

ressanterweise sank bei beiden Salatsorten die Zahl der internalisierten Bakterien deutlich in Abwesenheit der Gene für die Adhärenzfaktoren *hcpA* und *iha*. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass *HcpA* und *Iha* offensichtlich bei der Kolonisierung von Wurzeln eine Rolle spielen, wobei unklar ist, ob dies eine Folge verminderter Adhärenz an die Wurzel ist oder ob tatsächlich die Fähigkeit zur Internalisierung in die Wurzel reduziert ist. Diese Zusammenhänge sollen in zukünftigen Forschungsarbeiten aufgeklärt werden.

### Generelle Bemerkungen zu den Arbeiten der AG „Humanpathogene an Pflanzen“ – Outlook

Die Kurzfassungen der Beiträge aus verschiedenen Forschungseinrichtungen zeigen das breite Spektrum von Forschungsarbeiten zu Humanpathogenen an Pflanzen in Deutschland. Die Diversität und Plastizität humanpathogener Bakterien und Viren stellt nicht nur eine Herausforderung an die Diagnostik dar, sondern erschwert generelle Aussagen zum Überleben von Humanpathogenen in verschiedenen Habitaten und speziell in Assoziation mit Kulturpflanzen. Die Diversität des Boden- und Pflanzenmikrobioms scheint die Etablierung von Humanpathogenen zu erschweren. Eine Vielzahl von biotischen und abiotischen Faktoren bestimmt nicht nur die Zusammensetzung und Funktion des Mikrobioms, sondern auch das Überleben von Humanpathogenen im Boden und an der Pflanze. Viele Eigenschaften, wie die Fähigkeit zur Biofilmbildung, sind oft Stamm-spezifisch und werden häufig durch horizontalen Gentransfer erworben. Im Hinblick auf die Nutzung organischer Dünger, aber auch von Beregnungswasser ist der Eintrag von Bakterien mit Plasmiden oder Bakteriophagen, die Resistenzen gegen Antibiotika, Metalle und Desinfektionsmittel, aber auch Pathogenitätsdeterminanten übertragen, zunehmend im Fokus des Interesses. Dringenden Forschungsbedarf gibt es, um Faktoren zu identifizieren, die die Häufigkeit des Auftretens von transferablen Resistenzen und Pathogenitätsdeterminanten im Pflanzen- und Bodenmikrobiom maßgeblich beeinflussen und Prozesse des horizontalen Gentransfers stimulieren. Diese Prozesse sind nicht nur für die Entstehung und Diversifizierung von Humanpathogenen von großer Bedeutung, sondern auch für den zukünftigen erfolgreichen Einsatz von Antibiotika zur Behandlung von bakteriellen Erkrankungen des Menschen. Ein weiterer, noch nicht ausreichend untersuchter Aspekt sind die Mechanismen, die eine Kolonisierung der Pflanzen durch Humanpathogene (Adhäsion, Suppression der Abwehrmechanismen, Stressresistenz) ermöglichen oder begünstigen. Hier steht vor allem die Funktion bestimmter Virulenz-relevanter Proteine in Vordergrund.

Das breite Spektrum von Forschungsarbeiten zu Humanpathogenen an Pflanzen in Deutschland zeigt sehr deutlich, dass dieser Themenbereich sehr umfangreich und sehr komplex ist. Das Ziel der AG-HP ist daher, die Interaktionen zu verstehen und die gewonnenen Erkenntnisse für den Verbraucherschutz nutzbar zu machen.

