

Ellen Richter¹, Elisabeth Götte¹, Gabriele Hack²

Zierpflanzenproduktion in Deutschland – mit alternativen Strategien im Pflanzenschutz zukunftsfähig?

Production of ornamental plants in Germany – sustainable with alternative plant protection strategies?

333

Zusammenfassung

Charakteristisch für den Zierpflanzenbau in Deutschland sind die Vielzahl an Kulturen und Produktionssystemen sowie die hohen Anforderungen an den Zierwert und die Transportfähigkeit der Erzeugnisse durch den Handel. Um diesen Anforderungen bei steigenden Kosten gerecht zu werden, wachsen, rationalisieren und automatisieren Betriebe.

Viele Jahre trugen Pflanzenschutzmittel dazu bei gesunde und vermarktungsfähige Pflanzen zu produzieren, denn bei der Vermarktung gilt Nulltoleranz für Schaderreger. Auf der anderen Seite schränkt der Handel seit Jahren die Palette verfügbarer Pflanzenschutzmittel über das gesetzliche Maß hinaus ein. Klassische Elemente des integrierten Pflanzenbaus wie Sortenwahl, Hygiene, Kulturführung oder technische Neuerungen, die im Folgenden beschrieben werden, stoßen hier aber an Grenzen.

Seit Einführung der Indikationszulassung liegt die Zahl der Bekämpfungslücken in Sonderkulturen auf einem hohen und stabilen Niveau. Im geschützten Anbau wurde schon vor Jahren der biologische Pflanzenschutz mit Nützlingen eingeführt und wird erfolgreich praktiziert, solange für Notfälle nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen. Aber viele gerade dieser Mittel überstehen den Prozess der Wiedertzulassung nicht.

Wie kann den Produzenten geholfen werden? In diesem Übersichtsartikel wird die Situation im Zierpflanzenbau dargestellt sowie das Potenzial digitalisierter Hilfs-

mittel für das Monitoring von Schaderregern und zur Entscheidungshilfe für Pflanzenschutzanwendungen sowie alternativer Produkte, wie Biologika, Grundstoffe oder Biostimulantien diskutiert. Zuletzt werden Handlungsoptionen für die Beteiligten in der Produktion, im Handel und Politik zur Sicherung der Produktion beschrieben.

Stichwörter: Zierpflanzenbau, Lückenindikation, integrierter Pflanzenschutz, biologischer Pflanzenschutz, alternative Verfahren, Zulassungsverfahren

Abstract

Characteristic for ornamental production in Germany is the large number of different crops and production systems, as well as the high demands on ornamental value and the transportability of the products by retail markets. To meet these demands at increasing costs, farms are growing, rationalizing, and automating.

For many years, plant protection products were an important tool to produce healthy and marketable plants because zero-tolerance for pests applies to the marketing. On the other hand, the trade has for years restricted the range of available crop protection products beyond what is legal. However, classic elements of integrated crop management such as variety selection, hygiene, crop management, or technical innovations, which are described below, are reaching their limits here.

Affiliationen

¹ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Pflanzenschutzdienst, Köln-Auweiler

² Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich Gartenbau, Köln-Auweiler

Kontaktanschrift

Dr. Ellen Richter, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Pflanzenschutzdienst, Gartenstr. 11, 50765 Köln, E-Mail: ellen.richter@lwk.nrw.de

Zur Veröffentlichung eingereicht/angenommen

15. Juni 2021/20. Oktober 2021

Since the introduction of minor uses approvals, the number of control gaps in minor crops has remained at a high and stable level. In protected cultivation, therefore, biological plant protection with beneficial organisms has been introduced and is practiced successfully as long as selective plant protection products are available for emergencies. However, just many of these products do not survive the process of re-registration.

How can we support growers? In this review article, we discuss the current situation of ornamentals producing nurseries and the potential of digitized tools for pest monitoring and decision support for crop protection applications, as well as alternative products such as biologicals, basic substances, or biostimulants. Finally, options for action for stakeholders in production, trade, and politics to secure production are described.

Key words: Ornamentals production, minor uses, integrated pest management, biological control, alternative methods, registration process

1 Herausforderung Pflanzenschutz im Zierpflanzenbau

Zierpflanzen sind ein lohnendes Geschäft. Im Jahr 2018 betrug das Marktvolumen für Zierpflanzen in Deutschland 8,7 Milliarden Euro (ANONYM, 2020a). Der Produktionswert der in Deutschland erzeugten Blumen und Zierpflanzen betrug rund 1,2 Milliarden Euro (ANONYM, 2020b). Laut Statistischem Bundesamt produzierten im Jahr 2017 in Deutschland noch 3.668 Betriebe auf 6.587 ha Zierpflanzen (ANONYM, 2017). Dabei ist die Anzahl der Betriebe in den vergangenen zehn Jahren um fast 60 %, die Fläche jedoch nur um ca. 9 % zurückgegangen (Tab. 1). Betriebe wachsen, rationalisieren und automatisieren, um den aktuellen Anforderungen gerecht zu werden. Zierpflanzen sind kapitalintensiv. Auf jedem Quadratmeter stehen hohe Werte, insbesondere bei Spezialkulturen, wie Topforchideen, oder Dauerkulturen, wie Schnittrosen. Im Zeitraum 2019/2020 wurden je

Quadratmeter Gewächshausfläche durchschnittlich etwa 91 € bei Topfpflanzen und bei Schnittblumen 42 € eingenommen (ZBG, 2020).

1.1 Struktur des Zierpflanzenbaus in Deutschland

Charakteristisch für den Zierpflanzenbau sind seine Vielzahl an Kulturen und die sehr unterschiedlichen Produktionssysteme. Die Kulturen lassen sich grob in die Gruppen Topfpflanzen inklusive Beet-, Balkon- und Grünpflanzen, ein- und mehrjährige Schnittblumen sowie Baumschulgehölze einteilen. Sie werden sowohl im geschützten Bereich, meist in Substratkultur auf mehr oder weniger versiegelten Flächen, als auch im Freiland angebaut. Ebenso vielfältig ist die technische Ausstattung der Betriebe, die vom kleinen, wenig technisierten Endverkaufsbetrieb mit viel Handarbeit (Abb. 1) bis zum spezialisierten, hochtechnisierten Betrieb (Abb. 2) mit Topfrobotern und vollständig automatisiertem, GPS-gesteuertem Transport der Pflanzen durch den Betrieb reicht (Abb. 3).

Charakteristisch sind auch die hohen Anforderungen an den Zierwert bzw. die äußere Qualität und Unversehrtheit der Erzeugnisse. Dabei werden Zierpflanzen auf sehr unterschiedliche Art von einer Vielzahl von Schaderregern befallen. Schädlinge wie Blattläuse fliegen von außen zu, andere wie der Kalifornische Blüten-thrips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) sind unter Umständen im Betrieb etabliert oder sie werden mit Jungpflanzen eingekauft. Letzteres ist vor allem dann problematisch, wenn die Schädlinge bereits Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittel mitbringen (GÖTTE & RYBAK, 2011; GAO et al., 2012). Krankheiten werden vor allem dann problematisch, wenn die Klimatisierung in den Gewächshäusern nicht optimal eingestellt ist.

1.2 Entwicklungen im Pflanzenschutz

Viele Jahre war der chemische Pflanzenschutz eine Grundlage dafür, gesunde Pflanzen zu produzieren. Mit Einführung der Indikationszulassung 2001 stieg die Zahl der Lückenindikationen in Sonderkulturen auf ein hohes

Tab. 1. Anbau von Zierpflanzen in Deutschland

Jahr	Anbaufläche in ha gesamt	Anzahl Betriebe gesamt	Anzahl Betriebe GH	Fläche GH in ha	Anzahl Betriebe Freiland	Fläche FR in ha	Fläche Schnittblumen in ha
2004	7.640	9.561	8.305	2.524	6.638	5.116	2.898
2008	7.167	8.591	6.728	2.256	5.780	4.911	3.390
2012	6.741	4.449	3.672	1.848	3.091	4.893	3.108
2017	6.587	3.668	3.012	1.702	2.608	4.885	3.493*
Diff. 2004–17	- 14 %	- 62 %	- 64 %	- 33 %	- 61 %	- 10 %	+ 20 %

* 91 % Schnittblumen aus Freilandproduktion

GH: geschützter Anbau im Gewächshaus unter Glas- oder Folienbedeckung

FR: Anbau im Freiland

ha: Hektar



Abb. 1. Vielfältiger Kulturbestand im Zierpflanzenbau (Richter)



Abb. 2. Großflächige Produktion von *Phalaenopsis*-Orchideen (Nennmann)

und seither stabiles Niveau. Durch die Verringerung des Mittelportfolios (WICK et al., 2018), steigende Resistenzbildung der Schädlinge (SCHMIDT et al., 2016) und zusätzliche Anforderungen an die Anwendung, hat sich zumindest im geschützten Anbau vor vielen Jahren der biologische Pflanzenschutz mit Nützlingen und Pflanzenschutzmitteln auf Basis von Mikroorganismen im Zierpflanzenbau etabliert (RICHTER, 2009; PILKINGTON et al., 2010) und

weitet sich ständig aus (KOCH et al., 2019; DAUGHTREY & BUITENHUIS, 2020). Jedoch gibt es Grenzen für die Wirksamkeit der biologischen Maßnahmen, die klimatisch bedingt sein können (Licht, Temperatur; SHIPP et al., 2011) oder der passende Nutzorganismus ist schlicht nicht verfügbar. Gute Erfolge werden gegen Schädlinge wie Blattläuse, Weiße Fliegen oder, in Grenzen, Thripsarten erzielt. Mitunter ist jedoch kein passender Antago-



Abb. 3. Mobiltischanlage im Gewächshaus (Götte)

nist bekannt oder es gibt noch kein Zuchtverfahren, das seine Massenvermehrung für die kommerzielle Vermarktung erlaubt. Dies betrifft beispielsweise Zikaden und die meisten Wanzenarten. In diesen Fällen integrieren die Praktiker nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel in ihre Pflanzenschutzstrategie. Weitere Einschränkungen im Portfolio integrierbarer Pflanzenschutzmittel sind beispielsweise durch die Ackerbaustrategie (BMEL, 2019) und die Farm-to-Fork-Strategie der EU (https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en) zu erwarten.

1.3 Verlagerung der Produktion als Teil der Lösung?

Seit langem wird die Produktion gärtnerischer Ware ins Ausland verlagert und die Erzeugnisse importiert (Abb. 4). Beispielsweise werden viele Schnittblumen und Schnittgrün in Afrika oder auch Süd- und Mittelamerika produziert. Den höchsten Anteil außereuropäischer Importe von Schnittblumen nach Deutschland hat Kenia. Die Gründe sind vielfältig, von der Witterung bis zu den Kosten für Arbeitskräfte. Mit der Produktion werden aber auch unsere Probleme (Wasserverbrauch, Wasserverschmutzung, Umwelt- und Arbeiterschutz) in Regionen verlagert, die weniger schützende Regelungen haben.

Eine Option für Betriebe, die weiterhin in Deutschland produzieren, ist es beispielsweise kritische Produktionsphasen ins Ausland zu verlagern: Jungpflanzen und Halbfertigware werden im benachbarten europäischen Ausland (Niederlande bis Polen) produziert. Die bessere Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln aufgrund der ungenügenden Harmonisierung in der EU ist ein wichtiges Argument dabei. Anschließend werden die Pflanzen in Deutschland als regionale Ware fertig kultiviert und vermarktet.

1.4 Zierpflanzen im Handel

Bei der Vermarktung von Zierpflanzen und Baumschulgehölzen gilt Nulltoleranz: die Ware muss einwandfrei aussehen, sie darf nicht sichtbar von Schaderregern befallen, aber auch nicht mit Nützlingen oder ihren Rückständen (z. B. Blattlausmumien, Schwebfliegenlarven etc.) behaftet sein, auch wenn es sich um Blattläuse an Beet- und Balkonpflanzen handelt, die beim Kunden schnell durch Nützlinge bekämpft werden.

Auf der anderen Seite schränken Einzelhandel und Gartencenter die Palette verfügbarer Pflanzenschutzmittel oder ihrer Ansicht nach bedenklicher Wirkstoffgruppen über das gesetzliche Maß hinaus ein, beispielsweise zum Schutz von Bestäubern durch Vermeidung eventueller Rückstände. Dies gilt insbesondere für Insektizide, auch wenn deren Unbedenklichkeit im Zulassungsverfahren belegt wird. Dabei werden beispielsweise bestimmte Pflanzenschutzmittel direkt ausgeschlossen oder Anzahl und Höhe der Rückstände begrenzt, wobei die Rückstandshöchstgehalte aus Nahrungsmittel ohne fachliche Begründung übertragen werden. Die Produzenten werden dazu in vertraulichen, privatwirtschaftlichen Verträgen verpflichtet. Dies ändert jedoch nichts am Verkaufspreis, auch wenn die Kosten für die biologische Bekämpfung in den Betrieben nach unserer Erfahrung vor allem bei Blattläusen deutlich über den Kosten für eine chemische Bekämpfung liegen können (RASPEL et al., 2006; NARANJO et al., 2015). Diesen Anforderungen muss sich der Produzent stellen, auch wenn sie in keiner Beziehung zur Realität in der Produktion stehen.

