden. Ebenso wird untersucht, inwiefern naturnahe Habitate im Umfeld von Rebanlagen sowie das Managementsystem von Weinbergen förderlich für natürliche Regulationsprozesse sind.

Einfluss von Pflanzenschutzmaßnahmen auf die funktionale Biodiversität: Durch die Anwendung raubmilbenschonender Pflanzenschutzmittel kann heute auf die Bekämpfung von Schadmilben weitgehend verzichtet werden. In Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) wurde ein System entwickelt, in dem die relative Gesamttoxizität von Spritzfolgen einzelner Weinberge ermittelt und verglichen werden kann. Dabei wurde in Österreich und Deutschland festgestellt, dass ökologisch bewirtschaftete Weinberge heutzutage höhere Toxizitätsbelastungen für Bienen aufweisen als integriert bewirtschaftete.

Monvia – Antagonistenkomplex: Im Monvia Teilprojekt werden mit Malaisefallen Insektenfänge aus verschiedenen Weinbergen mit Hilfe von Metabarcoding untersucht und die Artenlisten nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Dabei kann festgestellt werden wie sich die Einflussgrößen Landschaft, Begrünung, Management auf die Vielfalt von Antagonistenkomplexen von Weinbergsschädlingen auswirkt. Daraus können Schlüsse für ein gezieltes Habitatmanagement im Hinblick auf die Hauptschädlinge des Weinbaus gezogen werden.

Pilzliche Antagonisten, wie beispielsweise *Trichoderma* spp., *Aureobasidium pullulans*, oder, als möglicher zukünftiger Kandidat, *Didymella pinodella*, spielen im Bereich nichtchemischer Pflanzenschutz eine zunehmende Rolle. Zielorganismen sind z. B. der Falsche Mehltau, aber auch *Botrytis* sowie die mit den Holzkrankheiten der Rebe assoziierten Pathogene. In breit angelegten Erhebungen, vom Freiland ausgehend bis zu Laborarbeiten (Hochdurchsatz-Sequenzierung), wird der Einfluss von Kupferapplikationen auf das Mykobiom der Rebblattphyllospäre untersucht. Über damit assoziierte Kulturmaßnahmen werden mögliche Antagonisten in ihrem Potential gegenüber verschiedenen Pilzkrankheiten untersucht.

Der Einfluss von Stressfaktoren auf die Ausprägung von Holzkrankheiten der Weinrebe, vor allem Esca, wird seit einiger Zeit vermehrt diskutiert. Das JKI führt zu dieser Frage langjährige Freilandversuche zum Thema "Ertragsreduktion" durch. Verschiedene Ansätze der Traubenausdünnung werden in ihrer Auswirkung auf die

Erntemenge und auf die Ausprägung der äußeren Symptomatik an Beeren und/oder Blättern untersucht. In Stichproben wird begleitend das Vorkommen, die räumliche Verteilung sowie die Zusammensetzung der Pilzpathogene bzw. deren Gemeinschaften mit anderen, endophytisch existierenden, Pilzen untersucht. Werkzeuge der Wahl sind hierbei gleichermaßen "traditionelle" (Isolierung und Kultivierung) sowie diverse "moderne" (Molekularanalytik) Verfahren. Die Versuche finden in Abstimmung mit Kooperationspartnern in Südafrika (Universität Stellenbosch) statt.

Esca-Prävention bei der Pflanzguterzeugung: Kurative Kontrollansätze gegenüber den Holzkrankheiten der Weinrebe (Esca, Eutypa, Phomopsis, "black foot") sind derzeit nicht verfügbar aber durch die Länder in Bearbeitung, wie beispielsweise mittels Injektionen mikroverkapselter Lignincarrier. Der Schwerpunkt der Arbeiten zur Kontrolle konzentriert sich daher auf Prävention durch Bereitstellung gesunden Pflanzgutes und den Winterschnitt in Ertragsanlagen. Im Zusammenhang mit Pflanzguterzeugung beschäftigt sich das JKI mit der Entwicklung und Etablierung geeigneter Diagnose-Verfahren und dem damit verbundenen Erreger-Nachweis während der Bearbeitung von Pflanzgut. Darin enthalten sind sämtliche Bereiche von der Untersuchung und Beurteilung von Muttergärten bis hin zu den Abläufen innerhalb der Pflanzgutverarbeitenden Betriebe wie Wässerung, Pfropfung, Vortrieb und Lagerung. Im Rahmen der Untersuchungen werden dabei besonders kritische Arbeitsschritte und ihr Gefahrenpotential erfasst; darauf beruhend werden präventive Maßnahmen zur Eindämmung der Erreger entwickelt und über den Arbeitsprozess hin evaluiert. Derzeit finden durch die Länder Untersuchungen zur Effektivität einer Heißwasserbehandlung zur Befallsvermeidung statt. Die genannten Arbeiten sind eingebettet in einen weltweiten Ansatz zur phytosanitären Beurteilung und Verbesserung der Pflanzguterzeugung.

System zur Bestimmung der Anfälligkeit von Trauben gegenüber *Drosophila suzukii*: Die Kirschessigfliege (KEF) ist im Weinbau, anders als im Obstbau, als ein fakultativer Schädling einzustufen. Im Allgemeinen sind Trauben ein schlechtes Entwicklungssubstrat und nur bestimmte Rotweinsorten werden in manchen Jahren im Verlauf der Reife empfänglich für diesen Schädling. Eine Hauptaufgabe der KEF-Forschung im JKI ist es, festzustellen, welche Sorten wann im Reifeprozess anfällig sind, in welchen Fällen KEF-Befall die Ursache von Fäulnis ist bzw. unter welchen Umständen KEF-Befall eine Folge der Fäulnis darstellt. Durch die genaue Kenntnis von Ursache und Folge soll die Insektizidanwendung in Zukunft auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden. Durch die Länder wurden u. a. Erkenntnisse zu den Überwinterungshabitaten und der Rolle von Saumstrukturen beigetragen.

