Journal für Kulturpflanzen, 68 (2). S. 25–37, 2016, ISSN 1867-0911, DOI: 10.5073/JfK.2016.02.01 Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart

Originalarbeit

Dietmar Roßberg*

Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau

Survey on application of chemical pesticides in agriculture

Zusammenfassung

Seit 2011 werden statistische Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau durchgeführt. Diese Aktivitäten beruhen auf gesetzlichen Vorgaben der EU und der Bundesrepublik Deutschland. Für fünf Kulturen (Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Mais und Kartoffeln) wurde ein Netz von Erhebungsbetrieben (Panel) aufgebaut, in denen jährlich die PSM-Anwendungsdaten detailliert erfasst und in anonymisierter Form an das Julius Kühn-Institut (JKI) weitergeleitet werden.

Alle Erhebungen und Auswertungen beziehen sich auf die Bundesrepublik Deutschland. Die Verteilung der Panel-Betriebe erfolgte proportional zur Verteilung der Anbauflächen der betrachteten Kulturen bezogen auf die Bundesländer.

In der Veröffentlichung werden die Ergebnisse der Erhebungen aus den Jahren 2011 bis 2014 dargestellt und kommentiert. Während die Pflanzenschutzintensität in der Wintergerste und im Mais im Berichtszeitraum im Wesentlichen auf einem konstanten Niveau verblieb, war im Winterweizen und Winterraps ein leichter Anstieg der Pflanzenschutzaktivitäten zu verzeichnen. Bei Kartoffeln unterlagen die berechneten Kennziffern, wie erwartet, jahresbedingten Schwankungen.

Für die Zukunft wird ein weiterer leichter Anstieg der Werte für Behandlungshäufigkeit und Behandlungsindex in der Mehrzahl der Kulturen erwartet.

Stichwörter: Pflanzenschutz, statistische Erhebung, Behandlungsindex, PAPA, Ackerbau

Abstract

Statistical surveys of the application of plant protection products (PPP) in agriculture have been carried out since 2011. These activities are based on statutory regulations of the EU and the Federal Republic of Germany. A network of survey farms (panel) was established for five crops (winter wheat, winter barley, winter oilseed rape, maize and potatoes), in which the PPP application data are recorded in detail annually. The data are forwarded in an anonymised form to the Julius Kühn-Institute (JKI).

All surveys and analyses relate to the Federal Republic of Germany. The distribution of the panel farms was proportional to the distribution of growing areas of considered cultures.

The results of the surveys from 2011 to 2014 are presented and discussed in this publication. While the use of chemical plant protection products for the cultivation of winter barley and maize remained at a constant level during the reporting period, a slight increase was observed for winter wheat and winter rape. By contrast, the calculated indicators for potatoes showed annual fluctuations, as expected. A further slight increase is expected in val-

* unter Mitwirkung von: Stefania Kupfer, Gerhard Schröder (beide Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Brandenburg), Stephan Weigand, Michael Zellner (beide Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), Joachim Weinert, Stefan Krüssel und Dirk M. Wolber (alle Landwirtschaftskammer Niedersachsen)

Institut
Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

Kontaktanschrift
Dr. Dietmar Roßberg, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: dietmar.rossberg@jki.bund.de

Zur Veröffentlichung angenommen
18. Dezember 2015

ues of the application frequency and of the treatment index for the majority of cultures in future.

Key words: Plant protection, statistical survey, treatment index, PAPA, agriculture

Einleitung

Ende des Jahres 2009 ist das so genannte Pflanzenschutzpaket der EU in Kraft getreten. Dazu gehört auch die Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden (Statistikverordnung). Diese fordert unter anderem die Gewinnung von Daten über die landwirtschaftliche Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und deren Übermittlung an die Kommission (KOM). In Deutschland ist dafür das Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) zuständig (vgl. Pflanzenschutzgesetz, § 21). Ziel bei der Konzipierung und Umsetzung der entsprechenden statistischen Erhebungen war und ist es, neben der Erfüllung der Anforderungen der oben genannten EU-Verordnung auch den Informationsansprüchen des Nationalen Aktionsplanes zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) zu genügen. Außerdem sollten die Kosten für die Informationsgewinnung so gering wie möglich gehalten und unnötige (vor allem bürokratische) Mehrbelastungen für die Landwirte vermieden werden. Seit 2011 werden die Erhebungen unter dem Namen PAPA (Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) jährlich durchgeführt (Rossberg, 2013). Vorher firmierten ähnliche Erhebungen im Bereich der Sonderkulturen (Obstbau-, Gemüse- und Weinbau sowie Hopfen) und in Zuckerrüben unter dem Namen NEPTUN (vgl. Literaturverzeichnis in Rossberg, 2013).

Methodik

Im Rahmen des nationalen Aktionsplanes wurde ab 2007 ein Netz von „Vergleichsbetrieben“ für den Ackerbau, Obst-, Gemüse-, Wein- und Hopfenbau durch das JKI in enger Kooperation mit den Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer aufgebaut und betrieben (Freier, 2013). Die in diesem Vergleichsbetriebsnetz erhobenen Daten zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) sind auch Bestandteil der PAPA-Erhebungen. Die Anzahl der Vergleichsbetriebe reicht aber nicht aus, um den erforderlichen Stichprobenumfang abzudecken. Deshalb ist es notwendig, diesen Datenpool für die betrachteten Kulturen (Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Mais und Kartoffeln) durch PSM-Anwendungsdaten aus weiteren, anderen Betrieben (z.T. erheblich!) zu ergänzen. Für die Sicherstellung der PAPA-Erhebungen im Ackerbau hat das JKI deshalb einen Vertrag mit dem Deutschen Bauernverband e.V. abgeschlossen. Darin verpflichtet sich der Bauernverband die erforderlichen Daten nach den Vorgaben des JKI entsprechend zu akquirieren und in anonymisierter Form an das JKI weiterzuleiten.

Die Erhebungen für die Kultur Zuckerrüben erfolgen in einem anderen Rahmen und werden Gegenstand einer eigenen Veröffentlichung sein.

Regionale Gliederung

Da die Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung nur nationale Aussagen verlangt, wird die Bundesrepublik Deutschland als einzige Erhebungsregion betrachtet. Dennoch wurde auf eine angemessene räumliche Verteilung der Erhebungsbetriebe geachtet. Das JKI hat entsprechende Vorgaben zur Verteilung der Panel-Betriebe proportional zur Verteilung der Anbauflächen der jeweiligen Kulturen abgeleitet. Ein Beispiel dafür ist in Tab. 1 dargestellt.

Auswahl der Betriebe

Die Betriebsauswahl erfolgte bzw. erfolgt durch die örtlichen Beauftragten der Landesbauernverbände nach den im Folgenden dargestellten Vorgaben. Für die kulturspezifischen Panels sollten (wenn möglich) ausschließlich Haupterwerbsbetriebe, die typisch für die Region sind, ausgewählt werden. Sie sind der Hauptadressat des NAP. Weitere Vorgaben waren:

- Durchführung des Pflanzenschutzes nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz
- lückenlose und zeitnahe Dokumentation der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln
- keine Teilnahme an Förderprogrammen zur Reduzierung von PSM-Anwendungen
- Bereitschaft zur freiwilligen und anonymisierten Weitergabe von Daten über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln an das JKI
- Bestätigung der Repräsentativität der ausgewählten Betriebe durch die zuständigen Pflanzenschutzdienste

Zu erhebende Daten

Bei den PAPA-Erhebungen werden Daten zu allen relevanten Pflanzenschutzmaßnahmen erfasst. Alle Daten sind schlagspezifisch zu erfassen. Wird die jeweilige Kultur in einem Erhebungsbetrieb auf mehreren Schlägen angebaut, so sind die PSM-Anwendungsdaten von allen diesen Schlägen zu übermitteln.