Der Handel (z. B. Vermarktungsorganisationen, Systemhandel, Lebensmitteleinzelhandel (LEH)) bevorzugt kompakte Pflanzen, die wenig Platz benötigen und damit

Ein- und Ausfuhr von Schnittblumen nach/aus Deutschland in den Jahren 2014 bis 2018 in Tonnen

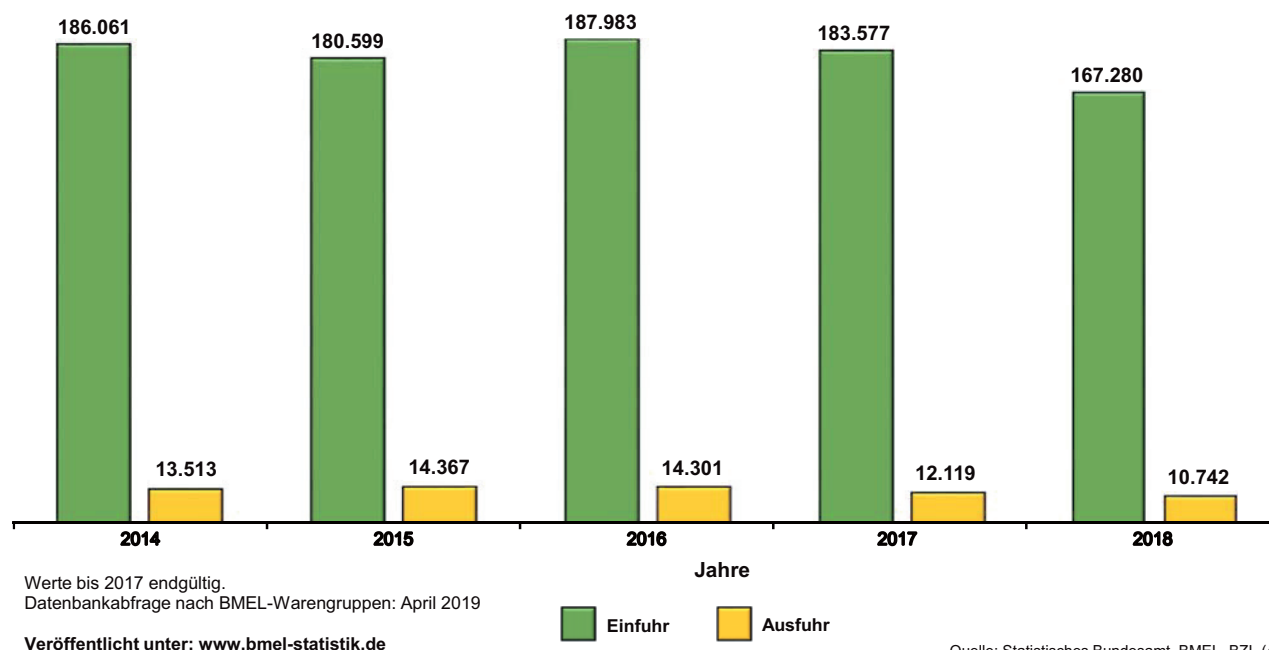


Abb. 4. Ein- und Ausfuhr von Schnittblumen nach/aus Deutschland in den Jahren 2014–2018 (Quelle: Statistisches Bundesamt, BMEL, BZL)

in großen Mengen und stabil transportierbar sind, aber möglichst schon blühen. Hier kommen die Hemmstoffe ins Spiel. Dichte Bestände sind besonders bei hoher Luftfeuchte anfällig für Krankheiten wie Grauschimmel (*Botrytis cinerea* Pers.). Zudem erschwert ein dichter Bestand Pflanzenschutzmaßnahmen, insbesondere beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mit Kontaktwirkung. Dies alles betrifft mittlerweile auch Baumschulgehölze, die heute vermehrt über den Sommer als belaubte Containerware angeboten und nicht mehr – wie früher – im Herbst und Winter ohne Blätter vermarktet werden.

Die Anbauer bewegen sich folglich im Spagat zwischen den gesetzlichen Regelungen und den vielfältigen Anforderungen des Handels. Für viele Praktiker gleicht dies der Quadratur des Kreises.

Im Folgenden wird anhand der Diskussionen und Ergebnisse des Arbeitskreises Gemüse und Zierpflanzen der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft aus den Jahren 2019 und 2020 eine Übersicht über die verfügbaren Pflanzenschutzmaßnahmen und die notwendigen Handlungsoptionen für den heimischen Zierpflanzenbau gegeben. Zierpflanzen stehen nicht im Fokus der Forschung. Viele Angaben basieren auf dem langjährigen Erfahrungswissen der Berater, die tagtäglich in den Betrieben stehen. Ziel dieses Beitrages ist es, Handlungs-

empfehlungen für Beratung, Forschung und Politik abzuleiten, um die Produktion von Zierpflanzen in Deutschland langfristig zu sichern und zukunftsfähig zu machen.

2 Pflanzenschutzmaßnahmen – eine Übersicht

2.1 Kulturarten- und Sortenwahl

Erstes Kriterium für die Auswahl einer Art oder Sorte im Betrieb sind die Anforderungen des Marktes. Anders als andere Kulturen unterliegen Zierpflanzen einer schnell veränderlichen Mode. Daher wird die Resistenz und Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern bisher nur bei wenigen Kulturen und Sorten bzw. von wenigen Züchtern berücksichtigt oder gar in den Züchtungsprozess einbezogen. Problematisch sind der notwendige Zeitraum für eine erfolgreiche Resistenzzüchtung, der schnelle Sortenwechsel und instabile Resistenzen. Fehlen Bekämpfungsoptionen, muss der Betrieb, falls möglich, das Produktionsverfahren anpassen oder Kulturen oder Sorten aus der Produktion nehmen. Bei *Gaultheria procumbens* L. (Niedere Scheinbeere), die aufgrund des Befallsverlaufes des Erregers *Colletotrichum gloeosporioides* Penz fast nur noch einjährig kultiviert wird, war das möglich. *Impatiens walleriana* (Hook.) (Fleißiges Lieschen)

jedoch verschwand nach Einschleppung und Verbreitung des neuen Erregers *Plasmopara obducens* (J. Schröt.) für viele Jahre vom Markt (BRIELMAIER-LIEBETANZ & IDCZAK, 2012). Kulturen können aber auch langsam sterben. Die Anbaufläche für Schnittrosen unter Glas betrug 2004 noch 157 ha, 2017 waren es nur noch 99 ha (ANONYM, 2017) mit weiter sinkender Tendenz.

2.2 Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln

Der chemische Pflanzenschutz ist nicht länger Grundlage für gesunde Pflanzen. Für die Pflanzenschutzmittel produzierende Industrie ist die Entwicklung oder Zulassung von Pflanzenschutzmitteln für Sonderkulturen schon länger zu aufwändig, langwierig und unsicher und damit zu teuer. Viele alte Wirkstoffe und damit Pflanzenschutzmittel verschwinden in Zuge der Neubewertung auf EU-Ebene. Im Genehmigungsverfahren für neue Wirkstoffe und auch im nationalen Zulassungsverfahren werden Bearbeitungsfristen nicht immer eingehalten, die Verfügbarkeit neuer Mittel ist verzögert (ANONYM, 2016). Laut einem aktuellen Bericht der EU Kommission, ist die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln für geringfügige Verwendungen insgesamt unzureichend, und die geltenden Bestimmungen werden nicht ausgeschöpft, um die Zulassung für solche Verwendungen zu erleichtern (ANONYM, 2020c). Auf Zulassungsebene fallen Pflanzenschutzmittel weg, weil Daten aufgrund neuer Anforderungen, beispielsweise zum Umwelt- oder Anwenderschutz fehlen. Dies sind beispielsweise die strengeren Anforderungen zum Bienenschutz im Gewächshaus durch die Verordnung (EU) Nr. 284/2013 (ANONYM, 2013a) oder die neuen Arbeiterschutzauflagen. Darüber hinaus gibt es auch nationale Besonderheiten, wie die Anwendungsbestimmung NZ113¹, die die Anwendung im Gewächshaus einschränken. Bei Dauerkulturen sind aufgrund der langen Standzeit gegen einige Schaderreger eine größere Anzahl an Pflanzenschutzmitteln bzw. häufigere Anwendungen notwendig als zugelassen sind, um die gesamte Kulturzeit abzudecken.

WICK et al. (2018) beschreiben, dass die Vorgaben im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) zur Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln bei kleinen Kulturen: „in 80 % aller relevanten Anwendungsgebiete stehen bis zum Jahr 2023 mindestens drei Wirkstoffgruppen zur Verfügung“ (ANONYM, 2013b, S. 36) in Sonderkulturen nicht eingehalten werden können. Bei Zierpflanzen wurde dieses Kriterium sogar nur bei 5 % der Anwendungen erfüllt. Damit ergeben sich große Lücken hinsichtlich Resistenzmanagement und Produktionssicherheit.

Die Bund-Länder-Arbeitsgruppe Lückenindikation (BLAG Lück) mit ihren Unterarbeitsgruppen (UAG) dient der Schließung von Lücken zur Sicherung des Anbaus von Sonderkulturen inklusive Zierpflanzen und Gehölzen. Eine Übersicht der nationalen Aktivitäten gibt die Home-

page <https://lueckenindikationen.julius-kuehn.de/>. Die UAG stehen dabei in vorderster Linie zwischen Anforderungen der Praxis, des Gesetzgebers und der Herstellerfirmen.

2.3 Biologische und alternative Produkte

2.3.1 Pflanzenschutzmittel auf Basis von Mikroorganismen. Gegenwärtig liegen große Hoffnungen auf biologischen Pflanzenschutzmitteln und hier besonders auf solchen, die Mikroorganismen enthalten (GONZALEZ et al., 2016). Viele dieser Präparate sind seit langem in der Verwendung. Sie enthalten beispielsweise *Bacillus*-Arten, Granulose- oder Baculoviren, aber auch entomopathogene Pilze wie *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. oder *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Für Produkte mit neuen Wirkstoffen (z. B. *Pseudomonas chlororaphis*, *Clonostachys rosea* oder *Pythium oligandrum* Drechsler) fehlen jedoch teilweise Informationen zu den optimalen Anwendungsbedingungen oder die Wirksamkeit ist vergleichsweise gering bzw. stark von Witterungsbedingungen abhängig und damit unsicher. Zum Teil sind sie daher nur für niedrigen Befall oder nur zur Befallsminderung ausgewiesen. Auch sind Wechselwirkungen mit Nützlingen oft nicht bekannt (GONZALEZ et al., 2016). Aufgrund dieser unkalkulierbaren Eigenschaften finden sie nur schwer Eingang in die Praxis.

2.3.2 Low-risk Produkte. Im Laufe des zweistufigen Zulassungsverfahrens können Pflanzenschutzmittel, auch chemisch-synthetische, bei bestimmten Eigenschaften als Mittel „mit geringem Risiko“ eingestuft werden. Solche low-risk Produkte sollen den Pflanzenschutz betreffend Eckfeiler in den Initiativen „Ackerbaustrategie“ des BMEL (BMEL, 2019) und „Farm to Fork“ der EU werden. Auf EU-Ebene sind bisher jedoch nur wenige Wirkstoffe als low-risk eingestuft, wie in der Datenbank ersichtlich ist: https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en.

Ob daraus auch ein low-risk Produkt wird, ergibt erst die Bewertung auf nationaler Ebene. Unterschiede in der nationalen Einstufung sind dabei zu erwarten, wie es z. B. bei dem Mittel ROMEO der Fall ist. Der Wirkstoff Cerevisane ist als low-risk Wirkstoffe registriert und das Mittel ROMEO in Belgien als low-risk Produkt zugelassen. In Deutschland wurde die Anerkennung als low-risk-Produkt aufgrund eines Formulierungshilfsstoffes abgelehnt (BVL, mündliche Mitteilung). Bisher wurden in Deutschland nur sechs Produkte als low-risk zugelassen und an Details der Bewertung sowie einem angemessenen Rechercheverfahren wird noch gefeilt (BVL, mündliche Mitteilung, Stand 27. September 2021). Bereits sicher ist, dass sie einen sehr spezifischen Wirkungsbereich haben und eher zur Befallsminderung geeignet sein werden.

