

Dietmar Roßberg

Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis im Jahr 2011

Survey on application of chemical pesticides in Germany

141

Zusammenfassung

Frei verfügbare Informationen zur tatsächlichen Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft werden für eine Reihe von wissenschaftlichen Fragestellungen wie auch für die politische Argumentation dringend benötigt. Deshalb werden seit dem Jahr 2000 regelmäßig Erhebungen zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel (PSM) in den wichtigsten landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen Deutschlands durchgeführt (NEPTUN-Erhebungen). Diese werden seit 2011 unter veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen als PAPA-Erhebungen fortgesetzt. PAPA steht für **Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendungen**. Das heißt, es wurden kulturspezifische Netze von Erhebungsbetrieben geschaffen, in denen jährlich die PSM-Anwendungsdaten detailliert erfasst und in anonymisierter Form an das Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) weitergeleitet werden.

Bei der Auswahl der Kulturpflanzen (Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen, Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Tafelapfel, Hopfen und Wein) wurden diejenigen berücksichtigt, die die größte Relevanz für den nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) haben. Das bedeutet, dass die Anbaufläche der Kultur nicht das einzige ausschlaggebende Auswahlkriterium ist, sondern der mit ihrem Anbau verbundene Umfang von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen und das damit verbundene Risikopotential für die menschliche Gesundheit und den Naturhaushalt.

Alle Erhebungen und Auswertungen beziehen sich auf die Bundesrepublik Deutschland. Die Verteilung der Panel-Betriebe erfolgte proportional zur Verteilung der Anbauflächen pro Kultur.

Wie bereits in den NEPTUN-Erhebungen wurden die Kennziffern „Behandlungshäufigkeit“ und „Behandlungsindex“ berechnet und Rangfolgen für die Anwendung der jeweiligen Wirkstoffe erstellt.

Stichwörter: Pflanzenschutz, statistische Erhebung, Behandlungsindex, PAPA

Abstract

Freely available information on the actual use of chemical plant protection products (PPPs) in agriculture is highly necessary for a number of scientific questions and political argumentation. Therefore, since 2000, regular surveys of PPPs have been carried out for the most important agricultural and horticultural crops in Germany (NEPTUN projects). Since 2011, they have been continued under different legislative frameworks as PAPA surveys. PAPA stands for **panel pesticide applications**. A number of crop-specific networks of farms have been created, in which the PPP application data are recorded in detail annually. The data are forwarded in an anonymised form to the Julius Kühn-Institut (JKI).

The crops (winter wheat, winter barley, winter rye, corn, potatoes, sugar beets, apple, hops and vine) were selected for their relevance to the national action plan on

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

8. Februar 2013

the sustainable use of PPPs (NAP). This means, that the individual crop area is not the only important criterion for the selection, but also the intensity of chemical plant protection measures and the associated potential risk to human health and the environment.

All surveys and analyses relate to the Federal Republic of Germany. The distribution of the panel farms was proportional to the distribution of arable land per crop.

As in NEPTUN surveys, the indicators "treatment frequency" and "treatment index" were calculated and rankings of the active ingredients were determined per pesticide group.

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

Einleitung

Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der landwirtschaftlichen Praxis erfolgen durch das Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, bzw. dessen Vorgängerbehörde (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft) seit der Vegetationsperiode 1999/2000. Der an Pflanzenschutz interessierten Öffentlichkeit sind diese Aktivitäten unter dem Namen NEPTUN-Erhebungen bekannt. Bis zum Jahr 2003 wurden sie in enger Zusammenarbeit mit den Amtlichen Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer durchgeführt. Ab 2004 wurden dann berufsständische Verbände (Bundesfachgruppe Obstbau, Bundesfachgruppe Gemüsebau, Verband deutscher Hopfenpflanzer e.V., Deutscher Weinbauverband e.V.) und das Institut für Zuckerrübenforschung in Göttingen mit diesen Erhebungen beauftragt. Die Auswertungen der anonymisierten Daten erfolgte durch das JKI. Methodik und detaillierte Ergebnisse der NEPTUN-Erhebungen wurden in zahlreichen Veröffentlichungen dargestellt (siehe Gliederungspunkt „Literatur“).