Folgende Angaben werden zu jeder einzelnen Maßnahme gefordert:

- Datum der Anwendung
- Anwendungsgebiet/Indikation (fakultativ)
- vollständiger Name des Pflanzenschutzmittels
- Aufwandmenge Pflanzenschutzmittel
- Maßeinheit für Aufwandmenge
- behandelte Fläche [ha]

Bei Tankmischungen sind die obigen Angaben für jeden einzelnen Tankmischungspartner erforderlich.

Erhebungszeitraum

Der Erhebungszeitraum erstreckt sich für alle Kulturen prinzipiell auf die jeweilige Vegetationsperiode; bei den Winterkulturen also vom Herbst des Vorjahres bis zur

Tab. 1. Vorgaben zur Verteilung der PAPA-Erhebungsbetriebe für Kartoffeln

Bundesland	Anbaufläche [Tha] 2011	Anteil [%]	Anzahl Erhebungsbetriebe	
			mindestens	höchstens
Baden-Württemberg	5,7	2,2	2	3
Bayern	43,7	16,9	17	21
Brandenburg	9,4	3,6	4	4
Hamburg	0,1	0,0	0	0
Hessen	4,2	1,6	2	2
Mecklenburg-Vorpommern	13,6	5,3	5	6
Niedersachsen	112,9	43,6	43	53
Nordrhein-Westfalen	32,6	12,6	13	15
Rheinland-Pfalz	7,9	3,1	3	4
Saarland	0,1	0,0	0	0
Sachsen	7,4	2,9	3	3
Sachsen-Anhalt	13,8	5,3	5	6
Schleswig-Holstein	5,2	2,0	2	2
Thüringen	2,1	0,8	1	1
Gesamt	258,7	100,0	100	120

Ernte. Laut Definition werden aber auch PSM-Anwendungen, die nach der Ernte der Vorfrucht und vor Aussaat der Erhebungskultur stattfinden, einbezogen. Solche Maßnahmen sind in erster Linie Herbizid-Anwendungen zur Saatbettvorbereitung.

Datenerfassung

Die Dokumentation der Einzeldaten erfolgt immer durch die Landwirte selbst und/oder durch die im Betrieb dafür verantwortliche(n) Person(en). Diese Daten werden anschließend durch die von den Landesbauernverbänden benannten Regionalbetreuer gesammelt und in anonymisierter Form an das Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) weitergeleitet.

Für die Datenerfassung werden derzeit alle Formen für die Dokumentation der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen akzeptiert, wenn sie alle gewünschten Angaben enthalten. Die Daten werden im JKI in eine ACCESS-Datenbank übertragen. Dabei erfolgt bereits eine erste (grobe) Kontrolle zur Plausibilität und Vollständigkeit der Daten. Anschließend werden verschiedene Tests zur Verifizierung der erfassten Daten durchgeführt, um eventuelle, noch verbliebene Widersprüche, Fehler oder Mängel in den Daten zu erkennen. Die entsprechenden Entscheidungen bezüglich der Korrektur solcher „Auffälligkeiten“ werden ausschließlich per Einzelfallprüfung in Verbindung mit entsprechenden Nachfragen bei den Regionalverantwortlichen bzw. (von letzteren weitergeleitet) bei den Landwirten selbst getroffen.

Der zeitliche Aufwand für die Erfassung der Daten und die Plausibilitätsprüfung ist erheblich.

Datenanalyse

Zur Beschreibung des quantitativen Umfangs der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln werden die zwei Kennziffern Behandlungshäufigkeit (BH) und Behandlungsindex (BI) berechnet. Zusätzlich wird ein Ranking bezüglich der eingesetzten Wirkstoffe für die Wirkstoffbereiche Herbizide, Fungizide und Insektizide/Akarizide ermittelt.

Eine detaillierte Definition von BH, BI und Wirkstoffranking findet man bei Rossberg (2013) oder im Internet unter http://papa.jki.bund.de.

Ab 2015 werden im Rahmen der Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung auch noch zwei weitere Kennziffern (Behandlungsfläche und ausgebrachte Mengen; jeweils pro Wirkstoff) ermittelt.

Ergebnisse

Quantitative Angaben zum Umfang der Datenerhebungen 2011–2014

Tab. 2 gibt einen Überblick über den Stichprobenumfang in den einzelnen Jahren. Aufgeführt sind die Anzahl Erhebungsbetriebe, die Gesamtzahl unterschiedlicher Spritzfolgen in allen Erhebungsbetrieben und die Anzahl aller dokumentierten Maßnahmen (= Anzahl Datentupel). Mit dem Begriff „Datentupel“ sollen hier alle Angaben, die zur Charakterisierung der Anwendung eines Pflanzenschutzmittels dienen, also Termin + Indikation + Mittelname + Aufwandmenge + behandelte Fläche, zusammengefasst werden.

Tab. 2. Stichprobenumfänge bei PAPA-Ackerbau in den Jahren 2011–2014

Jahr	Anzahl Betriebe	Anzahl Spritzfolgen	Anzahl Datentupel
Winterweizen			
2011	118	525	4364
2012	123	418	3643
2013	134	385	3454
2014	145	429	4303
Wintergerste			
2011	104	400	2469
2012	105	296	2048
2013	113	277	1901
2014	141	337	2420
Winterraps			
2011	110	394+	3467
2012	112	349	3148
2013	121	330	3144
2014	131	385	3857
Mais			
2011	102	408	1304
2012	115	320	1020
2013	125	264	854
2014	125	287	957
Kartoffeln			
2011	106	321	4221
2012	104	240	3802
2013	106	255	3727
2014	109	234	4030

Behandlungshäufigkeiten und Behandlungsindizes

Die Tab. 3.1 bis 3.5 geben einen Überblick über alle für Deutschland berechneten Behandlungshäufigkeiten.

In den Tab. 3.1 bis 3.5 ist die Kennziffer Behandlungshäufigkeit auch Wirkstoffbereich-unabhängig (Spalte: „insgesamt“; steht für „alle Mittel“) angegeben. In dem Zusammenhang ist jedoch zu bemerken, dass die Summe der vier Wirkstoffbereich-bezogenen Anwendungshäufigkeiten häufig größer ist als die für alle betrachteten Pflanzenschutzmittel berechnete Anwendungshäufigkeit. Dieser Fakt wird durch folgendes fiktives Beispiel verdeutlicht. Ein Landwirt bringt eine Tankmischung bestehend aus zwei Fungiziden und einem Insektizid aus.

Tab. 3.1. Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Winterweizen 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	3,9	1,9	1,7	0,8	1,3
2012	4,1	2,1	1,8	0,8	1,5
2013	4,2	2,3	1,7	0,7	1,6
2014	4,4	2,6	1,8	0,7	1,6

Tab. 3.2. Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Wintergerste 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	3,4	1,6	1,6	0,4	1,1
2012	3,5	1,6	1,7	0,5	1,2
2013	3,4	1,7	1,6	0,4	1,3
2014	3,4	1,7	1,5	0,3	1,4

Tab. 3.3. Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Winterraps 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	5,3	2,5	2,0	2,9	–
2012	5,6	3,0	2,0	2,7	–
2013	5,8	2,8	2,3	2,7	–
2014	5,8	2,9	2,3	2,7	–

Tab. 3.4. Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Mais 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	1,3	0,0	1,3	0,03	–
2012	1,3	0,0	1,3	0,01	–
2013	1,3	0,0	1,3	0,01	–
2014	1,5	0,0	1,5	0,03	–

Tab. 3.5. Berechnete Behandlungshäufigkeiten für Kartoffeln 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	8,6	6,5	2,5	1,1	–
2012	9,4	7,2	2,5	1,3	–
2013	8,7	6,6	2,3	1,1	–
2014	9,7	7,6	2,4	0,8	–

Dann gilt für diese Maßnahme:
a) Maßnahmen-Koeffizient (alle Mittel) = 1
(Wirkstoffbereich-unabhängig)
b) Maßnahmen-Koeffizient (Herbizide) = 0
c) Maßnahmen-Koeffizient (Fungizide) = 1
d) Maßnahmen-Koeffizient (Insektizide) = 1

Summe von b) bis d) = 2

Die Tab. 4.1 bis 4.5 geben einen Überblick über alle für Deutschland berechneten Behandlungsindizes.