Verhütung von Schäden durch Fäulnis, *Drosophila suzukii* (KEF) und Traubenwickler: Das JKI führt im Rahmen der Forschung zum integrierten Weinbau langjährige Freilanduntersuchungen durch, bei denen die Entwicklungsbedingungen von Fäulniserregern (*Botrytis* und Essigfäule) und der damit assoziierten tierischen Schädlinge (Traubenwickler, Kirschessigfliege) systematisch beeinflusst werden. Entblätterungsmaßnahmen in der Traubenzone führen zu lockerbeerigen und damit weniger fäulnisanfälligen Trauben. Die damit einhergehende bessere Durchlüftung der Traubenzone dient ebenfalls der Fäulnisprävention. Gesunde Trauben sind ein schlechteres Entwicklungssubstrat für Essigfliegen und Traubenwickler, die mit den Fäulniserregern in enger Wechselwirkung stehen. Die Versuche werden zum Teil noch durch den Einsatz mikrobieller Antagonisten der Fäulniserreger ergänzt. Mittels Förderung durch andere Projektträger werden im Rahmen weiterer Projekte durch die Länder automatisierte Befallserhebungen durch neu entwickelte elektronische Fallen erstellt, die zu Prognosezwecken genutzt werden sollen.

Untersuchungen zur Prävention und eventuellen Eindämmung von Quarantäneschaderregern im Weinbau:

Flavescence dorée und Pierce's Disease der Rebe werden von zwei durch Zikadenvektoren übertragene Quarantäneschaderreger, Grapevine Flavescence dorée Phytoplasma bzw. Xylella fastidiosa verursacht, die in Deutschland bisher nicht etabliert sind. Im Fall des Auftretens dieser Pathogene in Verbindung mit ihren Vektoren sind chemische Bekämpfungsmaßnahmen gegen letztere obligatorisch. Diese hätten gravierende Auswirkungen auf den aufgrund gut etablierter biologischer und biotechnischer Bekämpfungsverfahren weitgehend insektizid- und akarizidfreien Weinbau in Deutschland. Das JKI untersucht daher intensiv die Verbreitung und Biologie der Vektoren sowie ihre Interaktionen mit Pathogenen und Wirtspflanzen. Untersuchungen zum Auftreten der Vektoren, insbesondere der Amerikanischen Rebzikade, sind ebenfalls

Bestandteil des nationalen Monitorings der Länder. Ziel ist es, Erhebungsverfahren zu verbessern sowie Strategien zur Prävention der Einschleppung und Ausbreitung der Krankheiten wie auch zur Eindämmung von Befallsherden zu entwickeln. Damit soll die Anwendung von Insektiziden vermieden bzw. die zu behandelnde Fläche minimiert werden.

Biotechnische Bekämpfung von Traubenwicklern: Auf dem Gebiet von Mating disruption werden vor allem Prüfmethoden entwickelt oder weiterentwickelt, mit denen die biologische Wirksamkeit kommerzieller Präparate im Feld geprüft werden kann. Damit soll die Wirkungssicherheit für die Anwender garantiert werden. Weiterhin werden Untersuchungen zur Verbesserung der Überwachung des Eiablageverhaltens der Traubenwickler durchgeführt.

Insektenpathogene gegen Phytoplasmavektoren: Phytoplasmosen wie Schwarzholzkrankheit und Flavescence dorée sind wichtige Rebkrankheiten. Da eine direkte Behandlung kranker Reben nicht möglich ist, basiert die Bekämpfung dieser Krankheiten auf der Beseitigung von Infektionsquellen sowie der chemischen Bekämpfung der Vektorzikaden. Im Fall der Schwarzholzkrankheit ist diese jedoch aufgrund der Wirtspräferenzen des Vektors und seiner Entwicklung im Boden nicht effizient. Das JKI untersacht daher Möglichkeiten, den Vektor durch insektenpathogene Pilze und Nematoden zu regulieren, um den Befallsdruck auf die Reben zu vermindern.

Aktivitäten der Länder

Wie bereits bei der Forschungsförderung des BMEL und den Aktivitäten des JKI beschrieben, befassen sich die Länder mit vorbeugenden Maßnahmen, wie der Bodenabdeckung und Begrünung im Unterstockbereich, einem angepassten Laubwandmanagement, einer geeigneten Standortwahl sowie Sorten- bzw. Klonenwahl. Viele Erkenntnisse und die sich daraus ableitenden Maßnahmen wurden dabei maßgeblich von den weinbautreibenden Bundesländern erarbeitet.

Im Bereich Weinbau untersuchen die Länder außerdem den Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln, von biologischen Pflanzenschutzmitteln und weiteren sogenannten "Low-risk-Produkten" sowie von entomopathogenen Pilzen gegen die Wurzelreblaus. Auch werden Lockstoffe- und Fallensysteme zur Minderung der Insektizidanwendung und biologische Bekämpfungsstrategien gegen pilzliche Schaderreger (z. B. Echter Mehltau, Falscher Mehltau, Botrytis) entwickelt. Neben diesen biologischen Pflanzenschutzverfahren werden außerdem verschiedene vorbeugende Maßnahmen wie der Einsatz von Trichoderma zur vorbeugenden Bekämpfung von Schadpilzen, bei Holzkrankheiten, Bodenverbesserung, der Anbau von Feindpflanzen zur Schädlingsbekämpfung, Züchtung, Klone, Heißwasserbehandlungen und Monitoringsysteme in Versuchen betrachtet. Im Bereich der Pflanzenzüchtung befassen sich die Länder mit einer Eignungsprüfung, dem önologischen Profil und den notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen. Im ökologischen Landbau stehen Versuche zur Kupferreduzierung im Fokus.

Um Pflanzenschutzverfahren zu planen, werden Prognosemodelle beispielsweise gegen die Kirschessigfliege oder Mehltau eingesetzt. Es wurden integrierte und ökologische Spritzfolgen entwickelt. Damit die Unkrautbekämpfung weitestgehend mechanisch ablaufen kann, werden verschiedene Unterstockbearbeitungsgeräte sowie eine Unterpflanzung mit Kräutern getestete.