Neben den NEPTUN-Erhebungen wurde im Rahmen des nationalen Aktionsplanes zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) ab 2007 ein Netz von Vergleichsbetrieben für den Ackerbau, Obst-, Gemüse-, Wein- und Hopfenbau durch die Pflanzenschutzdienste der Länder in enger Kooperation mit dem JKI aufgebaut und betrieben. Auch in diesem Vergleichsbetriebsnetz werden detaillierte Anwendungsdaten erhoben. Zusätzlich werden diese Daten durch Pflanzenschutzexperten der Länder auf betrieblicher Ebene hinsichtlich der Annäherung der Pflanzenschutzintensität an das notwendige Maß bewertet.

Ende des Jahres 2009 wurde das sogenannte Pflanzenschutzpaket der Europäischen Union verabschiedet. Dazu gehören unter anderem:

- die Richtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden (Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie)

- die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittel-Zulassungsverordnung) und
- die Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden (Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung).

Letztere fordert die Gewinnung von Daten und ihre Übermittlung an die Kommission (KOM) über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (jährlich ab 2011) und über die landwirtschaftliche Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (innerhalb eines Fünfjahreszeitraums für repräsentative Kulturen, erster Zeitraum 2010 bis 2014).

Das Legislativpaket weist wechselseitige Bezüge zwischen diesen Rechtsakten auf. Insbesondere dienen die zu erstellenden Statistiken zusammen mit anderen relevanten Daten den Zwecken der Artikel 4 und 15 der Rahmenrichtlinie. Nach Artikel 4 erlassen die Mitgliedsstaaten nationale Aktionspläne, u.a. zur Verringerung der Risiken und Auswirkungen der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln. Nach Artikel 15 enthalten die nationalen Aktionspläne Indikatoren zur Überwachung der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere sollen durch die Mitgliedsstaaten und die Europäische Kommission (KOM) auch harmonisierte Risikoindikatoren auf der Basis der nach der Statistikverordnung ermittelten Daten berechnet werden.

Dieser neue Rechtsrahmen erforderte in Verbindung mit der Modifizierung des nationalen Aktionsplans auch Veränderungen der Organisation der diesbezüglichen statistischen Erhebungen, um

- die Anforderungen der Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung zu erfüllen,
- den Informationsansprüchen des NAP zu genügen und
- die zusätzlichen Kosten für die Informationsgewinnung so gering wie möglich zu halten.

Darüber hinaus war es wichtig, unnötige Mehrbelastungen für Landwirtschaft und Gartenbau durch zusätzliche bürokratische Auflagen zu vermeiden.

Ein solches Vorgehen ist möglich, da die Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung ein breites Spektrum an methodischen Mitteln zulässt. Die beim JKI anfallenden Erhebungsdaten werden zusätzlich über Modelle und Expertenschätzungen mit den Verkaufsdaten abgeglichen und bilden dann eine administrative Datenquelle gemäß Artikel 3 Abs. 1, dritter und vierter Anstrich, der Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung.

Es wurde beschlossen, das Vergleichsbetriebsnetz und das NEPTUN-Programm zusammenzuführen mit dem Ziel, kulturspezifische Netze von Erhebungsbetrieben zu installieren (Panel), in denen **jährlich** Daten zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln detailliert erhoben werden. Bei der Gewinnung der zusätzlichen Erhebungsbetriebe war auf eine hinreichende regionale Verteilung zu achten. Das JKI wurde als zuständige Behörde für die Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung der Erhebungen benannt (vgl. Pflanzenschutzgesetz, § 21).

Zur Sicherstellung der Erhebungen hat das JKI entsprechende Verträge mit berufsständischen Verbänden abgeschlossen, um insbesondere die Anonymisierung der Daten sicher zu stellen. Es sind dieselben Partner wie bei den NEPTUN-Erhebungen (siehe oben). Hinzu kommt der Deutsche Bauernverband als verantwortliche Organisation für die Erhebungen in Ackerbaukulturen, außer Zuckerrüben. Die seit 2011 durchgeführten Erhebungen firmieren unter dem Namen PAPA (Panel Pflanzenschutzmittel-Anwendungen).