Ein Vergleich der Behandlungsindizes mit den Zahlen aus Tab. 3.1 bis 3.5 zeigt, dass die ermittelten Werte für den Behandlungsindex (insgesamt) höher sind als die Werte für die Behandlungshäufigkeit (insgesamt). Dies ist ein deutliches Indiz dafür, dass bei einer PSM-Anwendung oftmals mehrere Mittel gleichzeitig als Tankmischung ausgebracht werden.

Rangfolgen von Wirkstoffen

Das Wirkstoff-Ranking liefert in erster Linie Erkenntnisse zur Bedeutung der einzelnen Wirkstoffe in den jeweiligen Kulturen.

Bei der Berechnung der Wirkstoff-Rangfolgen wird zunächst für jeden einzelnen Wirkstoff pro Wirkstoffbereich (Fungizide, Insektizide/Akarizide, Herbizide, ggf. Wachstumsregler) sein prozentualer Anteil am Gesamt-

Tab. 4.1. Berechnete Behandlungsindizes für Winterweizen 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	4,9	1,7	1,6	0,8	0,7
2012	5,2	1,9	1,7	0,8	0,8
2013	5,2	2,0	1,6	0,6	0,9
2014	5,7	2,4	1,7	0,7	1,0

Tab. 4.2. Berechnete Behandlungsindizes für Wintergerste 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	3,8	1,3	1,5	0,4	0,6
2012	4,1	1,3	1,6	0,5	0,7
2013	4,1	1,4	1,6	0,4	0,8
2014	3,9	1,4	1,5	0,2	0,8

Tab. 4.3. Berechnete Behandlungsindizes für Wintertraps 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	6,2	1,6	1,7	2,9	–
2012	6,5	2,0	1,7	2,7	–
2013	6,6	1,9	1,8	2,8	–
2014	6,7	2,0	2,0	2,7	–

Tab. 4.4. Berechnete Behandlungsindizes für Mais 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	1,9	0,0	1,8	0,04	–
2012	1,9	0,0	1,9	0,01	–
2013	1,8	0,0	1,7	0,01	–
2014	2,0	0,0	2,0	0,03	–

Tab. 4.5. Berechnete Behandlungsindizes für Kartoffeln 2011–2014

Jahr	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
2011	10,8	7,8	1,9	1,1	–
2012	12,2	8,6	2,3	1,2	–
2013	11,2	7,9	2,2	1,1	–
2014	12,6	9,5	2,3	0,8	–

Behandlungsindex des Wirkstoffbereiches ermittelt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind ausschlaggebend für das dargestellte Ranking. Um die Bedeutung der angegebenen Wirkstoffe bezüglich ihrer „Anwendungs-Präferenz“ darzustellen, wird außerdem die Kenngröße „Anwendung in Prozent aller Erhebungsbetriebe“ ermittelt.

Tab. 5. Wirkstoff-Ranking Fungizide für Kartoffeln im Jahr 2013

Wirkstoffname	Anteil am Wirkstoffbereich (bezogen auf BI-Werte) in %	Anwendung in Prozent aller Erhebungsbetriebe
Mancozeb	17,25	91,51
Fluazinam	12,95	81,13
Cyazofamid	8,39	51,89
Propamocarb	7,49	72,64
Mandipropamid	7,48	66,04
Fluopicolide	7,14	70,75
Metalaxyl-M	5,69	56,60
Cymoxanil	4,92	48,11
Dimethomorph	4,77	49,06
Benthiavalicarb	4,52	27,36
Azoxystrobin	4,00	34,91
Difenoconazol	3,90	35,85
Pyraclostrobin	3,31	27,36
Boscalid	3,31	27,36
Famoxadone	2,40	30,19
Maneb	1,21	15,09

nur Wirkstoffe mit einem Anteil am Wirkstoffbereich ≥ 1% aufgelistet

Die Tab. 5 zeigt am Beispiel „Fungizide in Kartoffeln“ die berechnete Rangfolge für 2013. Eine komplette Darstellung der Wirkstoffrankings aus den vier Jahren für alle Erhebungskulturen würde den Rahmen dieser Veröffentlichung sprengen. Hier wird wiederum auf die Internetseite http://papa.jki.bund.de (ab Mitte 2016: http://papa.julius-kuehn.de) verwiesen.

In den Abb. 1 und 2 sind beispielhaft die Wirkstoffrankings für die Fungizide in Winterweizen und Wintergerste komprimiert auf Wirkstoffklassen dargestellt.

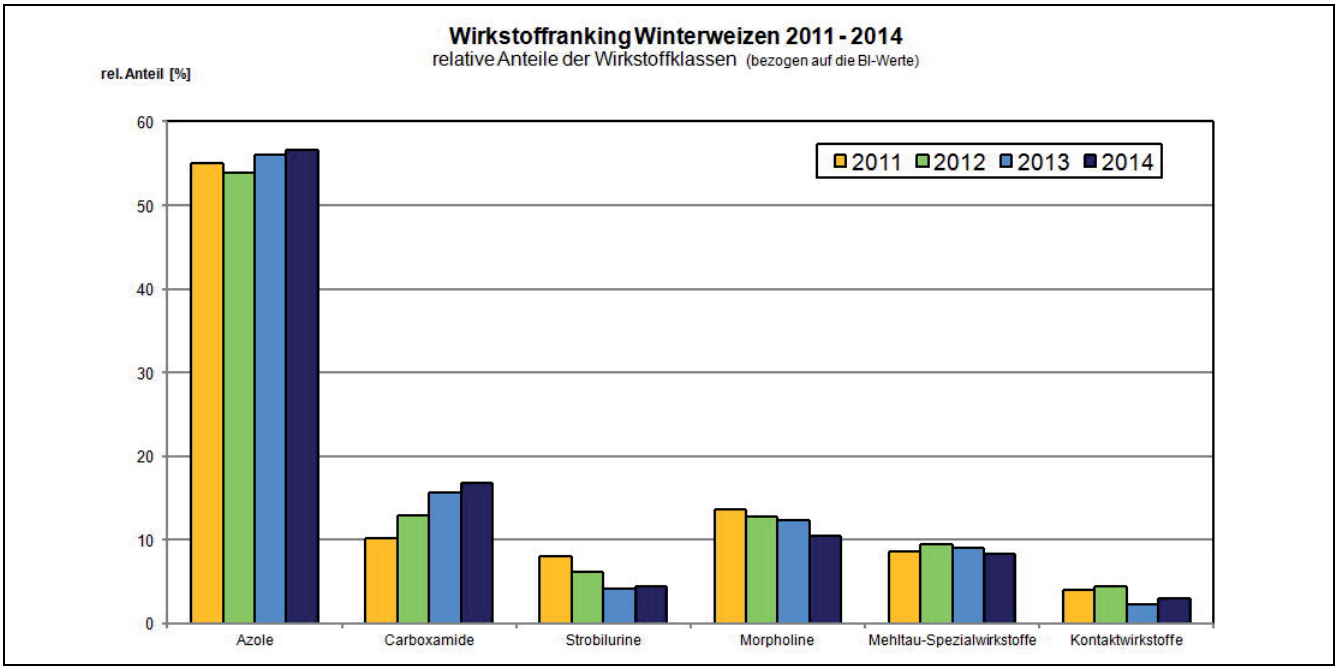


Abb. 1. Wirkstoffranking Winterweizen 2011–2014.