2.3.3 Potenzial „pflanzenstärkender“ Produkte. Zu diesen Mitteln gehören im weiteren Sinne die tatsächlichen Pflanzenstärkungsmittel gemäß § 2 Nr. 10 Pflanzenschutzgesetz, aber auch Biostimulanzien. Biostimulanz

¹ NZ113: Anwendung nur in Gewächshäusern auf vollständig versiegelten Flächen, die einen Eintrag des Mittels in den Boden ausschließen.

ist der Oberbegriff für eine Klasse von Produkten (Bodenhilfsstoffe, Pflanzenschutzmittel), die weder Pflanzenschutz- noch Düngemittel sind und rechtlich unter die EU-Düngemittelverordnung (Verordnung (EU) 2019/1009) fallen. Hierzu zählen Rezepturen aus Verbindungen, Stoffen (z. B. Aminosäuren, Huminsäuren, Pflanzen- und Seetang-Extrakte etc.) sowie Mikroorganismen. Sie sollen dazu dienen die Widerstandsfähigkeit, die Qualität und die Erträge von Kulturpflanzen, deren Toleranz gegen abiotische Stressfaktoren wie extreme Temperaturen oder Trockenheit zu erhöhen oder die Bodenfruchtbarkeit zu stärken. Solche Produkte gehören in vielen Zierpflanzenbaubetrieben seit Jahren zu den Standardbetriebsmitteln. Insbesondere Mittel auf Basis von Mikroorganismen, aber auch homöopathische Mittel werden häufig vorbeugend zur Erhaltung der Pflanzengesundheit eingesetzt.

Schwierig wird es dann, wenn Empfehlungen zu ihrer Anwendung nachgefragt werden. In Versuchen der Pflanzenschutzdienste und der gartenbaulichen Versuchstationen in Deutschland wurden, wie berichtet, mit diesen Produkten selten valide und reproduzierbare Versuchsergebnisse erzielt. Somit fehlt es an Wissen über die Wirkung und die notwendigen Bedingungen zur Anwendung solcher Produkte (MATYJASZCZYK, 2018). Darüber hinaus können die Inhaltsstoffe variieren. Bei Untersuchungen einiger Bodenhilfsstoffe im Rahmen eines Projektes in Veitshöchheim (LWG, 2019) wurden deutliche Unterschiede zwischen den angegebenen und tatsächlich im Produkt enthaltenen Mikroorganismen gefunden.

2.3.4 Grundstoffe. Grundstoffe sind Stoffe, die nicht in erster Linie für den Pflanzenschutz verwendet werden, aber dennoch eine pflanzenschützende Wirkung haben. Sie unterliegen nicht der Zulassungspflicht, sondern werden genehmigt. Die Optionen zur Anwendung sind jedoch wie bei der Zulassung beschränkt. Informationen, z. B. Beurteilungsberichte, gibt es auf den Internetseiten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und der EU (https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en). Im Zierpflanzenbau können beispielsweise die Substanzen Natriumhydrogencarbonat, Essig, Lezithine oder Brennesselextrakt verwendet werden. Über die meisten dieser alternativen Produkte ist in den Betrieben und in der Beratung noch zu wenig bekannt, als dass sie effektiv eingesetzt werden können.

2.3.5 Biologika, Biostimulanz und Bioeffektor – noch unbestimmte Begriffe?. Derzeit ist viel die Rede von Biologika, Biostimulanzien und Bioeffektoren. Wobei nicht immer ganz klar ist, was genau damit gemeint ist. Wird der Begriff Biologika eng gefasst, umfasst er Produkte, die lebende Mikroorganismen, Bestandteile von Mikroorganismen oder andere organische Stoffe, wie Pflanzenextrakte (z. B. Öle oder Azadirachtin), enthalten. Weiter gefasst, könnte er auch fermentierte Stoffe, wie die Spinosyne und Abamectin, enthalten. Unserer Meinung nach umfasst der Begriff jedoch keine anorganischen, minerali-

schen Stoffe wie Kupfer oder Schwefel. Biologika sind folglich als Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Pflanzenstärkungsmitteln oder Biostimulanzien zu finden. Die Bezeichnung Biostimulanz bezieht sich primär auf die Eigenschaft eines Produktes. Die Inhaltsstoffe sind oft mit denen von Pflanzenstärkungsmitteln identisch. Praktisch wird der Begriff heute für viele Produkte verwendet, die nicht dem Pflanzenschutzrecht unterliegen. Wie solche Produkte ein wichtiger Bestandteil des integrierten Pflanzenschutzes werden können, erläutert MATYJASZCZYK (2018).

Der Begriff Bioeffektor ist noch relativ neu. Derzeit wird darunter, ähnlich wie bei den Biostimulanzien, die Eigenschaft eines Stoffes verstanden, das Wachstum, die Nährstoffaneignung und die Widerstandskraft von Kulturpflanzen gegenüber abiotischen Stressfaktoren zu fördern, gelegentlich werden auch Pflanzenkrankheiten als Stressoren genannt. Über eine Wirkung als Bioeffektor können demnach die in Pflanzenschutzmitteln, Pflanzenstärkungsmitteln oder Biostimulanzien enthaltenen Wirkstoffe verfügen. Die Wirkungsweise und die genutzten Wirkstoffe überschneiden sich damit bei Biostimulanzien und Bioeffektoren weitgehend (VAN OOSTEN et al., 2017).

2.4 Applikationstechnik – oft unterschätzt

Für die großen Ackerbaukulturen, den Gemüsebau sowie den Obst- und Weinbau wurden verschiedene moderne Applikationsverfahren entwickelt. Einige dieser Verfahren lassen sich auf den Zierpflanzenbau übertragen. In großen Betrieben gibt es inzwischen vielfach automatisierte Applikationsgeräte. So werden beispielsweise Topfkulturen mit Hilfe von Gießwagen von oben behandelt (Abb. 5). Betrachtet man die derzeitige Entwicklung, so wirkt die neue Generation von Pflanzenschutzmitteln, inklusive potenzieller low-risk Produkte, hauptsächlich bei direktem Kontakt mit dem Schaderreger. Mit klassischer Applikationstechnik ist jedoch weder eine ausreichende Benetzung im Inneren dichter Pflanzenbestände (KNEWITZ et al., 2003) noch auf der Blattunterseite, auf der sich die Schaderreger vorwiegend aufhalten, möglich. Damit wird der Wirkstoff nicht an den Zielort angelagert und kann seine Wirksamkeit nicht entfalten (BÖCKMANN et al., 2021b). Hinzu kommt, dass zulassungsbedingt sowohl der Art der Applikation (von oben, von der Seite) als auch der Wassermenge Grenzen gesetzt sind. Bei der Festlegung der Anwendungsmodalitäten kommt es folglich zu einem Zielkonflikt zwischen optimaler Wirksamkeit auf der einen und Umwelt- und Anwenderschutz auf der anderen Seite.

In kleineren Betrieben mit einer großen Vielzahl unterschiedlicher Kulturen wird in der Regel handgeführte Applikationstechnik eingesetzt, sehr häufig eine Spritzpistole. Diese Betriebe benötigen effektive Technik für den Transport der Pflanzenschutzmittel an die Zielfläche. Die Applikationstechnik birgt daher großes Potenzial. Mittels optimaler Ausbringungstechnik mit angepassten Wassermengen und Düsen oder Geräten zur vertikalen oder horizontalen Applikation können Pflanzenschutzmittel optimal eingesetzt (Abb. 6), ihre höchste



Abb. 5. Applikation von Pflanzenschutzmitteln mithilfe eines Gießwagens auf einer Containerstellfläche (Götte)

Wirksamkeit erreicht und das Resistenzmanagement verbessert werden (OPITZ et al., 2018).

2.5 Kulturführung und moderne Gewächshaus-technik

Klimasteuerungssysteme sind komplex und bieten den Betrieben vielfältige Möglichkeiten, das Klima angepasst an die Jahreszeit und an die Kultur zu regeln. Auch die Entwicklung vieler Krankheiten und Schädlinge lässt sich durch die Kulturführung bzw. im Gewächshaus über die Klimasteuerung beeinflussen. Mithilfe von Pflanzenschutzmitteln wurden in den letzten Jahrzehnten aber auch Probleme bei der Kulturführung unterdrückt.

Obwohl Fachwissen vorliegt, fehlen in vielen Betrieben tatsächlich ausreichende Kenntnisse, um die Kulturfüh-

rung hinsichtlich Substratwahl, Düngung, Bewässerung und Klimasteuerung zu optimieren. Für kleine Betriebe ist es zudem eine Kostenfrage, denn bei einer großen Anzahl verschiedener Kulturen ist es günstiger das gleiche Substrat und den gleichen Dünger für alle Kulturen zu verwenden. Häufig stehen dann verschiedene Kulturen auf kleiner Fläche zusammen. Vor allem in Betrieben mit Investitionsstau ist die technische Ausstattung oft mangelhaft.

Gerade bei der Vorbeugung von Krankheiten durch Regulierung der Luftfeuchte bietet die Klimasteuerung großes Potenzial. In komplexen Anbausystemen kann es jedoch hinsichtlich der Klimasteuerung zu Zielkonflikten kommen, wenn Kulturen und Pflanzenschutzmaßnahmen, wie Nützlinge oder Präparate auf Basis von Mikro-



Abb. 6. Vertikale Applikation von Pflanzenschutzmitteln bei Schnittrosen mithilfe spezieller Technik (Götte)

organismen, unterschiedliche Ansprüche haben (DANNECKER et al., 2002; GONZALEZ et al., 2016).

Eine technische Option ist das Einnetzen der Lüftung gegen zufliegende Schädlinge, die jedoch eine diffizile Klimatechnik mit Zwangsbelüftung erfordert. In neuen hochtechnisierten Gewächshäusern lassen sich zudem Anwendungsaufgaben wie die NZ113 leichter umsetzen. Sinnvoll wäre es, bereits bei der Planung neuer Gewächshäuser die Anforderungen der Kulturen und des Pflanzenschutzes mit einzubeziehen.

Einen Überblick über das Potenzial verschiedener Belichtungstechnik zur Beeinflussung von Pflanzen, Schädlingen und Nützlingen geben VÄNNINEN et al. (2010), JOHANSEN et al. (2011) und SHIMODA & HONDA (2013). Versuche zum Farbsehen von Insekten sind Ausgang für eine Verbesserung der Attraktivität von Fallen für ein LED-Licht unterstütztes Monitoring (STUKENBERG et al.; 2018, STUKENBERG et al., 2020). Bisher gibt es wenige Erfahrungen zum Einfluss des Lichtes auf pilzliche Schaderreger und vorwiegend gegen den Echten Mehltau (z. B. SUTHAPARAN et al., 2016). Diese Verfahren sind noch nicht praxistauglich. Zudem fehlen Ergebnisse auch hinsichtlich der Beeinflussung der Nutzorganismen. An verschiedenen Versuchsstationen werden Versuche zum Einfluss von Lichtspektren mittels LED auf die Morphologie der Pflanzen, vor allem das Potenzial kompaktes Wachstum zu induzieren (Staucheeffekt), durchgeführt (WARTENBERG & DALLMANN, 2016; LUDOLPH, 2019; SEIDEL et al., 2019).

2.6 Hygienemaßnahmen

2.6.1 Hygiene in der Produktion. Zu Hygienemaßnahmen gehören die Unkrautbekämpfung, die Entsorgung überständiger Ware, die vorübergehende Separierung zugekaufter Ware oder Vorkehrungen, um die Verschleppung von Schaderregern im Betrieb zu vermeiden. Sie bedeu-

ten zusätzlichen Aufwand für die Mitarbeiter und haben besonders bei Arbeitsspitzen eine geringe Priorität. Dennoch bilden sie die Grundlage für einen vorbeugenden, erfolgreichen Pflanzenschutz.

Hygiene wird oft falsch verstanden als ‚klinisch sauber‘. Vor allem wenn Nützlinge eingesetzt werden, sind das Bewusstsein und die Erfahrung für ein angemessenes Verhältnis zwischen Schaderreger und Antagonisten wichtig. Sind ausreichend Nützlinge vorhanden, sind zuwandernde Schaderreger ein geringes Problem – sie können sogar zum Erhalt der Nützlingspopulation oder „standing army“ (PARRELLA & LEWIS, 2017) beitragen.

Zur Reduzierung des Infektionsrisikos über Flächen und Geräte werden in den meisten Betrieben Desinfektionsmaßnahmen durchgeführt und ein Grundstandard an Hygiene eingehalten. Desinfektionsmaßnahmen sind in der Regel aufwändig und häufig wird aus Unkenntnis nicht das richtige Maß gefunden – es wird entweder zu viel oder zu wenig desinfiziert.