Ausgewählte Beispiele aus den Forschungsaktivitäten der Länder

Metarhizium brunneum ist ein bodenbürtiger Pilz, der sich insbesondere von abgestorbenem Pflanzenmaterial ernährt. Als sogenannter entomopathogener Pilz kann er jedoch auch verschiedene Insektenarten oder verschiedene Käfer- und Lausarten wie beispielswiese die Wurzelreblaus als Nahrungsquelle erschließen. In Rheinland-Pfalz werden im Projekt "Metarhizium brunneum gegen die Reblaus – ein Pilz packt das Problem an der Wurzel" verschiedenen Freilandversuche durchgeführt, um zu prüfen, ob sowohl kurzfristig als auch dauerhaft eine ausreichende Bekämpfung der Reblaus mit dem Pilz Metarhizium brunneum möglich ist. In einem weiteren Versuchsansatz werden Topfreben mit Besatz durch Wurzelreblaus unter kontrollierten Bedingungen angepflanzt und mit dem Pilz behandelt. Um die Praxistauglichkeit nachzuweisen, wird ein Langzeitversuch im Freiland geplant. Hierzu werden Vorversuche zur Trockenstress- und Frosttoleranz des

Pilzes durchgeführt. Auch wird ein Nachweisverfahren mittels molekularbiologischer Methoden entwickelt, damit das Vorkommen des Pilzes in Bodenproben überprüft werden kann. Am Ende des Projektes soll eine - auch für biologisch wirtschaftende Betriebe - wirksame Methode zur Bekämpfung der Wurzelreblaus zur Verfügung stehen.

Trichoderma-Arten kommen nicht nur im Boden vor, sondern sind Bestandteil des Mikrobioms von Pflanzen, insbesondere Holzpflanzen. Anhand mehrjähriger Untersuchungen in Rheinland-Pfalz konnte eine Vielzahl an Arten und Isolaten gewonnen werden. Einige Isolate zeigen dabei ein hohes antagonistisches Potenzial gegenüber Schadpilzen. Dabei zeigt sich eine Wirkung sowohl gegenüber holzzerstörenden Pilzen als auch Fäulniserregern, wie beispielsweise gegenüber dem Graufäule-Erreger Botrytis bei der Rebenproduktion.

ATW-Projekt-Erosionsvermeidung bei der mechanischen Unterstock-Bewirtschaftung in Rheinland-Pfalz:

Untersucht wurden unterschiedliche Bearbeitungsgeräte und –kombinationen hinsichtlich ihrer Neigung zu Wind- und Bodenerosion. In Weinbergen, die in der Falllinie mit einem Raupenmechanisierungssystem (RMS) im Steilhang bewirtschaftet werden können, ist die erosionsmindernde Unterstockbodenbearbeitung auf Basis einer schonend arbeitenden Fingerkralle möglich. Es hat sich gezeigt, dass trotz teils hoher Niederschlagsereignisse beim gezielten Einsatz dieser Methode keine Erosion vorliegt, da keine Längsrillen provoziert werden. Das System der leichten Bodenbearbeitung hält eine Unkrautwirkung vor, ohne eine Stickstoffmobilisierung auszulösen. Auch im nassen Jahr war eine ordentliche Unterstockbodenpflege mit vier Maschineneinsätzen möglich. Die Vorhaltung der Maschinen und Arbeitskapazität in einem Steilhangbetrieb müsste für diesen Einsatzumfang sichergestellt sein, was eine besondere Herausforderung vor allem hinsichtlich der Facharbeitskräfte darstellt. Für die Steillagenflächen, die nicht mit dem RMS bewirtschaftet werden können, liegt noch keine Lösung für eine herbizidfreie Unterstockbewirtschaftung mit diesem Ansatz vor.

Im Weinbau an Mosel und Ahr werden ebenfalls vorbeugende, biologische und mechanische Pflanzenschutzverfahren sowie auch Maßnahmen zur Förderung von Nützlingen bzw. der Biodiversität durchgeführt und Ergebnisse zur Wissensgenerierung und für den Wissenstransfer für die Praxis generiert. Im biologischen Pflanzenschutz liefen bereits in den 90er Jahren Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms. Versuchsfragen hier befassten sich z. B. mit Vergleichen von Bacillus thuringiensis-Präparaten, biologischen Wirksamkeitsprüfungen von Pheromonverwirrmethoden in der Bekämpfung des Traubenwicklers. Untersuchungen der Anbaueignung und Etablierung von pilztoleranten Rebsorten in den Anbaugebieten Mosel und Ahr berufen sich auf Ergebnisse der letzten dreißig Jahre. Im Bereich der Rebstammkrankheiten und deren Vorbeugung und Bekämpfung werden im Versuchswesen unterschiedliche Präparate, Schnittformen und Maßnahmen evaluiert. Hier zu nennen sind der Einsatz nichtchemischer Fungizide (Bsp.: Vintec) und die Standortgrünveredlung, sowie der wundarme Rebschnitt im Steilhang. Im Bereich der Knospenfraßschädlinge (Erdraupen, Eulenarten, Rhombenspanner) wurden im Versuchswesen nichtchemische Bekämpfungsstrategien erarbeitet. Versuche zur biologischen Wirksamkeit werden zu Pflanzenstärkungsmitteln, biologischen Sporenbakterien, bzw. effektiven Mikroorganismen durchgeführt.

4. Beratungsaktivitäten der Länder

Im folgenden Kapitel werden die Beratungsaktivitäten der Länder gegliedert nach Art der Beratungsaktivität dargestellt.