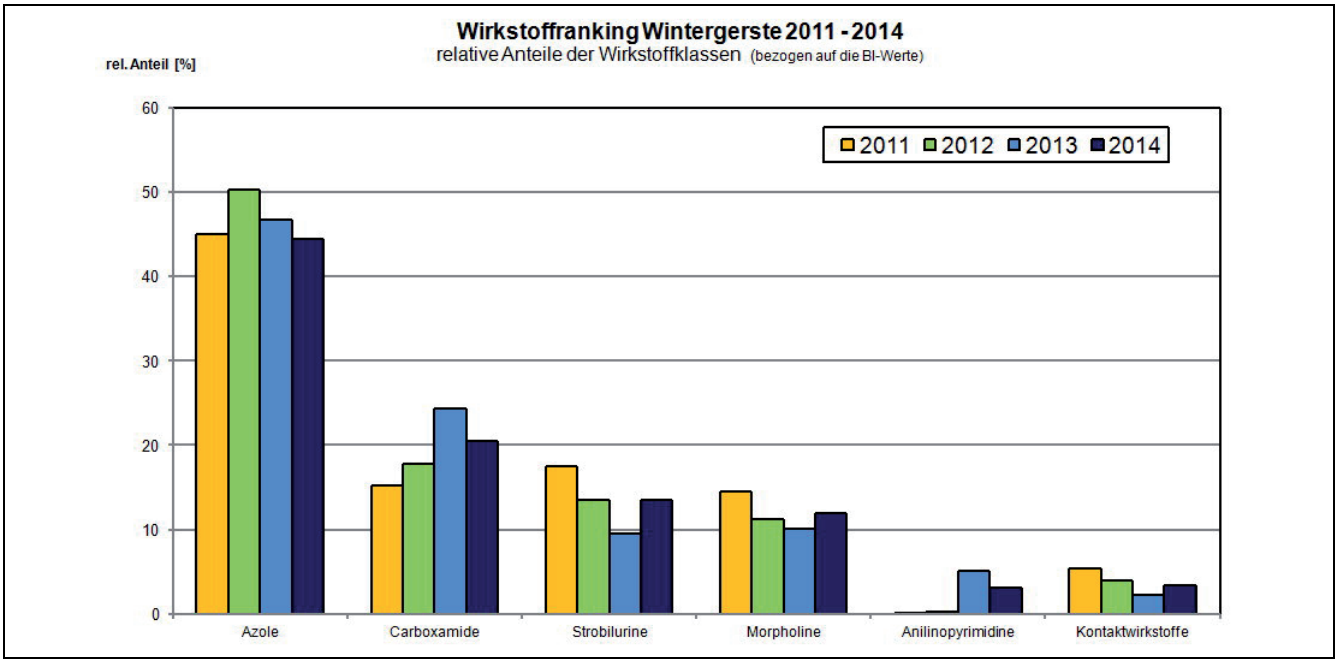


Abb. 2. **Wirkstoffranking Wintergerste 2011–2014.**

Diskussion

Winterweizen

Unter allen Getreidearten weist Winterweizen die höchste Intensität bei der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel (PSM) auf.

Die annähernd gleichen Behandlungshäufigkeiten (BH) der Herbizide in den Jahren 2011 bis 2014 zeigen, dass auf einer Vielzahl von Winterweizenschlägen zwei Herbizid-Anwendungen vorgenommen werden. In der Regel handelt es sich dabei um je eine Herbizid-Applikation im Herbst und im Frühjahr. Allerdings wird in vielen Regionen (z.B. in Süddeutschland) auch versucht, mit nur einer Herbizid-Anwendung auszukommen. So muss bei der Diskussion der BH-Werte für Herbizide (wie natürlich auch für die BI (Herbizide)) berücksichtigt werden, dass in die Berechnung dieser Kennziffern auch weitere Anwendungen wie Stoppelbehandlungen zur Saatbettvorbereitung und Maßnahmen zur Ernteerleichterung (Sikkation) einfließen. Verdeutlicht wird das u.a. auch durch das Wirkstoffranking Herbizide Winterweizen (siehe http://papa.jki.bund.de), in dem der Wirkstoff Glyphosat stets zwischen Rang 4 und Rang 6 platziert ist.

Ziel aller Herbizid-Anwendungen ist es, weitgehend unkrautfreie Weizenbestände zu gewährleisten. In Zukunft könnte sich allerdings die Kennziffer „Behandlungshäufigkeit“ infolge der zunehmend zu beobachteten Resistenzen von Gräsern (Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Trespen) und dikotylen Unkrautarten (Kamille, Klatschmohn) gegen zahlreiche herbizide Wirkstoffe durchaus geringfügig erhöhen. Unzureichende Wirkungsgrade bei der Bekämpfung der beispielhaft genannten Unkräuter führen in der landwirtschaftlichen Praxis häufig zu einer weiteren, zusätzlichen Herbizid-Anwendung, um die verbliebene Restverunkrautung doch noch zu reduzieren.

Die nur geringfügig unter der BH liegenden Behandlungsindizes (BI) für die Herbizide in Winterweizen zeigen, dass Teilflächenbehandlungen im Weizenanbau nur eine geringe Rolle spielen. Außerdem verbietet sich wegen der Gefahr, Resistenzausbildungen zu fördern, eine Anwendung mit deutlich reduzierten Aufwandmengen (AWM) im Vergleich zu den zugelassenen AWM. In der Zukunft werden vermutlich die zugelassenen Aufwandmengen aus umweltrelevanten Gründen ohnehin so niedrig sein, dass sie voll ausgeschöpft werden müssen, weil die eingesetzten Pflanzenschutzmittel unterhalb der zugelassenen Dosierung über keine Wirkungsreserven verfügen.

Im Bereich Fungizide wird für Deutschland in den Jahren 2011 bis 2014 eine mittlere Behandlungshäufigkeit von ca. 2,2 ausgewiesen. Eine Fungizid-Anwendung in der Schoss-Phase und eine zweite zum Termin „Ährenschieben“ entsprechen der Standardbehandlung auf Standorten mit geringerem bis mittlerem Ertragsniveau bei „normalem Pilzbefall“. Auf Standorten mit Frühsaaten und sehr hoher Ertragserwartung oder bei einem erhöhten Risiko bezüglich des Auftretens von *Fusarium*-Pilzen ist allerdings durchaus auch noch eine dritte Fungizid-Anwendung üblich, um Ertrags- oder Qualitätsverlusten vorzubeugen. Die Steigerung der BH bei den Fungiziden von 1,9 im Jahr 2011 auf 2,6 in 2014 lässt vermuten, dass die Krankheitsbekämpfung im Winterweizen in einer zunehmenden Zahl von Betrieben auf eine maximale Ertragssicherung ausgerichtet wird. Laut JAHN et al. (2012) können durch Fungizid-Anwendungen Mehrerträge von 10 bis 16% abgesichert werden. In speziellen Konstellationen, so etwa in „Rostjahren“, sind diese

Effekte noch ausgeprägter (Miedaner et al., 2015). Ein wesentlicher Grund für die erwähnte Erhöhung der Kennziffer BH (Fungizide) ist allerdings auch die witterungsbedingte, unterschiedliche Befallssituation in den Erhebungsjahren. Im „Trockenjahr" 2011 war die Befallshäufigkeit bzw. die Befallsstärke in Bezug auf pilzliche Schaderreger wesentlich niedriger als in den regenreichen Jahren 2013 und 2014. Die besonders hohen BH- und BI-Werte für Fungizide im Winterweizen im Jahr 2014 sind durch das deutschlandweit extrem starke Auftreten von Gelbrost begründet.