Im Betrieb muss das Bewusstsein für Hygiene gefördert und Fachkräfte geschult werden, um Maßnahmen sinnvoll abschätzen zu können. Beispielhaft agieren Betriebe, die für zugekaufte Pflanzen „Quarantäne“-Bereiche haben oder Betriebe, die selbst eine regionale Struktur für ihre Jungpflanzenproduktion aufgebaut haben, um eine Einschleppung von Schaderregern zu vermeiden.

2.6.2 Wasserentkeimung. Es gibt eine Reihe von Wasserentkeimungsverfahren, die auch für den gartenbaulichen Bereich geeignet sind. Systeme, bei denen die rezirkulierende Nährlösung am Wurzelraum vorbeigeführt wird (Fließrinne, Anstaubbewässerung usw.), weisen meist ein relativ geringes und nur in bestimmten Fällen (z. B. zu hohes Anstauen, zu langes Anstauen, schlechte Nivellierung, Kontakt mit kranken Pflanzenteilen) ein hohes

Krankheitsrisiko auf. Hingegen besteht bei Verfahren, bei denen der Wurzelraum von der Nährlösung durchströmt wird (NFT Kultur, Steinwollkultur usw.), stets die Gefahr, dass eingeschleppte Krankheitserreger relativ schnell im ganzen Pflanzenbestand verbreitet werden.

Grundsätzlich sind chemische (Chlor, Chlordioxid u. a.) und physikalische Verfahren (Erhitzung, UV-Bestrahlung, Filtration) zu unterscheiden. Nur mit chemischen Verfahren kann eine Wirkung gegen Biofilme im Bewässerungssystem selbst und auf den Kulturflächen durch Zudosierung in den Vorlauf erreicht werden. Für Kulturverfahren mit geringen Mengen an Rücklaufwasser (z. B. Zierpflanzen- und Gemüsebau im Gewächshaus) haben sich vor allem die Verfahren Erhitzen, UV-Bestrahlung und Langsamfiltration bewährt. Chemische Verfahren werden aus Kostengründen vor allem bei großen Rücklaufmengen eingesetzt, z. B. bei der Topfpflanzenproduktion und in Baumschulen. Die Wirkung der Verfahren auf verschiedene Krankheitserreger und ihre Entwicklungs- bzw. Vermehrungsstadien ist sehr unterschiedlich (WOHANKA et al., 2015).

3 Besonderheiten der integrierten Bekämpfung von Schädlingen

3.1 Monitoringsysteme und Entscheidungshilfen

Voraussetzung für eine erfolgreiche und gezielte Bekämpfung ist die Kenntnis der Befallssituation im Bestand. Zum Monitoring verschiedener Schädlingsarten, z. B. Weiße Fliegen oder Trauermücken, dienen verschiedene Fallentypen, wie farbige Klebetafeln oder Phero-

monfallen. Zur Verbesserung des Monitorings mit Klebetafeln werden Kairomone angeboten, wie beispielsweise in dem Produkt Lurem-TR (Koppert Biological Systems). Die Pflanzenschutzdienste Nordrhein-Westfalen und Hamburg berichteten, dass sich mit Lockstoff versehene Leimtafeln im Vergleich mit praxisüblichen Blau- und Gelbetafeln als nicht fängiger erwiesen. Da ohne Mehrwert, setzte sich das Kairomon in Erwerbsbetrieben nicht durch. Sehr häufig werden jedoch Leimbänder oder -rollen eingesetzt, über die selbst ein Massenfang möglich ist (Abb. 7). Solche Fallen sind in der Praxis etabliert, die visuelle Kontrolle ist jedoch extrem aufwändig und wird vor allem bei Arbeitsspitzen vernachlässigt.

Für den Zierpflanzenbau müssen automatisierte Monitoringsysteme entwickelt oder zumindest angepasst werden. Beispielhaft genannt werden hier die Systeme Scoutbox (Firma agrocares, Niederlande), Trapview (Firma TRAPVIEW HQ, Slowenien), Metos iScout (Firma Pessel Instruments, Österreich) und e-GLEEK (Firma Advanee Sarl, Frankreich). Die zu diesen Systemen gehörende Software, mit deren Hilfe die Schad- und Nutzinsekten auf den Leimtafeln automatisiert bestimmt werden sollen, ist noch auf wenige Schaderreger begrenzt und damit sind diese Systeme nur in speziellen Kulturen einsetzbar. BÖCKMANN et. al. (2021a) arbeiten beispielsweise an Algorithmen, die Weiße Fliegen und ihre Gegenspieler unterscheiden sollen. Schwierig ist besonders die Unterscheidung ähnlich aussehender Arten innerhalb einer Gattung, wie sie am Beispiel von *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) und *Bemisia tabaci* (Gennadius) zeigen. Moderne Monitoringverfahren mittels LED-Licht sind erst in der Erforschung (STUKENBERG &



Abb. 7. Gelbes Klebeband zum Monitoring und Abfangen von Schädlingen in einer Topfkultur (Götte)

RECHNER, 2019). Neue Methoden können beispielsweise durch Fangpflanzen, UV-Strahlung (UVA-UVB) oder einer Push-Pull-Strategie mithilfe von LED-Licht unterstützt werden.

Entscheidungshilfe- und Prognosemodelle sollen den Betriebsleiter bei der fachgerechten Entscheidung über Pflanzenschutzmaßnahmen unterstützen (BÖCKMANN & MEYHÖFER, 2015; BÖCKMANN et al. 2021a). In der Entwicklung ist ein Entscheidungshilfeprogramm für den Nützlingseinsatz unter Glas (DSSARTH). Die Praxiserprobung für dieses System, das für stationäre Kulturflächen wie z. B. im Gemüsebau oder in Schnittblumen konzipiert ist, ruht jedoch und eine Aufnahme ist nicht in Sicht (SANDER, ISIP e. V., mündliche Mitteilung). Parallel läuft das Projekt „IPMaide“, dessen Ziel die Entwicklung eines digitalen Assistenzsystems in Form einer (Web)App zur Entscheidungsunterstützung ist (BRANDING et al., 2021). Prognosemodelle sind in landwirtschaftlichen Kulturen für viele Kultur-Pathogen-Systeme verfügbar, beispielsweise über das Portal ISIP, dem Informationssystem für die integrierte Pflanzenproduktion (www.isip.de). Für den Gartenbau gibt es bisher nur wenige Modelle. Im EU-Projekt „Smartprotect“, das derzeit vom Julius Kühn-Institut (JKI) und 15 weiteren europäischen Partnern durchgeführt wird, werden genau die oben genannten Punkte für den Gemüsebau zusammengeführt und getestet (<https://www.smartprotect-h2020.eu/>). Schwerpunkte sind die automatisierte Bestimmung von Schaderregern mithilfe spezieller Algorithmen, innovative Monitoringtechniken und Prognosemodelle. Von diesen Entwicklungen wird hoffentlich auch der Zierpflanzenbau profitieren können.

3.2 Biologisch-integrierter Pflanzenschutz

Pflanzenschutzmittel auf biologischer Basis sind seit langem in der Verwendung. Solche Produkte müssen stärker in die Beratung einbezogen werden, auch zur Unterstützung des Resistenzmanagements. Für eine gezielte Beratung liegen jedoch oft zu wenig Informationen hinsichtlich Anwendungsbedingungen oder Wirkung vor (siehe Kapitel 2.3.1 bis 2.3.3.).

Nützlinge werden bei vielen Zierpflanzenkulturen unter Glas bereits standardmäßig eingesetzt. Ziel muss die Ausweitung auf alle Kulturen im geschützten Anbau sein. Aufgrund der Vielfalt an Kulturen ergeben sich jedoch immer wieder Besonderheiten. Beispielsweise versagen die ansonsten erfolgreichen Raubmilben in Heliborus- und Hortensienkulturen. Zudem hängt die Entwicklung von Nutzorganismen im Pflanzenbestand stark von der Witterung ab. Die Aktivität der Nützlinge ist tageslicht- (z. B. Gallmücken *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.), *Feltiella acarisuga* (Vallot), Schlupfwespen *Encarsia formosa* Gahan, *Aphidius* sp. und Schwebfliegen *Chrysoperla carnea* (Stephens)) und temperaturabhängig. Spinnmilben entwickeln sich bis zu einer Temperatur von ca. 18 °C schneller als die Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Vor allem im Frühjahr oder Herbst ist ein Nützlingseinsatz aus diesen Gründen nur bedingt möglich bzw. wirksam. In einigen Betrieben wer-

den Offene Zuchten oder „Banker Plants“ zur Vermehrung von Nützlingen oder zum Abfangen von Schädlingen verwendet. Beide Verfahren sind sehr arbeits- und kostenintensiv und haben sich daher nicht als Standardverfahren im Erwerbsgartenbau durchgesetzt. Auch gibt es in der Praxis Wissenslücken, zum Beispiel zum guten Umgang mit Nützlingen oder zur Kompatibilität von Nützling und Pflanzenart.

Mehr Bedeutung müssen auch Hygienemaßnahmen im Betrieb erlangen, wenn statt der „chemischen Feuerwehr“ der „vorbeugende Brandschutz“ als Bestandteil des integrierten Pflanzenschutzes umgesetzt wird, auch wenn der Aufwand und die Kosten im Betrieb damit steigen. Allerdings werden in bestimmten Situationen, z. B. wenn keine passenden Nützlinge zur Verfügung stehen, Krankheiten auftreten oder massenhaft Schädlinge zufliegen, Pflanzenschutzmittel benötigt (Abb. 8). Dies betrifft auch einen für uns unerwarteten Effekt des reduzierten Insektizideinsatzes. Insekten, die früher kaum auffielen, da sie von den breiter wirksamen Insektiziden miterfasst wurden, entwickelten sich plötzlich zu bekämpfungswürdigen Schädlingen. Dazu gehören beispielsweise Zikaden- und Wanzenarten. Besondere Probleme bereiten die Kleine Rosenschildlaus *Aulacaspis rosae* (Bouché) und die Maulbeerschildlaus *Pseudaulacaspis pentagona* (Targ.), deren Bekämpfung zurzeit nicht möglich ist (BRENDL, 2013). Befallene Kulturen sind in der Regel unverkäuflich.

Ein sicherer und erfolgreicher integrierter Anbau erfordert folglich wirksame und selektive Pflanzen-



Abb. 8. Blattlausmumien an Schnittrose, unverkäuflich trotz erfolgreichen Nützlingseinsatzes (Richter)

schutzmittel als Feuerwehrmaßnahme zur Sicherung der Qualität. Selektive Mittel kennzeichnen sich durch geringe oder zeitlich begrenzte Nebenwirkungen auf Nutzorganismen aus. In den letzten 10 Jahren standen zur Blattlausbekämpfung integrierbare Insektizide wie PLENUM 50 WG (Pymetrozin), PRIMOR GRANULAT (Pirimicarb) und TEPPEKI (Flonicamid) zur Verfügung. Damit konnte im Frühjahr und Herbst Blattlausbefall resistenzvermeidend bekämpft werden, ohne den Nützlingseinsatz zu gefährden. Inzwischen ist als vollständig integrierbares Mittel nur noch Teppeki zugelassen. Resistenzen sind aufgrund der inzwischen breiten Zulassung in vielen Kulturen zu erwarten und die Genehmigung des Wirkstoffes auf EU-Ebene ist langfristig nicht sicher. Andere Produkte wie SPRUZIT NEU (Pyrethrum und Rapsöl) und ölhaltige Produkte wie MICULA (Rapsöl), PREVAM (Orangenöl) und weitere sind reine Kontaktmittel und damit in ihrer Wirksamkeit begrenzt (siehe Kapitel 2.4). Zudem sind diese Mittel nicht selektiv, sie wirken gleichermaßen gegen die Nützlinge im Bestand. Die gleichen Probleme treten bei der Bekämpfung von Spinnmilben, Thripsen und Weißer Fliege auf. Zukünftig ist ein Verlust weiterer integrierbarer Mittel mit den Wirkstoffen Spinosad, Spirotetramat und Clofentezin zu erwarten.

Der Einsatz von Nützlingen im Freiland hat, vor allem bei Zierpflanzen aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen, Grenzen. Er beschränkt sich daher vorwiegend auf entomopathogene Nematoden, die bei Containerpflanzen auf Stellflächen eingesetzt werden. Bei Kulturen, die nicht vollständig vermarktet werden, sind die Möglichkeiten größer. So hat sich im Ackerbau regional die Ausbringung der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* Westwood gegen den Maiszünsler *Ostrinia nubilalis* (Hübner) etabliert und im Obstbau der Einsatz von Nematoden (KOCH et al., 2019). Im Obstbau können Nützlinge auch, der integrierten Produktion entsprechend, durch die Kenntnis ihrer Biologie oder durch Entscheidungshilfesysteme bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln aktiv geschont werden (BANGELS et al., 2021), ihre Neuansiedlung aus anderen Bereichen gefördert oder sie mittels Blühstreifen angelockt werden (CAHENZLI et al., 2019).