4.1 Veranstaltungen/ Vorträge

Die Länder organisieren mehrmals jährlich verschiedenen Veranstaltungen, um aktuelle Themen und neueste Erkenntnisse und Ergebnisse vorzustellen. Bei den Veranstaltungen handelt es sich um Fachvorträge oder – veranstaltungen, Maschinenvorführungen, Versuchs- oder Beratungsveranstaltungen oder Flächenbegehungen. Diese Fortbildungsmaßnahmen werden auch im Rahmen der Sachkunde-Weiterbildung durchgeführt. U. a. wurden folgende Veranstaltungen in den letzten Jahren von den Ländern durchgeführt:

- → Vortragsveranstaltung: aktuelle Pflanzenschutzinformationen, Rechtsgrundlagen Pflanzenschutz, Aktuelles aus dem Diagnoselabor (Gemüse, Rheinland-Pfalz)
- → Vortragsveranstaltungen: Unkrautregulierung, Biodiversität, Pflanzenschutz, Gewässerschutz
- → Vortragsveranstaltung mit praktischer Maschinenvorführung u. a. mit der Vorstellung Lösungsansätze für die Stoppelbearbeitung bei Glyphosatverzicht
- → Winterschulung der Landwirte: Vorträge über aktuelle Erkenntnisse
- → Vortrag "Nützlingseinsatz im geschützten Kräuteranbau"
- → Vortrag "Tomaten mit erweiterter Samtfleckenresistenz", eigene Versuchsergebnisse, Resistenzen in der Pflanze verhindern Krankheitsbefall und machen insofern Pflanzenschutzbehandlungen überflüssig
- → Vortrag "Pflanzenextrakte im Pflanzenschutz"
- → Vortrag: "Vor- und Nachteile des biologischen Pflanzenschutzes"
- → Vortrag und Diskussion: "Nützlingseinsatz im geschützten Erdbeeranbau"
- → Vortrag: Nützlingseinsatz im geschützten Beerenobstanbau"
- → Vortrag mechanische Beikrautregulierung
- → Vortrag Kleingeräte zur mechanischen Unkrautregulierung
- → Vorstellung alternativer Verfahren, Bodenbearbeitung und praktische Demonstration
- → Strategien zur biologischen Blattlausbekämpfung
- → Schädlinge im Gemüsebau, biologische Bekämpfung
- → "Biologischer Pflanzenschutz im Produktionsgartenbau"
- → "Ökologischer Pflanzenbau das ganze System im Blick" inklusive Unkrautunterdrückung
- → biologische Maiszünslerbekämpfung mit *Trichogramma*-Schlupfwespen
- → Erfahrungen Tuta absoluta und Tomatenminierfliege, Probleme und biologische Bekämpfung
- → Praxisveranstaltung: u. a. Maschinenvorführung Unkrautregulierung (Gemüse)
- → Feldrundgänge: aktuelle Schaderregersituation, Pflanzenschutz, Biodiversität, IPS, aktuelle Pflanzenschutzempfehlungen
- → Präsentation von Sortenversuchen inkl. Information zu besonders widerstandsfähigen Sorten
- → Veranstaltungen zu ackerbaulichen Maßnahmen wie Sortenwahl, Fruchtfolge, Wahl des Aussaatzeitpunkts

Veranstaltungen werden z. T. auch online oder als Hybridveranstaltung angeboten.

4.2 Feldtage

Die Länder veranstalten regelmäßig Feldtage, um aktuelle Themen der Landwirtschaft vorzustellen und zu diskutieren. Um erste Erkenntnisse und Ergebnisse aus den Versuchen der Länder zu präsentieren, werden beispielsweise Versuchsflächen gezeigt, Führungen angeboten und Fachbeiträge gehalten. Auch können ackerbauliche Maßnahmen und Probleme demonstriert werden. Maschinenvorführungen werden dazu genutzt, Landwirten und Landwirtinnen sowie einem interessierten Fachpublikum Innovationen zu zeigen. Häufig werden Infostände aufgebaut, an denen sich die Besucher der Feldtage zu unterschiedlichen Themen informieren können. Feldtage stellen eine ideale Verbindung zwischen Praxis und Forschung her.

Ein Feldtag zur Maiszünslerbekämpfung wurde z. B. im Oktober 2022 in Hessen durchgeführt. Dabei wurden Maschinen vorgeführt, die bei der mechanischen Stoppelbearbeitung eingesetzt werden können. Zudem wurde die Möglichkeit der biologischen Schädlingsbekämpfung durch die Ausbringung von *Trichogramma*-Schlupfwespen per Drohne demonstriert.

In Rheinland-Pfalz werden seit mehreren Jahren Feldtage durchgeführt. Dabei ist ein wesentlicher Bestandteil die Demonstration von mechanischer Unkrautbekämpfung im Gemüsebau. Darüber hinaus werden je nach Jahr unterschiedliche Fragestellungen zur nichtchemischen Bekämpfung von unterschiedlichen Schaderregern thematisiert.

In Bayern wird seit 2018 jährlich der "Hack-Tag" mit enormer Resonanz insbesondere bei jungen Landwirten durchgeführt. Ziel ist es, einer breiten Praxis moderne Technologien bis hin zu "Hack-Robotern" vorzustellen.

4.3 Schulungen, Fortbildungen und Seminare

Die Länder veranstalten Aus- und Fortbildungsveranstaltungen im Rahmen der Pflanzenschutz-Sachkunde mit Pflichtinhalten zum integrierten Pflanzenschutz.

Informationen über die neusten Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Bereich nichtchemischer Pflanzenschutz werden durch weitere Schulungen (z. B. Winterschulung), Fortbildungen und Seminare z. T. auch online oder hybrid in die Beratung und Praxis gebracht. Beispielsweise wird in Hamburg über die neusten Forschungsergebnisse hinsichtlich der nichtchemischen Bekämpfung von wichtigen Schaderregern auf den gängigsten Kulturen durch Fortbildungsmaßnahmen, Demonstrationsveranstaltungen (z. B. nichtchemische Unkrautbekämpfung auf Nicht-Kulturland) oder Workshops informiert.

Themen der Seminare waren in den letzten Jahren auch der Nützlingseinsatz im Zierpflanzenbau oder die mechanische Unkrautregulierung.