Eine Möglichkeit, die Anwendung von Fungiziden zu reduzieren, wäre der Anbau von Weizensorten mit erhöhter Krankheitsresistenz bzw. -toleranz. Da aber die Sortenwahl in Kenntnis der (noch!) guten Bekämpfbarkeit der meisten Getreidepathogene in der Regel eher nach dem Ertragspotential der Sorte erfolgt, werden nach wie vor relativ anfällige Sorten angebaut. Die Absicherung eines möglichst hohen Weizenertrages bei Verfügbarkeit von nur wenigen Fungiziden mit einer guten Kurativleistung führt zudem häufig dazu, dass Fungizide bereits vor Erreichen bekannter Bekämpfungsschwellen (Bekämpfungsrichtwerten, BRW) eingesetzt werden. Angesichts des auch im Fungizid-Bereich inzwischen schon recht ausgeprägten Auftretens von Resistenzen der Schadpilze gegen die verfügbaren Wirkstoffe und in Ermangelung von Fungiziden mit einem neuen „mode of action" wäre es wünschenswert, die Anwendung von Fungiziden auf die Standorte zu begrenzen, auf denen die entsprechenden BRW tatsächlich überschritten wurden. Das erforderte jedoch eine intensive und qualifizierte Beratung der Landwirte, die aber angesichts der immer stärkeren Personaleinsparungen bei den Amtlichen Pflanzenschutzdiensten nur sehr schwer umzusetzen ist, wenn überhaupt.

Die Behandlungsindizes für die Fungizide folgen im Jahresvergleich den Behandlungshäufigkeiten bei leicht geringeren Werten. Das ist darauf zurückzuführen, dass bei „schwächerem Pilzbefall" und insbesondere bei Mehrfachapplikationen die zugelassenen Aufwandmengen nicht vollständig ausgenutzt werden. Das Auftreten neuer aggressiverer Pilzrassen, wie gegenwärtig beim Gelbrost, sowie die intensivere Ausprägung von Pilzkrankheiten in milden Wintern könnten in den nächsten Jahren allerdings erhöhte Kennziffern „Behandlungshäufigkeit (Fungizide)" bzw. „Behandlungsindex (Fungizide)" bedingen.

Behandlungshäufigkeiten und -indizes von 0,7 bis 0,8 zeigen einerseits, dass die Anwendung von Insektiziden im Winterweizen nicht auf jeder Fläche erfolgt, und zum anderen, dass die Ausbringung fast immer mit der zugelassenen Aufwandmenge erfolgt. Letzteres ist sicherlich auch den vergleichsweise geringen Preisen für Insektizide geschuldet. Tendenziell ist in Norddeutschland eine etwas stärkere Anwendung von Insektiziden im Vergleich zu Süddeutschland zu beobachten, wobei die Indikationen je nach Auftreten der Schaderreger sehr unterschiedlich sein können. Häufig sind Blattläuse entweder als Virusvektoren (vor allem bei frühen Saaten) oder als Saugschädlinge bekämpfungswürdig; regional in einzelnen Jahren auch Sattel- und Gallmücken sowie Getreidehähnchen (Schwerpunkt Süddeutschland).

Die Anwendungshäufigkeit von Wachstumsreglern im Weizen (BH-Werte von 1,3 bis 1,6) ist ein Indiz für eine hohe Ertragsleistung auf typischen Weizenböden, die durch hohe Düngergaben gefördert wird. Auf guten Weizenstandorten werden meist zwei Wachstumsregler-Anwendungen vorgenommen. Während die erste Behandlung meist zur Förderung der Seitentriebbildung genutzt wird, erfolgt die zweite Behandlung zur Lagervermeidung. Lagergetreide verursacht nicht nur bei der Ernte Probleme, sondern beeinflusst auch die Qualitätsparameter negativ. Auf Weizengrenzstandorten werden in der Regel weniger Wachstumsregler eingesetzt. Der BI ist niedriger als die BH, da in der Regel die Anwendung nur mit 50 bis 60% der zugelassenen Aufwandmengen erfolgt. Die höheren BH- und BI-Werte in den Jahren 2013 und 2014 im Vergleich zu den Vorjahren sind auf das höhere Lagerrisiko im nassen Sommer dieser beiden Jahre zurückzuführen. Das wird auch durch das zugehörige Wirkstoffranking unterstrichen. Der Anteil von Ethephon am BI steigt von weniger als 2% auf 6% an, was auf häufigere „Spät-Anwendungen" von Wachstumsreglern hindeutet.

Wintergerste

Die Behandlungshäufigkeit beim Herbizideinsatz in der Wintergerste ist annähernd so hoch wie beim Winterweizen. Analog wie beim Winterweizen treten auch auf den Wintergerstenflächen zunehmend Resistenzprobleme bei Ungräsern und Unkräutern auf. Alle Aussagen zur Entwicklung der BH und der BI vom Winterweizen treffen auch auf die Wintergerste zu.

In der Regel wird versucht, die Wintergerste mit nur einer Fungizid-Anwendung (meist zwischen BBCH 39 und 51) gesund zu erhalten. In Norddeutschland werden zwei Anwendungen nur auf Lehmböden mit hoher Ertragserwartung und später Abreife durchgeführt. Hier muss vor allem die spät auftretende *Ramularia*-Krankheit zur Ertragssicherung zusätzlich bekämpft werden. In Süddeutschland wird lediglich bei frühem Krankheitsdruck mit Überschreitung der BRW eine „Erstbehandlung" bereits in der Schossphase empfohlen. Im mitteldeutschen Anbaugebiet mit häufiger Vorsommertrockenheit und somit schneller Abreife der Wintergerste hat sich die einmalige Fungizid-Anwendung als ökonomisch erwiesen. In mehrjährigen Versuchen wurde allerdings auch nachgewiesen, dass in Gebieten mit mehr und gleichmäßiger verteilten Niederschlägen und damit stärkerem Auftreten von frühen Blattkrankheiten, wie Echter Mehltau oder *Rhynchosporium*-Blattflecken durch zwei Fungizid-Anwendungen wirtschaftliche Mehrerträge erzielt werden können. Behandlungshäufigkeiten von 1,6 bis 1,7 zeigen, dass bei der Wintergerste auf mehr als 50% der Standorte in Deutschland eine zweimalige Fungizid-Anwendung erfolgt.

Die niedrigeren Werte BI (Fungizide) im Vergleich zu den BH (Fungiziden) resultieren analog zum Winterwei-

zen aus der Tatsache, dass die zugelassenen Aufwandmengen nicht 100%ig ausgeschöpft werden. Die in den letzten Jahren beobachteten Resistenzen von Gerstenpathogenen gegen einzelne Wirkstoffklassen und das Auftreten „neuer" Pathogene (Stichwort: Klimaveränderung) werden eine Reduktion der Fungizid-Anwendungen in Zukunft eher erschweren.

Die geringeren BH (Insektizide) und BI (Insektizide) in der Wintergerste gegenüber dem Winterweizen sind auf die schnellere Abreife der Wintergerste zurückzuführen, wodurch Maßnahmen gegen Blattläuse als Direktschädlinge oder gegen Getreidehähnchen nur in seltenen Fällen erforderlich werden. In Abhängigkeit vom Blattlausauftreten im Herbst, sind die meisten Insektizid-Anwendungen in der Gerste gegen die Virusvektoren gerichtet. Deshalb könnte sich in Jahren mit einem sehr hohen Blattlausauftreten im Herbst sowohl die BH als auch der BI leicht erhöhen.

Über alle vier Jahre ist erkennbar, dass in der Wintergerste in der Regel versucht wird, mit einer Anwendung von Wachstumsreglern für eine ausreichende Strohstabilität zu sorgen und ein Lagern der Bestände zu verhindern.