Adam SCHIKORA und Kornelia SMALLA  
Julius Kühn-Institut,  
Bundesforschungsinstitut  
für Kulturpflanzen,  
Institut für Epidemiologie  
und Pathogendiagnostik  
(Braunschweig)

### Effizienz und Sicherheit durch innovative Applikationstechnik

„Wir kennen die Probleme in der Praxis und wissen in den meisten Fällen auch um die notwendigen technischen Lösungen. Aber wir haben das Gefühl, dass die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten außerhalb des eigenen Fachbereichs nicht ausreichend wahrgenommen werden.“ Zu hören war diese Aussage auf der 47. Arbeitskreissitzung des AK Pflanzenschutztechnik der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft e.V. (DPG), die am 7./8. März 2017 in Braunschweig im Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen stattfand. Unter dem Motto „Effizienz und Sicherheit im Pflanzenschutz durch innovative Applikationstechnik“ gab es dieses Jahr eine gemeinsame Veranstaltung mit der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Integrierten Pflanzenschutz (ÖAIP) sowie der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES). Rund 90 Teilnehmer fanden den Weg nach Braunschweig, um sich über neue Techniken, Trends und Entwicklungen im Bereich der Pflanzenschutztechnik auszutauschen und rege darüber zu diskutieren.

In der ersten Sektion wurden Innovationen aus dem Bereich der Raumkulturen präsentiert. Um die Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln zu verbessern, Abdrift zu senken und auch um die notwendige Menge an Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren, ist eine optimale Einstellung von Sprühgeräten schlichtweg eine Notwendigkeit. Da bei Sprühgeräten die Gebläseluft als Medium für den Tropfentransport genutzt wird, ist insbesondere die Einstellung der Luftverteilung auf die individuellen Erfordernisse von Obstplantagen in der Praxis besonders wichtig: Das Gerät muss zur Kultur und Erziehungsform in den betreffenden Anlagen eines Betriebs passen! Darüber hinaus können über eine Optimierung der Gebläseluft auch Geräuschemissionen und Antriebsenergie des Gebläses erheblich gesenkt werden. Beides sind Argumente, die im Spannungsfeld zwischen Urlaubsregion und Kulturfläche, sowie im Hinblick auf den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Produkte eine gewichtige Rolle spielen können. Aus diesem Grund wurde am Bodensee und in der Steiermark bereits vor Jahren gemeinsam mit einem Industriepartner ein spezieller Luftprüfstand entwickelt, mit dem die Luftstromcharakteristika von Sprühgeräten gemessen und auch gezielt (unveränderlich!) eingestellt werden können.

In einem ersten Vortrag wurde über die praktische Umsetzung in der Steiermark und die daraus resultierenden positiven Erfahrungen mit der gezielten Gebläselufteinstellung berichtet. Im Rahmen eines LEADER-Projektes sollen diese Erfahrungen nun in den nächsten drei Jahren gezielt in die Praxis gebracht werden. 140 engagierte Obst- und Weinbaubetriebe sind an dem Projekt beteiligt, welches durch die Fachgruppe Technik des Steirischen Obst- und Weinbauverbandes durchgeführt wird. Am Bodensee hat man darüber hinaus weitere positive Effekte erzielen können, indem die Obstanbauer des Beratungsrings Marktgemeinschaft Bodenseeobst eG bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ein spezielles Dosiermodell verwenden. Dieses baut auf den bereits gebläseoptimierten Sprühgeräten auf und berechnet auf Grundlage von Pflanzenschutzmittel, Wasseraufwandmenge und Kronenvolumen der Anlage die optimale Applikationsgeschwindigkeit sowie Gebläsedrehzahl. Der Clou an dem Dosiermodell ist, dass die Applikationsparameter so gewählt sind, dass die Spritztropfen gerade so den Baum durchdringen, ohne jedoch auf der anderen Seite wieder herauszutreten. Im Vergleich zu anderen Dosiermodellen, welche die Aufwandmenge pro Hektar oder pro m<sup>2</sup> Laubwandfläche errechnen, können mit diesem Modell erhebliche Mengen an Pflanzenschutzmitteln eingespart werden, da