Im Bereich Haus- und Kleingarten finden Beratungsaktivitäten seit mehreren Jahren über Seminare statt ("Pflanzenschutz ist mehr als Pflanzenschutzmittel anwenden"; "Schwebfliege trifft Blattlaus") und über die Seminare mit den Gartenfreunden SH e. V. (Nützlingsseminar 2017, Bodenseminar 2020). Alle diese Seminare zielen schwerpunktmäßig auf nichtchemische Pflanzenschutzverfahren ab. So werden auch in Hessen Schulungen im Bereich Haus- und Kleingarten angeboten, Themen sind z. B. Nützlingsförderung, Blühstreifen im Hausgarten oder Umgang mit Unkräutern im Rasen.

4.4 Informationsmaterial

Die Länder geben eine Reihe von Informationsmaterial in Form von Broschüren, Infomails und Informationsdiensten heraus, welche sich mit dem Thema nichtchemischer Pflanzenschutz befassen. Damit sollen unterschiedliche Zielgruppen erreicht werden.

4.4.1 Broschüren

Zu den Informationsmaterialien gehören u. a. Merkblätter. Themen sind beispielsweise die Grundlagen des biologischen Pflanzenschutzes oder Informationen und Anleitungen u. a. zu Bonituren und Monitoringmaßnahmen. In Broschüren werden z. B. Pflanzenschutzversuche oder detaillierte Informationen zu einer bestimmten Kultur oder Technik dargestellt oder Pflanzenschutzempfehlungen zusammengefasst. Im Rahmen der Empfehlungen werden u. a. Hinweise auf alternative Regulierungsstrategien und vorbeugenden Pflanzenschutz durch Kulturmaßnahmen gegeben. In Rheinland-Pfalz werden im Gemüsebau Pflanzenschutzempfehlungen als Einzelserien pro Kultur als Broschüre veröffentlicht.

Die Ringversuchsgruppe (Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen) bringt jährlich eine umfassende Broschüre "Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland" mit detaillierten Empfehlungen für alle relevanten Kulturen heraus.

4.4.2 Infomails/ Informationsdienst

Die Länder informieren die Landwirte regelmäßig über aktuelle Hinweise, Beratungsinfos, Versuchsergebnisse und vieles mehr. Dies geschieht über Infomails, Beratungsfaxe oder andere schriftliche Hinweise. In den letzten Jahren haben die Länder u. a. über folgende Themen informiert:

- → Ackerbauberatungsmails, Beratungsinfo Pflanzenbau
- → Beratungsmails für Ackerbau, Gemüse- und Weinbau, jeweils für konventionell-integrierte und ökologische Wirtschaftsweise, die im Bereich Pflanzenschutz sowohl den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln als auch alternative bzw. vorbeugende Maßnahmen behandeln
- → Pflanzenschutz-Informationssystem für den Haus-und Kleingartenbereich, u. a. eigener Informationsbereich "Alternative Regulierungsstrategien", Liste Öko-Mittel, Berechnungsassistent
- → Pflanzenschutz-Informationssystem, u. a. Liste Öko-Mittel und Nützlingseinsatz als Alternative zu chemischen Pflanzenschutzmitteln
- → Infodienst zu allen relevanten Pflanzenschutzproblemen im laufenden Jahr mit Hinweisen zum biologischem Pflanzenschutz
- → Beratung zum integriert-biologischen Pflanzenschutz (Nützlinge und biologisch wirkende Pflanzenschutzmittel wie Mikroorganismen)
- → Hinweise zum anwender- und umweltfreundlichen Pflanzenschutz mit Nützlingen
- → schriftliche Hinweise und mündliche Beratung zu Pflückabständen, ausreichenden Pflückern und Überwachungsmethoden (KEF-Bekämpfung)
- → Sortenbeschreibung zu Krankheits- und Schädlingsresistenzen sowie Standfestigkeit
- → Versuchsergebnisse
- → Versuchsdurchführung und Bereitstellung von Informationen zur Nutzung von Sortenresistenzen
- → Information und Anleitung zum Monitoring von Schaderregern (z. B. Hinweise zum richtigen Zeitpunkt und zu geeigneten Methoden zur Befallsüberwachung in bestimmten Kulturen)

4.5 Empfehlungen und digitale Beratungsinstrumente

Die Länder beraten die Landwirte über den nichtchemischen Pflanzenschutz mit Hilfe von Warndiensten, Prognose- und Entscheidungshilfen sowie Empfehlungen und persönlichen Beratungsgesprächen.

Über die Webseite www.isip.de des Informationssystems für die integrierte Pflanzenproduktion e. V. (ISIP e. V.) stellen beteilige Bundesländer Landwirten, Gärtnern und allen weiteren Prozessbeteiligten aktuelle Empfehlungen, Daten und Modellergebnisse zur Verfügung und unterstützen sie so bei der Umsetzung einer integrierten Pflanzenproduktion. Auch werden auf www.isp.de Entscheidungshilfesysteme und Programme, welche von der Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) entwickelt und betreut werden, angeboten.

Die Bundesländer bieten z. T. eigene Websites mit Warndienstempfehlungen an, die auf Prognosemodellen und Monitoring-Ergebnissen basieren und teilweise mit <u>www.isip.de</u> verlinkt sind.

4.5.1 Warndienste

Der regelmäßige Warndienst der Länder gibt Hinweise zum regionalen Auftreten von Krankheiten und Schädlingen sowie zu alternativen Regulierungsstrategien und zum vorbeugendem Pflanzenschutz durch Kulturmaßnahmen. Die Warndienstmeldungen betreffen die Bereiche Ackerbau, Obstbau, Weinbau, Gemüsebau (konventionell und ökologisch), auch werden Informationen zum Pflanzenschutz im Freizeitgarten und öffentlichen Grün erstellt.