Winterraps

Die Anwendung von Herbiziden im Winterraps wird geprägt von einer Vorauflauf (VA)- bzw. sehr frühen Nachauflauf (NA)-Behandlung und einer meist notwendigen Behandlung gegen Ausfallgetreide (Fruchtfolge Winterraps nach Getreide). Das seit dem Jahr 2013 rund ein Drittel der Anbaufläche ein drittes Mal mit Herbiziden behandelt wurde, ist wahrscheinlich auf das verstärkte Auftreten von Kreuzblütlern und den damit einhergehenden Nachbehandlungen zurückzuführen.

Der geringere Behandlungsindex im Vergleich zur BH (Raps) zeigt, dass insbesondere bei der ersten Behandlung im VA bzw. im frühen NA häufig mit reduzierten Aufwandmengen gearbeitet wird. Mit den gegenwärtig zugelassenen Herbiziden können alle wirtschaftlich bedeutenden Unkräuter und Ungräser gezielt bekämpft werden. Insbesondere hat die Zulassung von Nachauflauf-Herbiziden völlig neue Chancen für eine integrierte Unkrautbekämpfung ermöglicht. Die Umsetzung eines zweistufigen Unkrautbekämpfungssystems bietet den Vorteil, dass bei der zweiten Behandlung sowohl das Unkrautartenspektrum als auch die Abundanz der einzelnen Arten gezielt bei der Auswahl des Herbizids berücksichtigt werden kann. Auf Standorten mit allgemein leicht bekämpfbaren Unkrautarten, kann die Wirkung der verringerten Aufwandmenge bereits ausreichen und keine Nachbehandlung erforderlich machen. Für die Umsetzung dieses zweistufigen Modells benötigen die Landwirte allerdings höhere Fachkenntnisse (z.B. Erkennen der Unkräuter im Keimblattstadium) und die Bereitschaft, die schlagbezogene Beobachtungsintensität zu erhöhen. Damit ließe sich aber möglicherweise sowohl die Behandlungshäufigkeit (BH) als auch speziell der Behandlungsindex (BI) verringern.

Im Winterraps werden Fungizide im Herbst, im Frühjahr und in der Rapsblüte als Einzelprodukte eingesetzt. Die Maßnahme in der Blüte gegen *Sclerotinia sclerotiorum* (Erreger der Weißstängeligkeit) erfolgt meist prophylaktisch und in der Regel mit der maximal zugelassenen Aufwandmenge. Im Herbst und Frühjahr werden die Fungizide als Wachstumsregler mit Nebenwirkungen auf Pilzbefall genutzt. Dabei werden in Abhängigkeit von der Jahreswitterung die Pflanzenschutzmittel häufig mit stark reduzierten Aufwandmengen ausgebracht. Bei einer verzögerten Entwicklung im Herbst wird auf einem entsprechenden Anteil der Flächen auf eine Maßnahme verzichtet. Außerdem spielen Pilzkrankheiten in den südlichen Bundesländern aufgrund der dortigen Anbau- und Witterungsbedingungen eine etwas geringere Rolle als in Norddeutschland, so dass in den süddeutschen Rapsanbaugebieten auch eine geringere Anzahl an Fungizid-Anwendungen als in Norddeutschland durchgeführt wird. Daraus ergeben sich folgerichtig die berechneten BH- und BI-Werte.

Die wesentlichen Indikationen für die Anwendung von Insektiziden im Winterraps sind der Rapsstängel- und der Kohltriebrüssler im März sowie der Rapsglanzkäfer im April. Regional sind möglicherweise Maßnahmen gegen den Kohlschotenrüssler und die Kohlschotenmücke in der Blüte erforderlich. Eine zusätzlich zur insektiziden Beizung durchgeführte Insektizid-Anwendung zur Rapserdflohbekämpfung war bisher nur in Einzelfällen bei stärkerem Auftreten des Schädlings notwendig. Durch das Verbot der Beizung mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Neonicotinoide besteht allerdings in Zukunft (so wie im Herbst 2014) eine Bekämpfungslücke gegenüber der Kleinen Kohlfliege und dem Rapserdfloh. Diese kann beim Rapserdfloh durch den Einsatz von Pyrethroiden (außer bei pyrethroidresistenten Rapserdfloh-Populationen) kompensiert werden (Zellner, 2015). Da aufgrund der Resistenzselektion die Insektizide immer mit der vollen zugelassenen Aufwandmenge appliziert werden müssen, werden sich zwangsläufig ab der Vegetationsperiode 2014/15 sowohl die BH (Raps) als auch der BI (Raps) erhöhen.

Eine Chance die berechneten Kennziffern zu senken, bestände unter Umständen durch das Weglassen unnötiger Insektizid-Anwendungen während der Rapsblüte. Nicht auf allen Schlägen erreichten der Kohlschotenrüssler und die Kohlschotenmücke einen bekämpfungswürdigen Befall (Kupfer und Schröder, 2014). Die konsequente Nutzung der vorhandenen Entscheidungshilfen könnte zu einer Verringerung der Anzahl der Behandlungen und somit auch zu einer Verringerung der BH führen. Dem steht allerdings der Verkauf von „sogenannten Blütenpacks" durch die Industrie entgegen, die sowohl ein Fungizid als auch ein Insektizid zu Vorteilspreisen enthalten und somit die Bekämpfungsentscheidung (Absicherung des Ertrages) beeinflussen.

Mais

Mais ist im Vergleich der Kulturen, für die Erhebungen zur PSM-Anwendung in der Praxis durchgeführt werden, die ackerbauliche Kultur mit der geringsten Pflanzenschutzintensität.

Die in den Jahren 2011 bis 2014 konstanten Behandlungshäufigkeiten und Behandlungsindizes für die Anwendung von Herbiziden in Mais verdeutlichen, dass mit einer Applikation sowohl die Hirsearten als auch die dikotylen Unkräuter ausreichend kontrolliert werden können. Deshalb werden in der landwirtschaftlichen Praxis meist Herbizide bzw. herbizide Tankmischungen mit Blatt- und Bodenwirkung eingesetzt. Wenn infolge mangelnder Bodenfeuchte eine Minderwirkung bei der ersten Behandlung festgestellt wird, ist eine zweite Behandlung notwendig. Außerdem erfordert mittlerweile auch die Zunahme von „Problem-Unkräutern" (z.B. einzelne Knöterich-Arten und die schwerer bekämpfbaren Fingerhirse-Arten), die teilweise erst sehr spät auflaufen, eine zweite Herbizid-Anwendung. Insbesondere auf potentiell feuchten Standorten ist dies bei entsprechenden Niederschlägen (wie im Jahr 2014) verstärkt zu beobachten.

Bis Mitte 2014 gab es noch keine im Mais zugelassenen Fungizide. Die nachgewiesenen Blattkrankheiten haben in weiten Teilen Deutschlands bisher auch keine wirtschaftliche Bedeutung (Kupfer und Schröder, 2015; Zellner, 2012). Falls in den Untersuchungen zur Bekämpfung der *Fusarium*-Pilze in Mais und der damit einhergehenden Reduzierung der Mykotoxin-Gehalte positive Erkenntnisse gewonnen werden, sind in den nächsten Jahren allerdings auch Fungizid-Anwendungen in der Kultur Mais zu erwarten.

Behandlungshäufigkeitswerte von 0,01 bis 0,03 bei den Insektiziden im Mais zeigen, dass die Anwendung von Insektiziden sehr selten erfolgt. In erster Linie handelt es sich dabei um eine Bekämpfung des Auftretens des Maiszünslers (z.B. in Bayern auf rund zwei Prozent der gesamten Maisfläche). Obwohl sich seit 2006 der Maiszünsler auch in Niedersachsen ausbreitet, ist dort die Befallsstärke noch so gering, dass keine Insektizid-Anwendungen erforderlich sind.