es die realen Verhältnissen in der Praxis besser abbildet. Weiter verbessert werden kann dies, indem tatsächlich nur noch dort gespritzt wird, wo auch Blattfläche vorhanden ist. Dazu muss die Laubwand mit Sensoren abgetastet werden, um die dazwischen liegenden Lücken zu identifizieren. Genau dies wird im Rahmen des Forschungsprojektes OLSVA zusammen mit Industriepartnern im Julius Kühn-Institut bearbeitet und weiterentwickelt. Erste Ergebnisse aus zwei Versuchsjahren, die im Rahmen der Sektion präsentiert wurden, zeigen auf, dass in dieser Technik ein erhebliches Einsparpotenzial an Pflanzenschutzmitteln steckt und diese Einsparungen auch unter Praxisbedingungen mit hinreichenden Blattbelägen und biologischer Wirksamkeit realisiert werden können. Darüber hinaus wird auch das Abdriftpotenzial durch die Lückenschaltung gesenkt.

Da neben Innovationen auch der Zustand der bereits in der Praxis befindlichen Pflanzenschutzgeräte einen erheblichen Einfluss auf die möglichen Risiken hat, die von solchen Geräten im Einsatz ausgehen können, stand in der zweiten Sektion die Erfahrungen aus der langjährigen Prüfung von Neugeräten im Julius Kühn-Institut sowie die Kontrolle von Gebrauchtgeräten im Fokus.

Punkteinträge, „der große Bruder der Abdrift“, stellen die Hauptquellen für unerwünschte Stoffverlagerungen im Pflanzenschutz dar. Ursache ist i.d.R. eine unsachgemäße Reinigung von Pflanzenschutzgeräten nach deren Gebrauch. Vor diesem Hintergrund wurde die technische Entwicklung der Gerätereinigungssysteme vorgestellt und diskutiert. Nach dem Leerspritzen kann die Reinigung heute komfortabel per Knopfdruck aus der Kabine heraus automatisch vollzogen werden. Vorbei sind die Zeiten, in denen der Fahrer absteigen musste, um unterschiedlichste Hebel zur richtigen Zeit in der richtigen Reihenfolge umzulegen. Dabei zeigt sich die Reinigungsleistung der Geräte als durchweg positiv. Alle vom Julius Kühn-Institut geprüften Geräte weisen nach dem Leerspritzen, Reinigen und Wiederbefüllen einen Verdünnungsfaktor zwischen 500 und 50.000 auf, wobei dieser für einen erfolgreichen Test mindestens 400 betragen muss. Darüber hinaus gibt es mittlerweile auch Nachrüstsätze für „Altgeräte“, die mit erreichbaren Verdünnungsfaktoren von 1100 bis 2500 uneingeschränkt zu empfehlen sind und mit Kosten von rund 1000 € auch diese Geräte in Punkto Reinigung auf den neusten technischen Stand bringen.

Vor dem Hintergrund der gemeinsamen Veranstaltung mit der ÖAIP und der AGES wurde die Struktur des Kontrollsystems für in Gebrauch befindliche Pflanzenschutzgeräte in Österreich präsentiert. Analog zu Deutschland ist diese Kontrolle von Gebrauchtgeräten auf Ebene der neun österreichischen Bundesländer geregelt. Aus dieser Konstellation ergeben sich auch vergleichbare Schwierigkeiten, da nicht alle Prozesse einheitlich durchgeführt werden. So gibt es in Österreich z.B. neun verschiedene Kontrollplaketten, die in ihrer Ausgestaltung bundesländerspezifische Besonderheiten aufweisen. Die Thematik wurde in einem weiteren Vortrag aufgegriffen, bei dem es um die gegenseitige Anerkennung von Kontrollen innerhalb der EU ging, die insbesondere in Grenzregionen eine Rolle spielen. Grundlage für die gegenseitige Anerkennung ist die EN ISO 16122. Wird die Kontrolle nach dieser Norm durchgeführt, dann können die im EU-Ausland durchgeführten Kontrollen in Deutschland anerkannt werden, sofern dies auf der Kontrollplakette oder dem zugehörigen Kontrollbericht vermerkt ist. Sehr gute Erfahrungen liegen diesbezüglich in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen vor, die bereits europäische Kontrollbetriebe anerkannt haben, wodurch diese auch deutsche Kontrollplaketten erteilen dürfen. Entsprechend der jeweiligen Ländervorgaben wird das Personal geschult und auch, wie jede inländische Kontrollstelle, vor Ort überwacht. Eine fortlaufend

aktualisierte Liste von Kontrollbetrieben im EU-Ausland findet sich auf der Homepage (<http://spise.julius-kuehn.de>) der SPISE (Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe) Initiative.