4 Besonderheiten der integrierten Bekämpfung von Krankheiten

4.1 Diagnose als Grundlage für die zielgerichtete Bekämpfung

Zeigen die Pflanzen erste Symptome von Krankheiten, ist eine sichere und schnelle Diagnose für einen zielgerichteten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendig. Die Diagnose dauert je nach Schaderreger bis zu 14 Tagen – zu lange für Betriebe, die für das Einleiten von Bekämpfungsmaßnahmen eine schnelle Bestimmung benötigen. Dies gilt insbesondere, wenn alternative Pflanzenschutzmittel wie Resistenzinduktoren und Mittel auf Basis von Mikroorganismen genutzt werden sollen. Unsicherheit über vorhandene Schaderreger führt zu unnötigen An-

wendungen von Pflanzenschutzmitteln. Einen Überblick über moderne Methoden wie Lab-on-a-chip geben MARTINELLI et al. (2015).

4.2 Herausforderung integrierter Pflanzenschutz

Durch gute Klimasteuerungssysteme und unter der Voraussetzung, dass gesunde Jungpflanzen geliefert werden sowie ausreichend Wissen um die Lebensbedingungen der Schaderreger vorhanden ist, sind in der Regel pilzliche und bakterielle Schaderreger im Gewächshaus ein geringes Problem.

Bisher sind nur wenige Fungizide auf Basis von Mikroorganismen verfügbar. Seit vielen Jahren gibt es gute Erfahrungen mit dem Mittel Contans WG (*Coniothyrium minitans* Campbell) zur Bekämpfung von *Sclerotinia* sp. Andere Mittel, wie Prestop (*C. rosea*) und Serenade ASO (*Bacillus amyloliquefaciens*, ehemals *Bacillus subtilis*), haben erst seit einiger Zeit eine Zulassung in Deutschland. Mit den Mikroorganismen *Trichoderma* sp. und *B. amyloliquefaciens* liegen einige Erfahrungen zur Bekämpfung von Ephemem Mehltau und Grauschimmel (*B. cinerea*) vor. Ihre in der Praxis oft nicht sichere Wirksamkeit scheint von Faktoren abhängig zu sein, die noch nicht vollständig bekannt sind. Insbesondere bei den Produkten, die zur Bekämpfung von Oomyzeten, bodenbürtigen Schaderreger oder Blattfleckererregern eingesetzt werden, fehlen valide Versuchsergebnisse.

Bei besonders zur Resistenzbildung neigenden Schaderregern wie *B. cinerea* sind über die Anforderungen des NAP hinaus Pflanzenschutzmittel aus fünf Wirkstoffgruppen notwendig, um die Bekämpfung insbesondere bei ungünstigen Klimabedingungen im Freiland sicherzustellen.

4.3 Prognosemodelle und Sensortechnik zur Früherkennung

Prognosemodelle sollen dem Anwender dabei helfen, Pflanzenschutzmittel gezielt anzuwenden. Für den Zierpflanzenbau existieren im Gegensatz zum Ackerbau keine praxisverfügbaren Prognosemodelle. Ein erster Anfang wurde mit dem dynamischen Simulationsmodell zur Berechnung primärer Infektionen von *B. cinerea* an Erdbeeren und Alpenveilchen gemacht (Modell SIM-GRAY), das jedoch derzeit nicht weiterverfolgt wird. Die Entwicklung von Prognosemodellen wurde vor einigen Jahren auch im Rahmen des EU-weiten Projektes ‚Gezonde Kas‘ angeregt (www.gezondekas.eu). Bisher wurde jedoch kein Modell bis zur Praxisreife entwickelt.

Auch die Nutzung von Spektalkameras oder Sensortechnik ist Neuland. Optische Sensoren, wie RGB, Chlorophyllfluoreszenz, 3D-Bildgebung, Thermografie und hyperspektrale Kameras, können relevante Pflanzenparameter charakterisieren. Mithilfe von hyperspektralen Kameras ist sogar die Erkennung, Charakterisierung und Differenzierung von Schaderregern im latenten Krankheitszustand möglich (KUSKA & MAHLEIN, 2018; ZHANG et al., 2019). Dennoch sind spezifische Aussagen zur Ursache und Art einer Pflanzenkrankheit für hyperspektrale Verfahren immer noch eine Herausforderung und in

Echtzeit noch nicht realisiert. Das liegt zum einen an der begrenzten räumlichen Auflösung der Sensoren, der geringen Datengrundlage, wie auch der speicherintensiven Datenanalyse und zeitintensiven Auswertungsdauer. Um die Detektion und Identifizierung von Pflanzenkrankheiten in Echtzeit zu realisieren, müssen die jeweils wichtigen spektralen Wellenlängen des Schaderegers herausgefunden werden. Diese Information kann für die Entwicklung von multispektralen Kameras mit selektiver Beleuchtung genutzt werden um die auszuwertende Datenmenge, Auswertungszeit und auch Kosten deutlich zu reduzieren und ein zeitnahes Analyseergebnis zu generieren. Ob solche Systeme jemals für die diversen Kulturen, Schadereger und Kulturverfahren im Zierpflanzenbau realisierbar sind, ist derzeit nicht abzuschätzen.

5 Wuchsregulierung für kompakte Pflanzen

Das Gros der Zierpflanzen wird heute als Massenware über Gartencenter, Supermärkte oder Discounter vertrieben. Topfpflanzen sind ein niedrigpreisiges, standardisiertes Produkt, dessen Lebenslauf vom Produzenten über den Transport in den Handel durchstrukturiert ist. Schon die Logistik per CC-Container im LKW schränken Größe und Form der Pflanzen ein. Beim Discountern wird die Ware zum Verkauf oft nicht mal mehr vom CC-Container heruntergenommen. Aber auch die optische Qualität, die Proportionen der Pflanze betreffend, muss stimmen. So darf die Chrysanthemblüte beispielsweise keinen „Hals“ haben, sondern soll sich direkt über dem

Laub befinden. Mit pflanzenbaulichen Maßnahmen allein ist diese Standardisierung nicht möglich.

5.1 Verfügbarkeit von Hemmstoffen

Mit dem Wegfall von bzw. den Anwendungsbeschränkungen für Chlormequat und andere Wirkstoffe zur Wachstumsregulierung verbleiben der Praxis nur noch Hemmstoffe, die stark in ihren Anwendungsbereichen eingeschränkt sind: Anwendung nur im Gewächshaus, nicht bei blauer/roter Blütenfarbe, nur in gewissen Wachstumsstadien einsetzen etc. In vielen Fällen lassen die Betriebsstruktur und -größe aber keine kulturspezifische Anwendung zu, da in einer Abteilung bzw. einem Betrieb sehr viele Arten und Sorten gleichzeitig produziert werden. Auch ist aufgrund der Vielfalt der Sorten und Arten und die unterschiedlichen Kulturbedingungen die Pflanzenverträglichkeit sehr schwer vorherzusagen. Für den Einsatz von Hemmstoffkombinationen und dem Zusatz von Netzmitteln liegen zu wenig Versuchsergebnisse und Praxiserfahrungen vor.

5.2 Mechanische Wuchsregulierung durch Berührungsreize

Mehrjährige Untersuchungen belegen den Nutzen der Thigmomorphogenese für die Produktion von kompakteren Pflanzen im Gewächshaus. Die dazu notwendigen Berührungsreize können durch Streichelwagen (Abb. 9; RICHTER, 2009), mit druckluftbetriebenen Düsensträngen am Gießwagen (RUTTENSBERGER et al., 2019) sowie mit Vibrationstischen (Versuchsstadium) erzeugt werden. Anschaffungs- und Betriebskosten für diese Einrichtungen sind relativ hoch. Ihre Nutzung ist von der



Abb. 9. Mechanische Wuchshemmung per Streichelwagen im Praxisbetrieb (Richter)

Kultur abhängig, bei empfindlichen, triebbruchgefährdeten Pflanzenarten sind Schäden nicht auszuschließen. Zudem muss diese Techniken mit den betrieblichen Arbeits- und Prozessabläufen abgestimmt werden. Sie wird daher nur in einigen wenigen Spezialbetrieben eingesetzt.

5.3 Coole Klimasteuerung

Klimaregelstrategien, wie Cool Morning oder Negativ Diff, sind bekannte Maßnahmen, um kompaktere Pflanzen zu erhalten. Allerdings funktionieren sie nicht zu allen Jahreszeiten und in allen regionalen bzw. klimatischen Zonen. Während der Wetterverlauf und die Einstrahlungsverhältnisse im Frühjahr in Süddeutschland bei Beet- und Balkonpflanzen zu kompakten Pflanzen führten und der Hemmstoffeinsatz stark reduziert werden konnte, sind die Bedingungen im norddeutschen Raum für die Umsetzung weniger geeignet. Auch kann es zu einem Zielkonflikt mit der Schädlingsbekämpfung kommen, wenn Nützlinge mit der Klimastrategie nicht zurechtkommen. Als nicht ausreichend werden diese Regelstrategien für die Produktion von Termin- und Aktionsware für den LEH angesehen, da es dabei zu Kulturzeitverschiebungen kommen kann. Auch deshalb vertrauen große Produktionsbetriebe eher selten alleine auf diese Maßnahmen.

5.4 Kulturtechnische Maßnahmen

Weitere (unterstützende) Optionen für kompakte Pflanzen sind kulturtechnische Maßnahmen wie Sortenwahl, Trockenhalten, reduzierte Düngung und Substratwahl. Bei der Wahl von kompakt wachsenden Sorten muss bedacht werden, dass diese Sorten nicht nur im Rohpflanzenstadium, sondern auch in ihrem weiteren Lebensverlauf kompakt bleiben und dies nicht immer dem Kundenwunsch nach üppigem Pflanzenwuchs im Balkonkasten entspricht. Trockenhalten und eine reduzierte Düngung (insbesondere P-Düngung) unterstützen zwar kompakteres Wachstum, erhöhen aber auch das Produktionsrisiko, weil die Grenzbereiche sehr eng sind und dies zu einem heterogenen Pflanzenbestand führen kann. In der praxisüblichen wassersparenden Anstau- bzw. Ebbe-/Flutbewässerung ist eine trockene Kulturführung nur bedingt umsetzbar.

5.5 Potenzial der Belichtung

Vielversprechend, aber auch mit noch relativ hohen Investitionen verbunden, ist die LED-Belichtung mit verschiedenen Lichtspektralbereichen zur Beeinflussung der Triebblänge. Dabei spielt sowohl die Kombination der Spektralbereiche (rot-blau) als auch die Variation der natürlichen Tageslänge durch Zusatz- oder Störlicht eine Rolle. Allerdings ist die Reaktion nach bisherigen Untersuchungen (WARTENBERG & DALLMANN, 2016; LUDOLPH, 2019; SEIDEL et al., 2019) sehr sortenspezifisch. Ebenso ist der Effekt der Spektralbereiche auf Insekten, sowohl auf Schaderreger als auch auf Nützlinge, noch nicht geklärt. Praktikable Ansätze für die Praxis sind erst in Zukunft zu erwarten.

6 Handlungsoptionen und Verantwortlichkeiten für den Bereich Produktion

Es gibt eine Vielzahl von Akteuren, die zum Erhalt des Zierpflanzenbaus beitragen können. Sie finden sich bei den Betrieben selbst, in der Beratung, bei Versuchseinrichtungen, in der Forschung. Problematisch sind die strukturellen Unterschiede in den Bundesländern hinsichtlich der Verfügbarkeit von neutraler Beratung und Versuchseinrichtungen. Versuche zum Zierpflanzenbau werden nur noch in wenigen Bundesländer durchgeführt. Trotz der im Vergleich zur Landwirtschaft hohen Wertschöpfung nur der Zierpflanzenbaubetriebe mit fast einer halben Milliarde Euro allein in NRW 2019 (Quelle: Landwirtschaftskammer NRW, Bezirksstelle für Agrarstruktur Düsseldorf/Ruhrgebiet), ist der Gartenbau selten im Fokus der Politik.

6.1 Verfügbarkeit resistenter und gesunder Arten und Sorten

Resistenz und Widerstandsfähigkeit gegenüber Schaderregern müssen zukünftig Kriterien für die Züchtung sein. Forschung und Züchter sind gefragt, gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Letztlich wird, bei reduzierten Pflanzenschutzoptionen, die Verfügbarkeit von gesunden Kulturen und Sorten das Kulturspektrum beeinflussen. Dies bedeutet auch, dass langfristig anfällige Sorten und Kulturen wegfallen bzw. importiert werden.