Die digitalen Warndienstmeldungen basieren u. a. auf biologischen Daten der Schaderregerüberwachung und auf Prognosemodellen. Unter Berücksichtigung der Vorgaben des integrierten Pflanzenschutzes, insbesondere von Schwellenwerten, werden Lösungen empfohlen, mit dem Ziel, situationsbezogen anstatt pauschal nach Termin zu behandeln. Dadurch soll die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränkt werden.

4.5.2 Prognose- und Entscheidungshilfen

Prognosemodelle und Entscheidungshilfen geben wertvolle Informationen über das zeitliche und räumliche Auftreten von Schadorganismen und sind ein wichtiges Werkzeug zur Planung und Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen. Prognosemodelle und Monitoringsysteme sind die Grundlage für die amtliche und private der Beratung in den Ländern. Durch die situationsbezogene Vorhersage des Befallsrisikos kann die Terminierung einer Maßnahme optimiert werden.

Geplant ist die weitere Implementierung und Verbesserung von Prognosemodellen sowie die optimierte Darstellung des räumlichen und zeitlichen Auftretens von Schaderregern in Echtzeit. Die erwähnten Meldungen werden via responsive Website über Newslettersysteme an Abonnenten versendet. Über Verlinkungen zu Prognosemodellen und weiterführenden Infos inklusive Videos entstehen maßgeschneiderte Empfehlungen. Die Fachinhalte auf der Website passen sich auf unterschiedliche Endgeräte (Smartphone, Tablet, PC) an und können abgerufen werden, sobald eine Internetverbindung vorhanden ist.

4.5.3 Beratungsgespräche

Der Wissenstransfer findet in Form von Gruppenveranstaltungen (siehe 4.1 sowie 4.2; 4.3) und Einzelberatung en statt. Die Einzelberatung wird auf Wunsch eines Betriebes telefonisch oder vor Ort auf den betroffenen Flächen durchgeführt. Die produktionstechnische Beratung basiert stets auf den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes, die entsprechend im Beratungsgespräch vermittelt werden. Die daraus resultierenden Empfehlungen sind auf die individuelle Situation hinsichtlich der Flächen des Betriebes zum Zeitpunkt der Beratung abgestimmt. Die Empfehlungen und Beratungsgespräche basieren auch auf den Ergebnissen der Versuche und Forschungsaktivitäten der Länder.

In die Beratungsgespräche fließen oft Ergebnisse von regionsbezogenen Monitoringmaßnahmen ein. Diese Monitoringmaßnahmen werden von den Ländern durchgeführt und erfassen das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. Diese Informationen können die Landwirtinnen und Landwirten auch selbst abrufen.

In Hessen steht mit dem Gartentelefon als Hotline für Haus- und Kleingärtner eine unabhängige Beratung zu allen Fragen rund um den Garten bereit. Ähnliches bietet die Gartenakademie in Rheinland-Pfalz an.

5. Zusammenfassung

Das Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) hat im Frühjahr 2020 eine Abfrage bei den Ländern und dem Julius Kühn-Institut durchgeführt, um einen Überblick über Forschungs- und Beratungsaktivitäten zu nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren zu erhalten. Insgesamt meldeten die Länder mehr als 475 Forschungsaktivitäten ab 1995 sowie 145 Beratungsaktivitäten. Bei der Auswertung dieser Abfrage, welche die Geschäftsstelle NAP durchgeführte, wurden außerdem die Aktivitäten von Seiten des BMEL einschließlich der Ressortforschung, des Julius Kühn-Instituts (JKI) zur Weiterentwicklung und Einführung von nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren berücksichtigt.

Die Forschungsaktivitäten des BMEL, des JKI und der Länder befassen sich zum einen mit verschiedenen vorbeugenden Maßnahmen des IPS. Dabei bildet die Bereitstellung resistenter Kulturpflanzen und die Erarbeitung von Sortenempfehlungen einen wichtigen Aktivitätsbereich. Des Weiteren werden verschiedene Aspekte bei der Kulturführung wie Vorkultur, Bodenbearbeitung, Aussaatzeit, Bestandesdichte oder, in den Dauerkulturen, die Schnitt-, Erziehungs- und Ausdünnungstechnik als Versuchsfragen aufgegriffen und die Auswirkung dieser Maßnahmen auf die Pflanzenschutzintensität erfasst. Auch die Etablierung von Untersaaten u. a. zur Unkrautunterdrückung wird in verschiedenen Kulturen wie Mais und Körnerleguminosen erprobt. Weiterhin wurde der Einsatz von Biologicals und Biostimulanzien zur Förderung der Vitalität und Wiederstandfähigkeit der Pflanzen in verschiedenen Kulturen wie z. B. in Kartoffeln und Wintergetreide untersucht.

Bei den biotechnischen und physikalischen Maßnahmen des IPS liegt ein wichtiger Fokus der Forschungsaktivitäten auf der Optimierung der mechanischen Unkrautbekämpfung in verschiedenen Kulturen. Weiterhin wird der Einsatz von Kulturschutznetzen im Obst- und Gemüsebau geprüft. Weitere Versuche zu physikalischen Maßnahmen betreffen Verfahren zur thermischen und elektrischen Unkrautregulierung sowie zur Krautabtötung in Kartoffeln und den Einsatz von Elektronenbeizen u. a. für Getreide, Raps und Mais.

Verfahren des **biologischen Pflanzenschutzes** werden insbesondere in Versuchen in Sonderkulturen untersucht. Versuchsthemen sind dabei zum Beispiel der Nützlingseinsatz unter Glas, die Schädlingsregulierung mit entomopathogenen Pilzen, Granuloseviren oder Nematoden, die Wirksamkeit von Biologicals und

Grundstoffen sowie die Optimierung der Verwirrungstechnik im Obst- und Weinbau. Auch im Ackerbau werden biologische Maßnahmen zunehmend in Versuchen erprobt. Beispiele sind neben der Optimierung des *Trichogramma*-Einsatzes im Mais die Anwendung von bakteriellen Beizen sowie die biologische Regulierung des Drahtwurms in Kartoffeln mittels der Attract + Kill – Methode.