Die Dritte Sektion widmete sich neuen Technologien und ihrer Umsetzung in der Praxis.

Die Ergebnisse einer Befragung von Landwirten in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg wurde vom LELF (Landesamt für ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung) vorgestellt. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass den Landwirten bewusst ist, an welchen Stellschrauben sie bei der Pflanzenschutzmittelapplikation drehen können, um Abdrift und Einträge in den Naturhaushalt zu vermindern. Es befindet sich aber noch viel Spritztechnik älteren Datums auf den Betrieben. Die Möglichkeiten neuer Technik werden noch nicht ausgereizt. Hier können Maßnahmen wie das aktuelle Agrarinvestitionsförderungsprogramm (AFP) helfen, die Marktpräsenz neuer Pflanzenschutztechnik zu beschleunigen. Ein weiteres Ergebnis der Studie war, dass die landwirtschaftliche Praxis mehr unabhängige Beratungsangebote wünscht, ein Punkt, der auch in vielen anderen Diskussionen immer wieder betont wurde. Von Seiten der Landtechnikindustrie kam deshalb der Vorschlag, die Ausbildung der Fahrer, die oft Quereinsteiger sind, durch eine Zusammenarbeit von Technikherstellern und Pflanzenschutzdiensten im Rahmen der Sachkundeschulung oder des Fahrertrainings zu verbessern.

Für die teilflächenspezifische Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde vom JKI in Zusammenarbeit mit der Industrie eine Feldspritze mit Direkteinspeisungstechnik entwickelt. Im Rahmen eines Projektes setzt das JKI die Technik sowohl in Versuchen, als auch in Praxisbetrieben ein. Das Spritzgerät verfügt über drei unabhängige Systeme, die parallel drei verschiedene Pflanzenschutzmittel getrennt voneinander dosieren können. Flüssige Pflanzenschutzmittel und Wasser werden dazu erst während der Anwendung auf dem Acker nach Bedarf gemischt. Bislang bekannte Probleme bei der Direkteinspeisung, z.B. lange Verzögerungszeiten bis zum Aufbau der Soll-Konzentration, unzureichende Dosiergenauigkeit und mangelnde Reinigungsmöglichkeiten konnten bei der Entwicklung des Prototypen praxisgerecht gelöst werden. Die Applikation mit elektronischem Kartenmaterial zur teilflächenspezifischen Behandlung erfolgt ebenfalls problemlos. Die komplexe Bedienung der Spritze sowie das Zusammenspiel mit Sensorik zur Unkraut- bzw. Schaderregerbonitur sollen noch weiter verbessert werden.

Um mögliche Abdrift von mit Beizmitteln belastetem Staub bei der Aussaat zu verhindern, wird in einem Projekt beim JKI in Zusammenarbeit mit Industriepartnern das Abdriftpotenzial von pneumatisch arbeitenden Universalsäegeräten untersucht und Möglichkeiten zur technischen Verbesserung erarbeitet. Des Weiteren wird zur Steigerung des Anwenderschutzes untersucht, welcher Exposition der Fahrer beim Umgang mit dem Gerät (Befüllung, Entleerung etc.) ausgesetzt ist, und wie auch diese Faktoren durch technische Entwicklungen gemindert werden können. Erste Ergebnisse zeigen auf, dass solche Geräte von Grund auf bereits ein geringes Abdriftniveau aufweisen, da der auftretende Beizstaub relativ bodennah ausgebracht wird. Gezeigt werden konnte jedoch auch, dass die Form der verwendeten Säschare einen wesentlichen Einfluss auf das resultierende Abdriftniveau hat. Auch Undichtigkeiten im System können zu Beizstaubablagerungen am Gerät führen, die im Hinblick auf den Anwenderschutz mit relativ einfachen Mitteln abzustellen sind.