6.2 Integrierten Pflanzenschutz optimieren

6.2.1 Verfügbarkeit selektiver Pflanzenschutzmittel sichern und erhöhen. Zu diesem Punkt sind Betriebe, Beratung, Zulassungsbehörden aber auch die Politik gefragt. Neben allen anderen Maßnahmen ist es notwendig die Vorgabe des NAP zur Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln zu erreichen (WICK et al., 2018). Die Zulassungsbehörden unterstützen die UAG Lück bei der Schließung von Lücken. Unterstützung der Politik ist notwendig, um alle geltenden Bestimmungen ausschöpfen zu können, mit denen das Zulassungsverfahren zur Schließung von Lücken erleichtert und vereinfacht werden kann (ANONYM, 2020c).

Um Pflanzenschutzmittel optimal anwenden zu können und Resistenzen zu vermeiden, ist erweitertes Wissen in der Praxis hinsichtlich der Lebensbedingungen der Schaderreger erforderlich sowie gutes Wissen über die Pflanzenschutzmittel, ihre Wirkstoffe und Einsatzbedingungen. Für wichtig erachten wir eine stärkere Nachfrage der Praxis für Beratung zum gezielten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im notwendigen Maß und einer optimierten Technisierung für die Ausbringung. Um die Akzeptanz der Maßnahmen in der Gesellschaft zu erhöhen, ist eine gute Öffentlichkeitsarbeit notwendig.

6.2.2 Biologika – Pflanzenschutzmittel mit natürlichen Inhaltsstoffen. Zu diesem Punkt sind Beratung, Zulassungsbehörden, Antragsteller im Zulassungsverfahren und die Forschung gefragt. Biologika müssen stärker in die Beratung einbezogen werden, auch zur Unterstüt-

zung des Resistenzmanagements. Wir sehen es als unsere Aufgabe an, Versuche zur Anwendung zu machen und die Produkte in Strategien einzubinden. Dagegen stehen allerdings die geringen Versuchskapazitäten der Pflanzenschutzdienste. Für neu auf den Markt kommende Produkte mit Mikroorganismen fehlt neben Versuchsergebnissen mitunter die passende Versuchsmethodik. Insbesondere bei den Produkten, die zur Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger oder von Blattfleckenregener eingesetzt werden, fehlen valide Versuchsergebnisse. Von den produzierenden Firmen fordern wir verbindliche Informationen zur Wirksamkeit, Phytotoxizität, Anwendung und Qualität (z. B. technische Broschüren). Benötigt wird außerdem Grundlagenforschung, um die Wirkungsweisen der Mikroorganismen und Resistenzinduktoren besser einschätzen und die Einsatzbedingungen genauer bestimmen zu können.

6.2.3 Pflanzenstärkungsmittel, Biostimulanzien und Grundstoffe. Wirkung und Anwendungsmodalitäten dieser Gruppe von Produkten lassen sich nicht leicht fassen. In manchen Betrieben „wirken“ sie hervorragend, in manchen nicht, in Versuchen gibt es selten statistisch nachweisbare Effekte. Eine Ursache dafür liegt unseres Erachtens nach auch in der Haltung der Anbauer. Wird viel Geld in solche Stoffe investiert, „müssen sie auch wirken“. So bekommt die Kultur eine höhere Aufmerksamkeit, kleine Fehler in der Kulturführung fallen eher auf und werden sofort behoben. Eine andere Ursache, die von den Befürwortern genannt wird, soll die Vitalisierung der Pflanzen in einem ganzheitlichen System sein, in dem alle Bausteine zum Wachstum der Pflanze situationsbezogen optimiert werden. Damit kommt es zu einem Paradigmenwechsel, denn die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels darf erst zu Befallsbeginn oder bei Befallsverdacht erfolgen. Biostimulanzien müssen dagegen im Hinblick auf die Gesunderhaltung vorbeugend und häufig angewendet werden. Auch ist eine Vitalisierung nicht kurzfristig, sondern nur über einen längeren Zeitraum zu erwarten. Der Anbauer soll den Blick wechseln von der (Massen-)Produktion zur (ökologisierten) Kultivierung. Letztlich nähert er sich von zwei Seiten dem gleichen Ziel.

Die pflanzenvitalisierende Wirkung von Biostimulanzien im ganzheitlichen Anbau lässt sich im einfachen System von Infektion und Heilung nicht testen und damit auch nicht beraten. Die Verwendung eines Biostimulanz kann beispielsweise auch einen psychologischen, beruhigenden Effekt auf den Anbauer ausüben. Ein solches System wird zunehmend unübersichtlich und lässt viel Spielraum zur Interpretation. Es lässt auch Spielraum für Anbieter, die unseriös nicht nachvollziehbares und teures „Geheimwissen“ verkaufen.

Handlungsbedarf für die Beratung ist es, Mikroorganismen prioritär in Versuchsprogramme aufzunehmen, soweit möglich Information zu den Grundlagen zu beschaffen, die Versuchsmethodik beispielsweise für Resistenzinduktoren anzupassen und Ringversuche für eine neutrale Beratung durchzuführen. Die Forschung ist

gefragt, wenn es um Grundlagen zum Mikrobiom der Pflanze und den Einfluss, den Mikroorganismen auf die Gesundheit der Pflanzen haben können, geht. Hersteller müssen ihre Produkte standardisieren sowie Inhaltsstoffe und Wirkmechanismen offenlegen. Hilfreich wären Angaben zu den Anwendungsmodalitäten sowie eine Qualitätssicherung hinsichtlich der Inhaltsstoffe.

6.3 Wuchsregulierung optimieren

Die Wirkung von Hemmstoff-Kombination ist nur in Ansätzen und für wenige Kulturen untersucht. Erforderlich sind weitere, möglichst koordinierte Versuche im Gartenbau. Die Entwicklung praktikabler Konzepte, welche die Erprobung der verschiedenen Maßnahmen in den bedeutendsten Kulturen in Versuchsanstalten und in Praxisversuchen, beispielsweise in Modell- und Demonstrations(MuD)-Projekten, beinhaltet, würde die Akzeptanz von alternativen Verfahren und den verantwortungsbewussten Einsatz der verbliebenen Hemmstoffe fördern. Dies würde auch den Wissenstransfer in die Praxis verstärken. Eine finanzielle Förderung solcher Einrichtungen (Streichelwagen/Luftdüsenwagen, LED-Belichtung, eventuell auch Um-/Eindeckungen von Gewächshäusern mit verbesserter Strahlungsdurchlässigkeit) würde die schnellere Einführung in die Praxis unterstützen.

6.4 Technische Entwicklungen fördern

Die Technisierung bzw. Automatisierung wird eine große Rolle bei der Weiterentwicklung und Zukunftsfähigkeit der Betriebe spielen, insbesondere bei der Vorbeugung von Krankheiten durch die Klimatisierung, dem Monitoring der Bestände, der effizienten und gezielten Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln aber auch von Nützlingen oder bei der Umsetzung von Pflanzenschutzauflagen. Technische Weiterentwicklungen sind sowohl in der Entwicklung als auch bei der Implementation in die Betriebe kostenintensiv. Eine gezielte Förderung technischer Maßnahmen seitens der Politik würde sowohl die Einführung als auch die Nutzung in der Praxis erleichtern. Ein erster Schritt wurde durch die Förderprogramme des BMEL für Innovationen im Gartenbau 4.0 und die Förderung von Innovationen nicht-chemischer Pflanzenschutzverfahren getan.

6.4.1 Gewächshaustechnik. Bereits bei der Planung von Gewächshäusern und ihrer Ausstattung, sei es Klimasteuerung, Applikationstechnik oder eine Einnetzung der Lüftung, müssen die Anforderungen an die Gesundheit der Pflanzen beachtet werden. Den Betrieben kann dabei die Beratung hilfreich zur Seite stehen. Bei der Einstellung der Klimasteuerung müssen die Anforderungen der Kultur und der zu bekämpfenden Schaderreger gleichermaßen berücksichtigt werden. Sonst kann es zu einem Zielkonflikt zwischen der Vorbeugung von Schaderregern und der Wuchsregulierung kommen. Für eine auch für den Pflanzenschutz nützliche Klimasteuerung sind genaue Kenntnisse über die in den angebauten Kulturen vorkommenden Schaderreger notwendig. Diese Informa-

tionen liegen weitgehend vor und müssen von der Beratung für die Praxis bereitgestellt und von der Praxis angefordert werden.

6.4.2 Applikationstechnik. Für die Entwicklung von neuer Applikationstechnik sind Kooperationen zwischen den Versuchseinrichtungen und der Industrie notwendig. Für Topfkulturen müssen Verfahren erarbeitet werden, um die Blattunterseite der Pflanzen zu erreichen. Versuche zur Applikationstechnik und Anlagerungsversuche zur Einschätzung der Pflanzenschutzmittel werden bereits in Kooperation von Pflanzenschutzdiensten und dem Julius Kühn-Institut durch- und weitergeführt. In einem zweiten Schritt müssen die erarbeiteten Erkenntnisse in die Praxis überführt werden.

6.4.3 Desinfektion. Um eine sichere Bekämpfung der entsprechenden Schaderreger zu gewährleisten, ist ein einwandfreies Funktionieren der Wasserbehandlungsverfahren erforderlich. Insbesondere bei den chemischen Verfahren ist in der Praxis nicht immer leicht nachzuvollziehen, dass die Zudosierung der Chemikalien korrekt und ausreichend ist. Es fehlt an sicheren, preiswerten Messverfahren für Praxis und Beratung sowie an einer kontinuierlichen Schulung der Anwender zur Funktionskontrolle und zum fachgerechten Einsatz bzw. an einem Service für diesen Bereich.

6.4.4 Entscheidungshilfen für gezielte Pflanzenschutzmaßnahmen. Klassische Monitoringverfahren sind extrem aufwändig und werden vor allem bei Arbeitsspitzen vernachlässigt. Vereinfachte automatisierte und/oder EDV-basierte Kontroll- und Auswertungsverfahren zur Früherkennung eines Befalls sind zwar in der Entwicklung, müssen aber an den Zierpflanzenbau angepasst werden. Gerade für den diversen Zierpflanzenbau und Betriebsleiter, die sich vielfältigen anderen Anforderungen stellen müssen, sind solche Systeme notwendig. Die Entwicklung von Monitoringverfahren und Entscheidungshilfesystemen sollte folglich vorangetrieben werden, auch über drittmittelfinanzierte Projekte.

6.5 Diagnose als Grundlage für die zielgerichtete Bekämpfung von Krankheiten

Aufgrund des hohen und noch steigenden Aufwandes bei Import- und Exportkontrollen im Rahmen der Pflanzengesundheit (Verordnung (EU) 2016/2031) sind in vielen Bundesländern Laboruntersuchungen zur Diagnose von Schaderregern bei Zierpflanzen teilweise nur noch eingeschränkt möglich. Die Forschung ist gefragt, schnelle und sichere Diagnosewerkzeuge für Krankheiten in einem Pflanzenbestand zu entwickeln, die auch latent vorhandene Schaderreger anzeigen. Zerstörungsfreie Diagnoseverfahren sowie Techniken, mit denen in kurzer Zeit eine große Anzahl an Pflanzen geprüft werden kann – ähnlich einem ‚Food Scanner‘ aus dem Lebensmittelbereich – würden den Einkauf gesunder Jungpflanzen sicherstellen, das Risiko der Verbreitung von Schaderregern zwischen den Betrieben vermindern und einen gezielten

Einsatz von vorbeugend wirkenden Produkten ermöglichen.

Das Potenzial einer Belichtung durch LEDs mit speziellen Lichtspektren auf Pflanzen und pflanzenrelevante Insekten sind noch nicht bekannt. Hier sind weitere Untersuchungen und Versuche notwendig.

6.6 Fachkräfte entscheiden über Erfolg

Nicht zuletzt benötigen die Gartenbaubetriebe Personal mit guter Fachkenntnis. Fachkräfte spielen eine entscheidende Rolle für einen erfolgreichen Pflanzenschutz. Sie können einen Befall frühzeitig erkennen, ihn einschätzen und Maßnahmen ergreifen. Sie haben ein Bewusstsein für Hygiene und sind geschult, alle notwendigen Maßnahmen sinnvoll abzuschätzen. Kompetente Kultivateure können unter Einbezug dieser Maßnahmen marktkonforme Produkte produzieren. Die Organisation und Verantwortlichkeiten im Betrieb müssen dafür klar und eindeutig strukturiert sein. Aufgrund der hohen Anforderungen der Produktion sind vereinfachte automatisierte Verfahren, digitale Werkzeuge und der Wissenstransfer aus der Forschung in die Betriebe unerlässlich.

Fachkräfte benötigen dazu eine gute Aus- und Fortbildung sowie Schulungen zu den Grundlagen des Pflanzenschutzes und regelmäßige Fortbildungen. In Zeiten von Fachkräftemangel ist es Aufgabe des Verbands bzw. des Berufsstandes, um Arbeitskräfte zu werben, sie auszubilden, fortzubilden und auf gute Arbeitsbedingungen zu achten.