Zusätzlich liegt ein Fokus auf der Entwicklung von verschiedenen Entscheidungshilfen für den IPS wie der Entwicklung und Validierung von Prognosemodellen.

Die Offizialberatung ist in Deutschland Aufgabe der Länder. Über die Offizialberatung wird die Praxis nicht nur zu gängigen praktikablen nichtchemischen Verfahren als Bestandteil des IPS informiert, sondern ihr werden auch neue Erkenntnisse aus dem Versuchswesen zu neuen oder optimierten Verfahren vermittelt. Die vielfältigen Beratungsaktivitäten umfassen insbesondere:

- → Veranstaltungen mit Themenblöcken und Fachvorträgen zu nichtchemischen Verfahren im Rahmen von Winterschulungen, Sachkundefortbildungen, Feldtagen oder Maschinenvorführungen z. B. zur Bodenbearbeitung oder mechanischen Unkrautbekämpfung
- → Betriebsindividuelle Einzelberatung
- → Bereitstellung von Informationsmaterial zu Verfahren und Maßnahmen in verschiedenen Kulturen z. B. in Form von Flyern, Broschüren oder Themenbeiträgen auf Webseiten
- → Bereitstellung von regelmäßigen aktuellen Beratungsempfehlungen im Abo bzw. über Verteiler zum Beispiel in Form von Warndienstfax, Infomail
- → Angebot von Entscheidungshilfen und Prognosemodellen

Die beiden letzten Punkte sind Angebote, auf die registrierte Nutzer auch über ISIP – das Informationssystem integrierter Pflanzenbau –, zugreifen können. ISIP (www.isip.de) ist ein zentrales Internetportal, auf dem fünfzehn beteiligte Bundesländer Landwirten, Gärtnern und allen weiteren Prozessbeteiligten aktuelle Empfehlungen, Daten und Modellergebnisse zur Verfügung stellen und sie so bei der Umsetzung einer integrierten Pflanzenproduktion unterstützen. Alternativ oder parallel zu ISIP stellen einige Länder die Informationen auf einer eigenen Website zur Verfügung.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AUKM = Agrarumwelt-	und Klimam	aßnahmen
---------------------	------------	----------

- BfN = Bundesamt für Naturschutz
- BLE = Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
- BMEL = Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
- BMUV = Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
- BÖLN = Bundesprogramm Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft
- DIP = Deutsche Innovationspartnerschaft
- DLR= Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum
- DWD = Deutscher Wetterdienst
- EPN = entomopathogene Nematoden
- FKZ = Förderkennzeichen
- FNR = Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
- GBS = Genotypisierungsmethode
- GWAS = genomweite Assoziationsstudie
- IfZ = Institut für Zuckerrübenforschung
- IPS = integrierter Pflanzenschutz
- ISIP = Informationssystem für die integrierte Pflanzenproduktion e. V.
- JKI = Julius Kühn-Institut
- KEF = Kirschessigfliege
- LR = Landwirtschaftliche Rentenbank
- MuD = Modell- und Demonstrationsvorhaben
- NAP = Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln
- ÖVF = ökologische Vorrangfläche
- PGR = Pflanzengenetische Ressourcen
- PIWI = pilzwiderstandsfähige Rebsorte
- Ptble = Projektträger BLE
- RGS = Rekurrente Genomische Selektion
- RMS = Raupenmechanisierungssystem
- SBR = Syndrome Basses Richesses
- USB = umweltfreundliche Saatgutbehandlung
- WDV = Weizenverzwergungsvirus
- ZEPP = Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz

PFLANZENSCHUTZDIENSTE DER LÄNDER

Das vorliegende Arbeitspapier wurde in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder verfasst:

Baden-Württemberg

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) Neßlerstraße 23-31, 76227 Karlsruhe

Tel.: 0721 9468-450

E-Mail: poststelle@ltz.bwl.de http://www.ltz-Augustenberg.de

Regierungspräsidium Stuttgart

- Pflanzenschutzdienst -

Postfach 80 07 09, 70507 Stuttgart Ruppmannstr. 21, 70565 Stuttgart

Tel.: 0711 904-0

E-Mail: Abteilung3@rps.bwl.de https://rp.baden-wuerttemberg.de

Regierungspräsidium Karlsruhe

- Pflanzenschutzdienst -

Schlossplatz 4-6, 76131 Karlsruhe

Tel.: 0721 926-0

E-Mail: Abteilung3@rpk.bwl.de https://rp.baden-wuerttemberg.de

Regierungspräsidium Freiburg

- Pflanzenschutzdienst -

Regierungspräsidium Freiburg Bertoldstraße 43, 79098 Freiburg

Tel.: 0761 208-0

E-Mail: Abteilung3@rpf.bwl.de https://rp.baden-wuerttemberg.de

Regierungspräsidium Tübingen

- Pflanzenschutzdienst -

Postfach 26 66, 72016 Tübingen

Konrad-Adenauer-Straße 20, 72072 Tübingen

Tel.: 07071 757-0

E-Mail: Abteilung3@rpt.bwl.de https://rp.baden-wuerttemberg.de

Bayern

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Institut für Pflanzenschutz Lange Point 10, 85354 Freising

Tel.: 08161 8640-5650, Fax: 08161 8640-5735

E-Mail: ips@lfl.bayern.de www.lfL.bayern.de/ips/

Berlin

Pflanzenschutzamt Berlin Mohriner Allee 137, 12347 Berlin

Tel.: 030 700006-215

E-Mail: pflanzenschutzamt@senumvk.berlin.de https://www.berlin.de/pflanzenschutzamt/

Brandenburg

Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF) Pflanzenschutzdienst Müllroser Chaussee 54, 15236 Frankfurt/Oder Tel.: 0335 60676-2101; Fax: 0335 60676-2113 E-Mail: poststelle.pflanzenschutzdienst@ LELF.brandenburg.de www.mlul.brandenburg.de