Die Applikation von Pflanzenschutzmitteln mit UAV's (Unmanned Aerial Vehicles) im Steillagenweinbau, wo der Einsatz von Hubschraubern bedingt durch ungünstige Topogra-

phie oder Hindernisse (z.B. Stromtrassen) mit zusätzlichen Risiken behaftet ist, wird zunehmend diskutiert. Um die Grundlage für eine Applikation in der Praxis zu gewährleisten, sind Versuche zu Blattbelägen, zur biologischen Wirksamkeit und zum Abdriftpotenzial von UAV's notwendig. Erste Testversuche, die auf der Veranstaltung von der Hochschule Geisenheim präsentiert wurden, zeigten auf, dass die Applikation mit UAV's in einer Rebanlage in der Ebene, in Bezug zu den drei genannten Kriterien vergleichbar mit einer Behandlung mit konventionellen Sprühgeräten ist. Die Ergebnisse sind somit vielversprechend und sprechen dafür, dass UAV's eine risikoärmere Alternative zum Hubschraubereinsatz darstellen können. Um belastbare Daten zu erhalten, bedarf es jedoch noch weiterer Forschungsarbeiten.

Um Bestäuber bei der Blütenbehandlung im Raps zu schonen, kann die Blühebene bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln mit Hilfe der Droplegtechnologie nahezu ausgespart werden. Droplets sind pendelnd am Spritzgestänge aufgehängte Rohre, an deren Ende sich Düsen befinden, die in den Bestand eintauchen. Somit kann die Düse bei der Applikation unterhalb der Blühebene geführt werden. Da so nur innerhalb des Bestandes appliziert wird, kann auch von einer erheblichen Abdriftminderung ausgegangen werden. Welche Abdriftminderungskategorie erreicht werden kann, ist aber in Versuchen noch weiter zu klären. Da bei der Droplegtechnologie die Düsen einen Spritzwinkel von 180° aufweisen und sich im Vergleich zur konventionellen Behandlung durch die Führung im Bestand wesentlich näher am Boden befinden, war des Weiteren zu klären, ob dadurch auch das Bodensediment erhöht wird. Dazu wurden an mehreren Stellen abgestimmte Versuche durch-

geführt. Exemplarisch wurden auf der Veranstaltung die Versuche vorgestellt, die von Syngenta in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst Nordrhein-Westfalen durchgeführt wurden. Das Ergebnis der Untersuchung war, dass eine erhöhte Belastung des Bodens mit Pflanzenschutzmitteln nicht nachgewiesen werden konnte. Gegenüber einer Standardapplikation von oben, werden die Mittel vermehrt an den Stängeln und den unteren Blattetagen angelagert. In der Blühzone können dagegen die Spritzbeläge drastisch reduziert werden.

#### Fazit:

Die technische Entwicklung kann einen erheblichen Beitrag zur Minderung von Risiken, die den Anwender und den Naturhaushalt betreffen, leisten. Für nahezu jedes Problem in der Praxis existiert eine technische Lösung und die Entwicklung schreitet mit zunehmender Geschwindigkeit voran. Aus diesem Grund ist es von enormer Bedeutung, dass die Praktiker, die am Ende mit diesen neuen Technologien umgehen können müssen, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten permanent weiter entwickeln. Technik, sei sie noch so gut und ausgeklügelt, die mangels Sachkunde oder auch auf Grund von Berührungängsten nicht eingesetzt wird, stiftet keinen Nutzen. Dafür bedarf es einer verstärkten Anstrengung bei der Ausbildung, Weiterbildung und Beratung, die von Seiten der Anwender insbesondere von unabhängiger Stelle gewünscht wird.

Jens Karl WEGENER und Carolin WEIMAR-BOSSE  
(JKI Braunschweig)



Abb. 1.



Abb. 2.