Kartoffeln

In der Kultur Kartoffeln werden in Norddeutschland seit Jahren die gleichen Herbizide gegen die gleichen Unkräuter eingesetzt. Allerdings werden seit 2012 aus Resistenzvermeidungsgründen mehr Wirkstoffwechsel und mehr Mischungen von Herbiziden verwendet, daher ist eine leichte Verschiebung in der BH und BI im Beobachtungszeitraum festzustellen. In Süddeutschland ist dagegen im Kartoffelanbau die einmalige Herbizid-Anwendung im Vorauflauf Standard. Nur in Sonderfällen (zum Beispiel wegen Spezialverunkrautung mit Quecke oder Hirsearten) ist eine mehrmalige Applikation von Herbiziden notwendig.

Die durch den Schadpilz *Phytophthora infestans* verursachte Krautfäule ist in Kartoffeln die mit Abstand wichtigste Krankheit. Eine entscheidende Rolle beim Krankheitsbeginn und -verlauf spielt die Witterung. Je nach Höhe der Niederschläge von Mai bis Mitte Juni kann der Behandlungsbeginn schon vor Reihenschluss der Kartoffeln als auch deutlich später erforderlich werden. Hohe Bodenfeuchte und Temperaturen über 10°C sind dabei entscheidend für den Ausbruch der Krankheit. Bei stark wassergesättigten Böden (Staunässe) können außerdem auf der Oberfläche infizierter Knollen Sporen entstehen und sich über das Bodenwasser verteilen. So können auch benachbarte Knollen oder aufwachsende Triebe in der näheren Umgebung sehr effektiv infiziert werden. Besonders gefährdet für sehr frühen und massiven Stängelbefall sind deshalb grundwassernahe Standorte in regenreichen Gebieten (Zellner, 2013).

Da sich die Krankheit sehr schnell im Bestand ausbreitet und der Blattapparat in kurzer Zeit völlig absterben kann, wird der Behandlungsbeginn nach Wetter basierten Warnsystemen oder nach Erstbefallsfunden in der Region bestimmt. Die Fungizide werden danach im Abstand von 7 bis 14 Tagen ausgebracht, um die neu gebildeten Blätter kontinuierlich zu schützen. Der Abstand richtet sich dabei nach dem witterungsbedingten Infektionsdruck. Daraus wird zum einen deutlich, warum Fungizid-Anwendungen bei Kartoffeln häufig durchgeführt werden und zum anderen, warum die Anzahl der Behandlungen von Jahr zu Jahr innerhalb einer Region häufig stark variiert. Zu berücksichtigen ist aber auch, dass die Niederschlagsverteilung innerhalb eines Jahres regional sehr unterschiedlich ausfallen kann. Das erklärt, warum die für die gesamte Bundesrepublik berechneten mittleren Werte BH (Fungizide) und BI (Fungizide) in Kartoffeln im Erhebungszeitraum 2011 bis 2014 relativ konstant sind und nicht deutlich stärker variieren.

Der Behandlungsindex liegt in Kartoffeln höher als die Behandlungshäufigkeit. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Fungizide in der Regel mit der vollen zugelassenen Aufwandmenge und bei notwendigen Stoppspritzungen zwei Fungizide als Tankmischung appliziert werden. Zum anderen wird eine *Phytophthora*-Bekämpfung oft mit einer Bekämpfung der pilzlichen Schwächeparasiten *Alternaria solani* (Dürrfleckenkrankheit) oder *Alternaria alternata* (verursacht die Sprühfleckenkrankheit) in Tankmischungen kombiniert. Außerdem wurden in den letzten Jahren in Norddeutschland auf Grund deutlicher Mehrerträge Spezialfungizide wie Ortiva (Wirkstoff Azoxystrobin) und Signum (Wirkstoffe Boscalid und Pyraclostrobin) bei späten Wirtschafts- und Stärkekartoffeln zusätzlich eingesetzt. Diese Wirkstoffe findet man auch beim Wirkstoff-Ranking in Tab. 5 wieder.

In Bayern wird die einfache und kostengünstige Möglichkeit favorisiert, im Rahmen der Spritzfolge Kombinationspräparate oder fungizide Tankmischungen einzusetzen, die nicht nur eine Wirkung gegen *Phytophthora infestans* sondern auch eine Nebenwirkung gegen *Alternaria* spp. besitzen. Sollten hauptsächlich Mittel zum Einsatz kommen, die keine *Alternaria*-Nebenwirkung besitzen, empfiehlt z.B. die amtliche Pflanzenschutzberatung in Bayern die zwei- bis dreimalige Zumischung von Pflanzenschutzmitteln, die den Wirkstoff Mancozeb enthalten. Diese Vorgehensweise ist auch deshalb sinnvoll, weil gegen andere Wirkstoffe verbreitet Resistenzen auftreten und damit die Wirkungssicherheit stark eingeschränkt ist (Zellner, 2014). Hingegen besteht bei Mancozeb keine nennenswerte Resistenzgefahr in Bezug auf den *Alternaria*-Pilz.

Ohne entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen muss nach süddeutschen Erhebungen im langjährigen Mittel mit Ertragsausfällen von knapp 26 Prozent gerechnet werden. Wegen der oben aufgezeigten starken Abhängigkeit dieser Krankheit von der in der gesamten Vegetationszeit vorherrschenden Witterung können die Ertrags- und Qualitätsverluste von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich ausfallen. Im Betrachtungszeitraum konnten im Jahr 2011 durch Fungizid-Anwendungen 32 Prozent mehr Kartoffeln geerntet werden als ohne entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen, in der Vegetationsperiode 2012 waren es 34 Prozent, im Anbaujahr 2013 hingegen lediglich 9 Prozent und 2014 14 Prozent (Nechwatal et al., 2014).

In Speisekartoffeln erreichen nur Blattläuse und Kartoffelkäfer regional höhere Abundanzen. Häufig ist dann eine gezielte Maßnahme ausreichend, um bei Überschreiten der Bekämpfungsschwellen die Populationen ausreichend zu begrenzen. Oft werden dabei Präparate mit einer Wirkung gegen beide Schaderreger eingesetzt. Erreichen die Schaderreger zu unterschiedlichen Zeitpunkten ihr Dichtemaximum, ist eine zweimalige Insektizid-Anwendung erforderlich.

Wirkstoffranking

Im Folgenden soll am Beispiel der in Tab. 5 und in den Abb. 1 und 2 dargestellten Wirkstoff-Rankings versucht werden, darzustellen, welche fachlichen Sachverhalte ein solches Ranking beeinflussen.

Kartoffel-Fungizide werden in der Regel sechs bis zwölfmal pro Saison appliziert. Zur Vermeidung von Resistenzen ist es notwendig, die in diesen Spritzfolgen eingesetzten Pflanzenschutzmittel so auszuwählen, dass die darin enthaltenen Wirkstoffe möglichst viele verschiedene fungizide Wirkklassen repräsentieren. Daraus ergibt sich, dass die meisten Wirkstoffe ähnliche Anteile an den BI-Werten besitzen. Eine Ausnahme bildete bis 2013 Mancozeb. Dieser Wirkstoff ist als Kontakt-Wirkstoff in vielen älteren Produkten zusätzlich zum Hauptwirkstoff enthalten und wird außerdem bevorzugt zur Bekämpfung der *Alternaria*-Pilze verwendet. Der auf Platz 2 geführte Wirkstoff Fluazinam (2014 auf Platz 1) ist in einer großen Anzahl von preisgünstigen Fungiziden enthalten, die zum Ende der Saison als sporizide Produkte mehrfach eingesetzt werden. Geringere Anteile werden für die Wirkstoffe Azoxystrobin, Difenoconazol, Pyraclostrobin und Boscalid ausgewiesen. Sie sind Spezialwirkstoffe zur Bekämpfung von *Alternaria* spp., die nur zu wenigen Terminen eingesetzt werden.