Bremen

Lebensmittelüberwachungs-, Tierschutz- und Veterinärdienst des Landes Bremen (LMTVET) Pflanzenschutzdienst Lötzener Straße. 3, 28207 Bremen Tel.: 0421 361-89204, Fax: 0421 361-16644 E-Mail: psd-hb@lmtvet.bremen.de www.lmtvet.bremen.de

Hamburg

Behörde für Wirtschaft und Innovation Pflanzengesundheitskontrolle, Pflanzenschutzamt Hamburg, Pflanzenschutzdienst Auf der Brandshofer Schleuse 4, 20097 Hamburg Tel.: 040 42841-5204/05203, Fax 040-42773-11514 E-Mail: pflanzengesundheit@bwi.hamburg.de www.hamburg.de/wirtschaft/service-pflanzenschutz

Hessen

Regierungspräsidium Gießen Pflanzenschutzdienst Hessen Schanzenfeldstraße 8, 35578 Wetzlar Tel.: 0641 303-5210

E-Mail: psd-wetzlar@rpgi.hessen.de

http://www.rp-giessen.de

Mecklenburg-Vorpommern

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern Abteilung Pflanzenschutzdienst Graf-Lippe-Straße 1, 18059 Rostock

Tel.: 0381 4035-0

E-Mail: pflanzenschutzdienst@lallf.mvnet.de

http://www.lallf.de

Niedersachsen

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Pflanzenschutzamt (Standort Hannover)
Postfach 91 08 10, 30428 Hannover
Wunstorfer Landstraße 11, 30453 Hannover
Tel.: 0511 4005-0; Fax: 0511 4005-2120
E-Mail: pflanzenschutzamt@lwk-niedersachsen.de
www.lwk-niedersachsen.de

Landwirtschaftskammer Niedersachsen Pflanzenschutzamt (Standort Oldenburg) Postfach 25 49, 26015 Oldenburg Sedanstraße 4, 26121 Oldenburg Tel.: 0441 801-0; Fax: 0441 801-777

E-Mail: pflanzenschutzamt@lwk-niedersachsen.de

www.lwk-niedersachsen.de

Nordrhein-Westfalen

Der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen Pflanzenschutzdienst

Gartenstraße 11, 50765 Köln-Auweiler

Tel.: 0221 5340-401

E-Mail: pflanzenschutzdienst@lwk.nrw.de

www.pflanzenschutzdienst.de

Rheinland-Pfalz

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz Postfach 3269, 55022 Mainz Stiftsstraße 9, 55116 Mainz

Telefon: 06131 / 16-0 Telefax: 06131 / 16-2100

E-Mail: poststelle@mwvlw.rlp.de

www.mwvlw.rlp.de

Die Pflanzenschutzdienste in Rheinland-Pfalz: https://www.pflanzenschutz.rlp.de

Saarland

Landwirtschaftskammer für das Saarland Pflanzenschutzdienst In der Kolling 310, 66450 Bexbach Tel.: 06826 82895-0; Fax: 06826 82895-61 E-Mail: poststelle@lwk-saarland.de www.lwk-saarland.de/pflanze

Sachsen

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Referat 73: Pflanzenschutz; Referat 93. Pflanzengesundheit Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen Tel.: 0351 2612-0; Fax: 0351 2612-1099 E-Mail: poststelle.lfulg@smekul.sachsen.de www.lfulg.sachsen.de

Sachsen-Anhalt

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Dezernat 23 – Allgemeiner Pflanzenschutz, Pflanzengesundheit Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg

Tel.: 03471 334-341

E-Mail: Pflanzenschutz@llg.mule.sachsen-anhalt.de

http://www.llg.sachsen-anhalt.de

Schleswig-Holstein

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Umwelt Fachbereich Pflanzenschutz Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg Tel.: 04331 9453-0, Fax: 04331 9453-389

E-Mail: psd-Rendsburg@lksh.de

www.lksh.de

Thüringen

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum

Referat 23 – Pflanzenschutz und Saatgut Kühnhäuser Straße 101, 99090 Erfurt Tel.: 0361 574198-000, Fax 0361 574198-140 E-Mail: pflanzenschutz@tlllr.thueringen.de

www.tlllr.thueringen.de

Der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) ist ein Aktionsplan der Bundesregierung. Sein Ziel ist es, die Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, die mit der Anwendung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln verbunden sein können, zu verringern. Insbesondere soll durch die Berücksichtigung der Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und die Nutzung nichtchemischer Pflanzenschutzverfahren die Abhängigkeit von Pflanzenschutzmittel gesenkt werden. Der NAP ist ein wichtiger Baustein der Umsetzung der Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG in Deutschland.

Dieses Arbeitspapier gibt eine Übersicht zu Aktivitäten im Bereich Forschung und Beratung, die zur Weiterentwicklung und Einführung von nichtchemischen Pflanzenschutzverfahren beitragen. Hierfür wurden Aktivitäten der Länder und des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) einschließlich der Ressortforschung am Julius Kühn-Institut (JKI) mit Fokus auf den Zeitraum 2013 bis 2021 erfasst. Das Arbeitspapier wurde auf Beschluss der Länderreferentinnen und –referenten Pflanzenschutz vom November 2021 und unter Federführung der Geschäftsstelle NAP in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung erarbeitet.

STAND Juli 2023

REDAKTIONELLE BEARBEITUNG

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) Referat 324 – Geschäftsstelle NAP

TEXT

Luisa Graf (BLE), Dr. Holger Beer (JKI), Pflanzenschutzdienste der Länder (siehe S. 54-56)

BILDER

Titelbild links: Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben mit einer Fingerhacke, Landwirtschaftskammer NRW Titelbild Mitte: Pheromonfalle zu Überwachung des Apfelwicklers in einer Obstanlage, JKI Titelbild rechts: Gruppenberatung in einem Getreidefeld, Landwirtschaftskammer NRW

WEITERE INFORMATIONEN UND ANSPRECHPARTNER

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) Referat 324 – Geschäftsstelle NAP Deichmanns Aue 29 53179 Bonn E-Mail: nap-pflanzenschutz@ble.de www.nap-pflanzenschutz.de