Notwendig sind die Bereitstellung von neutralem Informationsmaterial zu kulturspezifischen Schaderregern, eine entsprechende Betriebsberatung, Hilfe bei der Entscheidung über Maßnahmen, Fortbildungsveranstaltungen und eine intensive und moderne Öffentlichkeitsarbeit.

6.7 Potenzial neuer Medien nutzen

Für den Wissenstransfer müssen neben der persönlichen Beratung auch neue Medien insbesondere für junge Betriebsleiter/-nachfolger einbezogen werden. Zu klären ist welche Medien geeignet sind, Aktuelles oder Neues an die Praxis zu vermitteln: Wie kann hier Interesse geweckt und Wissen vermittelt werden? Wen will ich mit welchen Medien erreichen? Wie funktioniert das technisch, wie betreue ich das langfristig? Wie kann ich Präsenz zeigen und Kunden binden? Welche Werkzeuge sind zu entwickeln? Ziel digitaler Kommunikationsmedien kann es auch sein, Zeit und Wege einzusparen. Verschiedene Medien werden hier beispielhaft genannt:

- YouTube als Informationsbasis z. B. mit Anleitungen für Basiswissen wie Monitoring oder Nützlingsausbringung
- Instagram: Junge Betriebsleiter aktuell mit Kurznachrichten informieren!
- Foren (z. B. OpenOLAT) zur Diskussion und zum zeitnahen Austausch von Informationen samt Medien (pdf, jpg)

7 Im Dialog mit dem Handel über einen nachhaltigen Anbau

Der Produzent steht vor unterschiedlichen Anforderungen, die er kaum gleichzeitig erfüllen kann. Dies ist auf der einen Seite die Nulltoleranz des Handels für Schädlinge, Nützlinge, Lästlinge und Rückstände sowie handelskonforme Ware. Auf der anderen Seite steht das durch den Handel über das schon knappe gesetzlich erlaubte Maß hinaus beschränkte Portfolio verwendbarer Pflanzenschutzmittel, um beispielsweise den „Bestäuberschutz“ als Vermarktungsvorteil nutzen zu können. Diesen Zielkonflikt kann der Produzent alleine nicht auflösen.

Einschränkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen über die gesetzlichen Anforderungen hinaus stellen enorme Herausforderungen an die deutschen Zierpflanzenproduzenten, die sich im Wettbewerb mit europäischen und außereuropäischen Marktbegleitern befinden. Um Entscheidungsgremien im Handel und gesellschaftlichen Meinungsträgern zu verdeutlichen, welche zum Teil existenzbedrohenden Konsequenzen solche Entscheidungen nach sich ziehen und wie sie dennoch bestmöglich umgesetzt werden können, sind Anstrengungen und Strukturen erforderlich, damit Berufsverbände und Gartenbauunternehmen mit Behörden und Organisationen in den Austausch treten können.

Die gärtnerische Praxis benötigt ausreichend Übergangszeiten und alternative Optionen, um sich ohne gravierende Einbußen und mit Planungssicherheit anpassen zu können. Dazu kommt, dass alternative Maßnahmen, wie der teurere biologische Pflanzenschutz, nicht honoriert werden. Es wäre förderlich, wenn sich die Organisationen des Handels (z. B. Vermarktungsorganisationen, Systemhandel, LEH) an diesem Dialog beteiligen, damit angemessene Qualitätsstandards und Lieferanforderungen entwickelt, formuliert und umgesetzt werden können. Letztlich sollte der Handel seine Qualitätsanforderungen und seine Preispolitik kritisch überdenken.

Die „Zentrale Koordination Handel Landwirtschaft“ (Koordinationszentrale), gegründet und getragen vom Handelsverband Deutschland e. V., dem Deutschen Bauernverband e. V. sowie dem Deutsche Raiffeisenverband e. V. im März 2021 könnte ein Beispiel dafür sein (<https://www.raiffeisen.de/einrichtung-einer-zentrale-koordination-handel-landwirtschaft-zur-grundlegenden-verbesserung-der>).

8 Folgerungen und politischer Handlungsbedarf

8.1 Im Dialog mit Behörden im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel

8.1.1 Verfahren der Zulassungserweiterungen umsetzbar gestalten. Das Zulassungsverfahren hat heute einen hohen Grad an Komplexität erreicht. Durch die steigenden Anforderungen an den Schutz von Anwendern, Arbeitern, Verbrauchern und der Umwelt werden auch stetig neue Anforderungen für zusätzliche Daten an die

Antragsteller gestellt. Die Beantragung von Zulassungserweiterungen für die wenig lohnenden Sonderkulturen hat sich auf den öffentlichen Bereich (Pflanzenschutzdienste) verschoben. Und eben diese Pflanzenschutzdienste, die als Vertreter der UAG Lück Anträge auf Zulassungserweiterung nach Art. 51 der EU VO 1107/2009 stellen, sehen sich den Anforderungen durch die Komplexität und Intransparenz des Verfahrens und den Entscheidungen der Behörden nicht mehr gewachsen. Zusätzliche Studien, wie z. B. zur Arbeiterexposition, können sie nicht finanzieren. So werden Anträge aufgrund fehlender Daten negativ beschieden. Die Kommunikation mit den Zulassungsbehörden bedarf der Verbesserung. Ebenso sollte die Kommunikation zwischen den Pflanzenschutzdiensten verbessert werden, trotz Föderalismus, aufgrund mangelnder Ressourcen. Gleiches gilt, je nach Organisationsform, für die Kommunikation zwischen den Pflanzenschutzdiensten und der Beratung. Es müssen alle Möglichkeiten genutzt werden, dass Verfahren der Zulassungserweiterung praktikabel zu gestalten.

Nicht zuletzt würde eine weitergehende Harmonisierung in der europäischen Gesetzgebung zum Pflanzenschutz und in den Kontrollen zur Umsetzung den Wettbewerbsdruck für den deutschen Zierpflanzenbau verringern und seine Entwicklungsperspektiven positiver gestalten.

Auch Grundstoffe unterliegen dem Pflanzenschutzrecht. Zwar werden sie von der EU nur gelistet, doch die dafür notwendigen, umfangreichen Datenanforderungen gehen weit über die Kapazitäten von Pflanzenschutzdiensten hinaus. Werden sie von der Politik als ernsthafte Alternative zu Pflanzenschutzmitteln angesehen, muss das Verfahren zur Listung deutlich vereinfacht und transparent gestaltet werden.

8.1.2 Indikationen für den Praktiker anwendbar gestalten.

Die Anwendungsbedingungen zugelassener Pflanzenschutzmittel sind heute detailliert festgelegt. Die steigenden Anforderungen an den Schutz von Anwendern, Arbeitern, Verbrauchern und der Umwelt haben zusätzlich zu einer immer komplexeren und komplizierteren Fassung von Auflagen und Anwendungsbestimmungen geführt, die mitunter nicht verständlich, nicht nachvollziehbar oder in der Praxis gar nicht umsetzbar sind. Zu berücksichtigen sind außerdem Nebenwirkungen auf Nutzorganismen. Insbesondere in kleinstrukturierten Familienbetrieben mit viel Handarbeit ist eine gesetzeskonforme Umsetzung der Auflagen schwierig. Bei bis zu 200 Zierpflanzengattungen und -arten und bis zu 1.000 verschiedenen Sorten in einem Betrieb, die zwar zu unterschiedlichen Zeiten blühen und damit verkaufsfertig sind, aber gleichzeitig von Schaderregern befallen werden, ist das eine enorme fachliche, zeitliche und organisatorische Herausforderung.

8.2 Projektförderung

An vielen Beispielen wurden die komplexen Anforderungen an den Pflanzenschutz bei Zierpflanzen dargestellt. Alternative Maßnahmen zum Pflanzenschutz sind erst in der Ent-

wicklung oder noch sehr teuer. Wirtschaftlich erfolgreich kann aber nur eine integrierte Pflanzenschutzstrategie sein, die auf vielen Füßen steht. Die meisten Anforderungen betreffen in ähnlicher Form alle Sonderkulturen. Sie können nur durch eine kontinuierliche und nachhaltige Projektförderung bewältigt werden. Primäre Themen sind:

- Informationen zu Biologika, Biostimulanzien und Grundstoffen erarbeiten
- Diagnose mit neuen, modernen Werkzeugen verbessern
- Verfahren zum automatisierten Monitoring weiterentwickeln und erproben
- Entscheidungshilfen und Prognosemodelle weiterentwickeln und erproben
- Potential der Klimastrategien zur Vorbeugung von Krankheiten und Schädlingen/Nützlingen erforschen
- Moderne Kommunikationswege beschreiben

In einem späteren Schritt werden das Potenzial der LED-Belichtung und von speziellen Eindeckungsmaterialien für die Kulturführung dazu kommen. Von elementarer Bedeutung ist es, den Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis zu gewährleisten. Oftmals werden wissenschaftliche Erkenntnisse und Innovationen nicht weiterverfolgt und nicht in die Praxis umgesetzt bzw. technische Innovationen nicht bis hin zur Praxis-/Marktreife entwickelt und können so von der Praxis nicht genutzt werden, die Entwicklungen bleiben ‚stecken‘.

8.3 Strukturwandel als unabwendbare Folge?

Die hohen Investitionen für moderne Gewächshäuser mit entsprechender Klimasteuerung, für technische Maßnahmen zur Wuchsregulierung, für automatisierte Monitoringverfahren und Applikationstechnik werden den Strukturwandel hin zu größeren Betrieben mit wenigen Kulturen weiter fördern. Auch Auflagen zum Anwender- und Arbeiterschutz können in großen, hochtechnisierten Betrieben eher eingehalten werden, da die Arbeiter seltener Körperkontakt mit den Kulturen haben (Abb. 10). Unternehmens- und Kulturvielfalt werden damit systembedingt schwinden.

Danksagung

Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der beiden Sitzungen des DPG-Arbeitskreises Gemüse und Zierpflanzen aus den Pflanzenschutzdiensten, der Gartenbauberatung, der angewandten Forschung und sonstigen Institutionen für die regen Diskussionen ohne die diese Übersicht nicht entstanden wäre.

Erklärung zu Interessenskonflikten

Wir sind Mitarbeiterinnen der Landwirtschaftskammer NRW im öffentlichen Dienst. Für diese Publikation gab es keine finanzielle Unterstützung.



Abb. 10. Automatisierter Transport von Topfpflanzen im Gewächshaus mittels Transportband (Götte)