Unter den in den Wintergetreidearten eingesetzten Fungiziden sind die Azole (Triazole und Imidazole) die am stärksten vertretene Wirkstoffklasse, sowohl in Winterweizen (mittlerer Anteil in 2011–2014: 55%) als auch in Wintergerste (47%). In beiden Kulturen können Azole sowohl „solo“ als auch in Kombi-Präparaten ausgebracht werden. Für Fungizid-Anwendungen in der Schossphase werden bei Winterweizen bevorzugt Azol-Mittel (ohne Strobilurin- oder Carboxamidpartner) empfohlen, ebenso für späte Ährenbehandlungen. Dies erklärt den extrem hohen Anteil dieser Klasse im Fungizidbereich. In der Wintergerste kommen „Solo-Azole“ seltener, Kombinationsprodukte mit Strobilurin- oder Carboxamidpartner dagegen häufigerer zum Einsatz. Das wird wiederum durch die etwas höheren Anteile der letztgenannten Wirkstoffklassen im Wirkstoffranking Fungizide bei der Wintergerste widergespiegelt. Weiterhin ist in beiden Kulturen im Erhebungszeitraum bis 2013 ein steter Ersatz der Strobilurine durch die neuen, gegenüber einigen Pathogenen auch deutlich leistungsfähigeren Carboxamide erkennbar. Ab 2014 hat sich dieser Trend aber bei Winterweizen deutlich abgeschwächt, bei Wintergerste sogar umgekehrt. Ursachen dafür sind erste Resistenzen des Erregers der Netzflecken gegen Carboxamide, sowie die Gelbrostepidemie im Weizen im Jahr 2014. Beides lässt eine gewisse „Renaissance“ der Strobilurine erwarten (Weigand, 2014). Unter den weiteren Wirkstoffgruppen sind die Morpholine sowie die Mehltau-Spezialwirkstoffe (Metrafenone, Cyflufenamid und Proquinazid) ein vergleichbar starkes und zugleich über die Jahre recht stabiles Segment. Bei Wintergerste lässt sich der höhere Morpholin-Anteil im Jahre 2011 gut mit dem verstärkten Mehltauauftreten erklären. Eine vergleichsweise kleine, aus der Sicht des Resistenzmanagements allerdings sehr wichtige Wirkstoffklasse sind die Kontaktwirkstoffe, im Ranking vorwiegend mit dem Wirkstoff Chlorthalonil vertreten. Ihre Anwendung beschränkt sich auf die Zielpathogene *Septoria tritici* in Weizen und *Ramularia collo-cygni* in Gerste. Da Chlorthalonil in Deutschland nicht zur „Soloanwendung“ in der Gerste zugelassen ist, sondern nur in zwei Formulierungen mit Strobilurinen, erklärt dies auch den parallelen Verlauf beider Wirkstoffklassen in den vier Erhebungsjahren. Die Klasse der Anilinopyrimidine, einzig vertreten mit dem Wirkstoff Cyprodinil, taucht im Ranking bei Wintergerste erst seit dem Jahr 2013 auf, als ein neues Kombi-Präparat mit einem Carboxamidpartner erstmals vertrieben wurde.

Danksagung

Zunächst ist es dem Autor ein großes Bedürfnis seinen Co-Autoren aus den Amtlichen Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer zu danken. Schon bei der ersten Anfrage erklärten sich Stefania Kupfer, Gerhard Schröder, Stephan Weigand und Joachim Weinert bereit, an dieser Veröffentlichung mitzuarbeiten. Dank der Vermittlung dieser Kollegen konnten zusätzlich Michael Zellner, Stefan Krüssel und Dirk M. Wolber für die Mitwirkung an der Veröffentlichung gewonnen werden. Der gesamte Gliederungspunkt „Diskussion“ basiert ausschließlich auf den fachlich basierten Beiträgen der genannten Kollegen.

Desweiteren möchte der Autor dem Deutschen Bauernverband e.V. und den beteiligten Landesbauernverbänden als Vertragspartner bei den PAPA-Erhebungen in den fünf Ackerbaukulturen danken. Ein besonders großes „Dankeschön“ geht an alle regionalen PAPA-Beauftragten, ohne deren Mithilfe es unmöglich wäre, eine solche Erhebung durchzuführen, und für die diese Erhebun-

gen einen erheblichen zusätzlichen Arbeitsaufwand mit sich brachten. Die erforderlichen Verbindungen zu den Erhebungsbetrieben mussten geknüpft werden. Es war Überzeugungsarbeit zu leisten; die Landwirte mussten für die Projektteilnahme gewonnen werden und jedes Jahr erneut motiviert werden, weiter mitzumachen.

Und schließlich ist auch den an der Erhebung beteiligten Landwirten zu danken, die ja auf freiwilliger Basis ihre Daten zu den Pflanzenschutzmittelanwendungen in ihren Betrieben bereitstellen. Nur dank der entgegenkommenden Mitarbeit der angesprochenen Partner konnten die Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau erfolgreich durchgeführt werden bzw. können diese Erhebungen auch in den nächsten Jahren erfolgen.

Die dabei gewonnenen Daten und die darauf basierenden Analysen bilden eine wertvolle Grundlage nicht nur für weitere wissenschaftliche Auswertungen sondern vor allem auch für die Politikberatung und die Formulierung gesellschaftlicher Zielstellungen bezüglich eines umweltverträglichen und nachhaltigen Pflanzenschutzes.

Besondere Anerkennung verdient auch das große Engagement meiner Kollegin Frau Krammer bei der elektronischen Erfassung der übermittelten Erhebungsdaten. Dank ihrer ausgezeichneten Fachkenntnisse konnten bereits bei der Eingabe fachliche Probleme bzw. Fehler in den Daten erkannt und behoben werden.

Literatur

EU-Verordnung, 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden. Amtsblatt der Europäischen Union L 324/1.

Freier, B., 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2012. Analyse der Ergebnisse 200 bis 2012. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut Heft **172**, 111 S.

Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG) Bundesgesetzblatt, Jahrgang, 2012: Teil 1, Nr. 7, S. 148.

Jahn, M., C. Wagner, J. Sellmann, 2012: Ertragsverluste durch wichtige Pilzkrankheiten in Winterweizen im Zeitraum 2003 bis 2008 – Versuchsergebnisse aus 12 deutschen Bundesländern. Journal für Kulturpflanzen **64** (8), 273-285.

Kupfer, S., G. Schröder, 2014: Bedeutung der Bekämpfung von Blütenschädlingen. RAPS 2/2014, **32**. Jahrgang, 8-15.

Kupfer, S., G. Schröder, 2015: Ringversuch zu Blattkrankheiten in Mais. MAIS 2/2015, **42**. Jahrgang, 64-67.

Miedaner, T., K. Flath, A. Thate, 2015: Roste bekämpfen – Sortenresistenz und Fungizidstrategien bei Getreide. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 128 S.

Nechwatal, J., S. Wagner, M. Zellner, 2014: Pflanzenschutz-Rückblick 2014, Süddeutschland. Kartoffelbau **65** (12), 8-13.

Rossberg, D., 2013: Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis im Jahr 2011. Journal für Kulturpflanzen **65** (4), 141-151.

Weigand, S., 2014: Strobilurine sind wieder gefragt. Getreidemagazin 1/2014, **19**. Jahrgang, 36-45.

Zellner, M., 2012: Blattfleckenkrankheiten im Mais., MAIS 3/2012, **39**. Jahrgang, 123-125.

Zellner, M., 2013: Krautfäule – Behandlungstermin und Fungizidwahl sind entscheidend. Kartoffelbau **64** (5), 8-16.

Zellner, M., 2014: Alternaria: Strobi-Resistenz weitet sich aus. topagrar 5, 10-11.

Zellner, M., 2015: Schadrisiko im Raps minimieren. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt **204**, 36, 56.