Literatur


- ANONYM, 2013a: Verordnung (EU) Nr. 284/2013 der Kommission vom 1. März 2013 zur Festlegung der Datenanforderungen für Pflanzenschutzmittel gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln.
- ANONYM, 2013b: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 100 p.
- ANONYM, 2016: Bericht über ein Audit in Deutschland, 29. Februar – 4. März 2016, Bewertung des Systems für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. DG(SANTE) 2016-8780 – MR.
- ANONYM, 2017: Destatis - Statistisches Bundesamt: Fachserie 3 Reihe 3.1.6, Landwirtschaftliche Bodennutzung – Anbau von Zierpflanzen.
- ANONYM, 2020a: Umsatz im Gesamtmarkt Blumen und Pflanzen in Deutschland in den Jahren von 2005 bis 2019; Access: 07. Januar 2021, URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/206256/umfrage/umsatz-umsatz-mit-blumen-und-pflanzen/>.
- ANONYM, 2020b: Produktionswert von Blumen und Zierpflanzen in der Landwirtschaft in Deutschland in den Jahren 2004 bis 2018. Access: 07. Januar 2021, URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/181049/umfrage/produktionswert-von-blumen-und-zierpflanzen-in-deutschland-seit-2004/>.
- ANONYM, 2020c: Bericht der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat: Bewertung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen. Brüssel 25. Mai 2020.
- BANGELS, E., A. ALHMEDI, W. AKKERMANS, D. BYLEMANS, T. BELIEN, 2021: Towards a knowledge-based decision support system for integrated control of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*, with maximal biological suppression by the parasitoid *Aphelinus mali*. Insects, **12** (479), DOI: 10.3390/insects12060479.
- BMEL, 2019: Diskussionspapier Ackerbaustrategie 2035 – Perspektiven für einen produktiven und vielfältigen Pflanzenbau. 68 p.
- BÖCKMANN, E., R. MEYHÖFER, 2015: AEP - Eine automatische Entscheidungshilfe-Software für den integrierten Pflanzenschutz. Gesunde Pflanzen **67**, 1-10, DOI: 10.1007/s10343-014-0332-y.
- BÖCKMANN, E., A. PFAFF, M. SCHIRRMANN, E. PFLANZ, 2021a: Rapid and low-cost insect detection for analysing species trapped on yellow sticky traps. Scientific Reports **11**, 10419, DOI: 10.1038/s41598-021-89930-w.
- BÖCKMANN, E., Th. THIEME, Th. BRAND, R. SCHMIDT, D. SCHENKE, 2021b: Wirkstoffanlagerungen auf Blattober- und -unterseite sowie Auswirkungen auf die Wirksamkeit am Beispiel verschiedener Zierpflanzen in Abhängigkeit von Düsentyp und Netzmittelzugabe. Journal für Kulturpflanzen, **73** (1), 9-20, DOI: 10.5073/JfK.2021.01-02.01.
- BRANDING, J., D. VON HÖRSTEN, E. BÖCKMANN, I. BISUTTI, R. MEYHÖFER, B. GRUPPE, D. JAHNCKE, D. MENTRUP, J.-K. WEGENER, 2021: Verbundprojekt IPMaide: Sensorbasiertes Monitoring und Entscheidungshilfe für den integrierten Pflanzenschutz in Gewächshauskulturen. Julius-Kühn-Archiv 467, 392.
- BRENDEL, E., 2013: The effect of linseed oil on rose scale *Aulacaspis rosae* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae) in greenhouse grown rose crops as an alternative pest management strategy. Gesunde Pflanzen **65** (2), 73-77, DOI: 10.1007/s10343-013-0296-3.
- BRIELMAIER-LIEBETANZ, U., E. IDCZAK, 2012: Testung von *Impatiens walleriana*-Sorten auf Anfälligkeit für *Plasmopara obducens*. Journal für Kulturpflanzen, **64** (5), 145-149, DOI: 10.5073/JfK.2012.05.01.
- CAHENZLI, A., L. SIGSGAARD, C. DANIEL, A. HERZ, L. JAMAR, M. KELDERER, S. KRAMER JACOBSEN, D. KRUCZYŃSKA, S. MATRAY, M. PORCEL, M. SECKECKA, W. ŚWIERGIEL, M. TASIN, J. TELFNER, L. PFIFFNER, 2019: Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards – A pan-European study. Agriculture, Ecosystems & Environment, **278**, 43-53, DOI: 10.1016/j.agee.2019.03.011.
- DANNECKER, R., U. FRANZKE, T. PILZ, 2002: Möglichkeiten und Notwendigkeit der Luftentfeuchtung im Gewächshaus: KI Luft- und Kältetechnik, **38** (8), 377-382.
- DAUGHTREY, M., R. BUITENHUIS, 2020: Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Ornamentals. In: GULLINO M., ALBAJES R., NICOT P. (eds) *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Plant Pathology in the 21st Century, Vol. 9. Springer, Cham., DOI: 10.1007/978-3-030-22304-5_22.
- GAO, Y., Z. LEI, S.T. REITZ, 2012: Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. Pest Management Science, **68** (8), 1111-1121, DOI: 10.1002/ps.3305.
- GONZALEZ, F., C. TKACZUK, M.M. DINU, Z. FIEDLER, S. VIDAL, E. ZCHORI-FEIN, G.J. MESSELINK, 2016: New opportunities for the integration of microorganisms into biological pest control systems in greenhouse crops. Journal of Pest Science **89**, 295-311, DOI: 10.1007/s10340-016-0751-x.
- GÖTTE, E., M. RYBAK, 2011: Möglichkeiten der Bekämpfung des Kalifornischen Blüthenripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande) mit nachgewiesener Insektizidresistenz in Schnittrosen unter Glas. Gesunde Pflanzen **62**, 117-123, DOI: 10.1007/s10343-010-0229-3.
- JOHANSEN, N.S., I. VÄNNINEN, D.M. PINTO, A.I. NISSINEN, L. SHIPP, 2011: In the light of new greenhouse technologies: 2. Direct effects of artificial lighting on arthropods and integrated pest management in greenhouse crops. Annals of Applied Biology, **159** (1), 1-27, DOI: 10.1111/j.1744-7348.2011.00483.x.
- KNEWITZ, H., H. KOCH, F. LEHN, 2003: Einsatz eines Düsenverbandes und flächenbezogene Dosierung bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gewächshaus. Gesunde Pflanzen **55**, 70-76, DOI: 10.1046/j.1439-0345.2003.02090.x.
- KOCH, E., A. HERZ, R.G. KLEESPIES, A. SCHMITT, D. STEPHAN, J.A. JEHL, 2019: Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2018, Berichte aus dem Julius Kühn-Institut (JKI) **203**. DOI: 10.5073/berjki.2018.203.000.
- KUSKA, M.T., A.-K. MAHLEIN, 2018: Aiming at decision making in plant disease protection and phenotyping by the use of optical sensors. European Journal of Plant Pathology **152**, 987-992, DOI: 10.1007/s10658-018-1464-1.
- LUDOLPH, D., 2019: LED-Belichtung im Zierpflanzenbau. Bundesberatertagung Zierpflanzenberatung, Veitshöchheim, <https://www.hortigate.de/bericht?nr=80758>.
- LWG, 2019: Abschlussbericht Forschungsprojekt „Ressourcenschonender Fruchtgemüseanbau im erdelosen Anbau im Gewächshaus mit größtmöglicher Rückstandsreduktion“. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, URL: https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenbau/dateien/2019_lwg-ief_abschlussbericht_fruchtgemu%C3%BCse_im_erdelosen_verfahren.pdf.
- MARTINELLI, F., R. SCALENGHE, S. DAVINO, S. PANNO, G. SCUDERI, P. RUISI, P. VILLA, D. STROPPIANA, M. BOSCHETTI, L.R. GOULART, C.E. DAVIS, A.M. DANDEKAR, 2015: Advanced methods of plant disease detection. A review. Agronomy for Sustainable Development **35** (1), 1-25, DOI: 10.1007/s13593-014-0246-1.
- MATYJASZCZYK, E., 2018: „Biorationals“ in integrated pest management strategies. Journal of Plant Diseases and Protection, **125**, 523-527, <https://doi.org/10.1007/s41348-018-0180-6>
- NARANJO, S.E., P.C. ELLSWORTH, G.B. FRISVOLD, 2015: Economic Value of Biological Control in Integrated Pest Management of Managed Plant Systems. Annual Review of Entomology **60**, 621-645, DOI: 10.1146/annurev-ento-010814-021005.
- OPITZ, L., K. REIß, J. LUCKHARD, 2018: Applikationstechnik im Zierpflanzenbau – Praxisprobleme und Lösungsansätze, Julius-Kühn-Archiv **461**, 315-316.
- PARRELLA, M., E. LEWIS, 2017: Biological Control in Greenhouse and Nursery Production: Present Status and Future Directions. American Entomologist **63** (4), 237-250, DOI: 10.1093/ae/tmx010.
- PILKINGTON, J.L., G. MESSELINK, J.C. VAN LENTEREN, K. LE MOTTEE, 2010: Protected Biological Control – Biological pest management in the greenhouse industry. Biological Control **52** (3), 216-220, DOI: 10.1016/j.biocontrol.2009.05.022.
- RASPEL, S., E. GÖTTE, E. RICHTER, F. KLOSE, P. SELL, 2006: Langzeitkosten des biologisch-integrierten Pflanzenschutzes mit Nützlingen in Schnittrosen. Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes **58** (7), 174-180.
- RICHTER, E. (Ed.), 2009: Nützlingseinsatz im Zierpflanzenbau unter Glas – Handbuch zum praktischen Arbeiten. DPG Spectrum Phyto-medizin, 327 p. ISBN: 978-3-941261-04-4.
- RUTTENSBERGER, Ü., M.-A. SPARKE, J. WÜNSCHE, C. HINTZE, 2019: Optimierung thigmomorphogenetischer Effekte für die alternative Wuchsregulierung von Topfkulturen durch Einsatz luftgesteuerter Reize. Abschlussbericht, 55 p., URL: www.orgprints.org/36330/.
- SCHMIDT, R., E. GÖTTE, P. DETZEL, G. KÖHLER, D. SCHENKE, Th. THIEME, 2016: Etablierung von Methoden zur Analyse der Resistenz von Schaderregern des Gartenbaus gegen Pflanzenschutzmittel. Julius-Kühn-Archiv **454**, 224.
- SEIDEL, H., Th. SCHNEIDER, E.-M. GEIGER, 2019: Bei der Mandevilla-Topfkultur können LED-Belichtungsstrategien die Rankenbildung ähnlich wie Hemmstoffbehandlungen und Stützen vermeiden. Versuche im deutschen Gartenbau 2019. URL: <https://www.hortigate.de/bericht?nr=82619>.
- SHIMODA, M., K. HONDA, 2013: Insect reactions to light and its applications to pest management. Applied Entomology and Zoology **48**, 413-421, DOI: 10.1007/s13355-013-0219-x.

- SHIPP, L., N. JOHANSEN, I. VÄNNINEN, R. JACOBSON, 2011: Greenhouse Climate: an Important Consideration when Developing Pest Management Programs for Greenhouse Crops. *ISHS Acta Horticulturae* **893**, DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.893.8.
- STUKENBERG, N., N. AHRENS, H.-M. POEHLING, 2018: Visual orientation of the black fungus gnat, *Bradysia diarmis*, explored using LEDs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **166** (2), 113–123, DOI: 10.1111/eea.12652.
- STUKENBERG, N., O. RECHNER, 2019: Möglichkeiten der lichtbasierten Kontrolle von herbivoren Insekten im Gartenbau. Symposium zum nicht-chemischen Pflanzenschutz im Gartenbau BMEL, Berlin. 28. und 29. Mai 2019, Access: 08. Januar 2021, URL: [https://www.julius-kuehn.de/gf/tagungsbeitraege/symposium-nicht-chemischer-ps/\(https://www.youtube.com/watch?v=ZTyNMzxxh6lg\)](https://www.julius-kuehn.de/gf/tagungsbeitraege/symposium-nicht-chemischer-ps/(https://www.youtube.com/watch?v=ZTyNMzxxh6lg)).
- STUKENBERG, N., M. PIETRUSKA, A. WALDHERR, R. MEYHÖFER, 2020: Wavelength-Specific Behavior of the Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis*): Evidence for a Blue-Green Chromatic Mechanism. *Insects*, **11**, 423, DOI: 10.3390/insects11070423.
- SUTHAPARAN, A., K.A. SOLHAUG, N. BJUGSTAD, H.R. GISLERØD, A. STENSVAND, 2016: Suppression of Powdery Mildews by UV-B: Application Frequency and Timing, Dose, Reflectance, and Automation. *APS Publications, Plant Disease*, **100** (8), 1643-1650, DOI: 10.1094/PDIS-12-15-1440-RE.
- VÄNNINEN, I., D.M. PINTO, A.I. NISSINEN, N.S. JOHANSEN, L. SHIPP, 2010: In the light of new greenhouse technologies: 1. Plant-mediated effects of artificial lighting on arthropods and tritrophic interactions. *Annals of Applied Biology*, **157** (3), 393-414, DOI: 10.1111/j.1744-7348.2010.00438.x.
- VAN OOSTEN, M.J., O. PEPE, S. DE PASCALE, S. SILLETTI, A. MAGGIO, 2017: The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* **4**, 5 p., DOI: 10.1186/s40538-017-0089-5.
- WARTENBERG, S., M. DALLMANN, 2016: LED-Belichtung von unten hatte starke Auswirkungen auf den Habitus. Versuche im deutschen Gartenbau. URL: <https://www.hortigate.de/bericht?nr=69757>.
- WICK, M., E. RICHTER, F. WALDOW, K. HAAK, F. GELLENTHIN, 2018: Zum Stand der Umsetzung der Vorgaben im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für den Bereich Lückenindikationen. *Journal für Kulturpflanzen* **70** (7), 218-225, DOI: 10.1399/JfK.2018.07.02.
- WOHANKA, W., O. DOMKE, J. SCHMITT, 2015: Entkeimung von Nährlösung oder Gießwasser – Verfahren, Einsatzbereiche und Bewertung. *KTBL Arbeitsblatt* 0738, 10 p.
- ZHANG, J., Y. HUANG, R. PU, P. GONZALEZ-MORENO, L. YUAN, K. WU, W. HUANG, 2019: Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, **165**, DOI: 10.1016/j.compag.2019.104943.
- ZBG (Hrsg.), 2020: Kennzahlenvergleich für den Betriebsvergleich im Gartenbau, 2020. Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V. **63**, 185 p., URL: <https://www.zbg.uni-hannover.de/de/betriebsvergleich-gartenbau/auswertung/betriebswirtschaftliche-kennzahlen/>.

© Der Autor/Die Autorin 2021.

 Dies ist ein Open-Access-Artikel, der unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0) zur Verfügung gestellt wird (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).

© The Author(s) 2021.

 This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).