Methodik

Auswahl der Kulturen

Bei der Auswahl der Kulturpflanzen werden diejenigen berücksichtigt, die die größte Relevanz für den NAP haben. Das bedeutet, dass die Anbaufläche der Kultur nicht das einzige ausschlaggebende Auswahlkriterium war. Auch der mit dem Anbau der Kultur verbundene Umfang von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen und das damit verbundene Risikopotential für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, dessen weitere Reduzierung ein Hauptziel des nationalen Aktionsplanes ist, waren zu beachten. Diese Fokussierung auf den NAP entspricht auch dem Abschnitt 1 des Anhangs II der EU-Verordnung 1185/2009.

Tab. 1 zeigt die Verteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf die verschiedenen Kulturgruppen. Wiesen und Weiden sind trotz eines Anteils von ca. 25% an der landwirtschaftlich genutzten Fläche aus Pflanzenschutzsicht nicht relevant, da in dieser Kulturgruppe nur in Einzelfällen chemische Pflanzenschutzmittel angewandt werden. Die Kulturgruppen Gemüse, Wein, Obst und Hopfen haben dagegen nur einen kleinen Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Gesamtfläche. In diesen Kulturen erfolgt allerdings die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel deutlich intensiver als in der Mehr-

zahl aller Ackerbaukulturen, und sie sind in der Regel auf spezifische Regionen konzentriert. Sie sind deshalb trotz des geringen flächenmäßigen Anbauumfangs aus Pflanzenschutzsicht auch im Rahmen des NAP gemäß Artikel 4 der Richtlinie 2009/128/EG relevant und müssen in die Erhebungen einbezogen werden (Abschnitt 1, Anhang II der Statistikverordnung 1185/2009).

Tab. 2 zeigt die bzgl. ihrer Anbaufläche bedeutsamsten Ackerbaukulturen. Sie umfassen zusammen 87% der Gesamtfläche, die ackerbaulich genutzt wird. Der Pflanzenschutz Einsatz in Winterroggen, Triticale und Sommergerste unterscheidet sich kaum von dem in Wintergerste und wird durch sie ausreichend repräsentiert. Diese drei Kulturen wurden deshalb nicht in die PAPA-Erhebungen einbezogen.

Tab. 3 zeigt die bzgl. ihrer Anbaufläche wichtigsten Gemüsekulturen. Sie umfassen zusammen 60% der Gesamtanbaufläche für Gemüse. Die restliche Fläche teilen sich eine hohe Vielzahl kleinere (bzgl. Anbauflächen) Gemüsekulturen. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Gemüsekulturen steht weniger aus Sicht des Risikos für die Umwelt als vielmehr über die Pflanzenschutzmittelrückstände im Fokus. Deshalb ist hier ein repräsentatives Rückstandsmonitoring von primärem Interesse und nicht eine Anwendungserhebung.

Aufgrund dieser Tatsache und den Besonderheiten des Gemüseanbaus (starke Spezialisierung, teilweise Konzentration der Anbaufläche auf wenige Betriebe usw.), die den Aufbau eines Betriebspanels sehr erschweren, wurde entschieden, die Gemüsekulturen bei den PAPA-Erhebungen nicht zu berücksichtigen und nur gesonderte Erhebungen in ausgewählten Gemüsekulturen im 5-Jahres-Rhythmus nach der bewährten NEPTUN-Methodik durchzuführen.

Tab. 4 zeigt im oberen Teil die bzgl. ihrer Anbaufläche wichtigsten Baumobstkulturen. Der Apfel umfasst davon knapp 50% und stellt zusätzlich die pflanzenschutzintensivste Kultur dar. Er wurde deshalb als dominierender

Tab. 1. Landwirtschaftlich genutzte Flächen (Deutschland, 2008)

Kulturart	Tha	%
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	16925,7	100,0
darunter:		
Ackerland	11932,5	70,5
Wiesen und Weiden	4053,0	23,9
Gemüse	116,1	0,7
Wein	100,0	0,6
Obst	65,1	0,4
Hopfen	18,0	0,1

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3

Tab. 2. Nutzung des Ackerlands (Deutschland, 2008)

Kulturart	Tha	%
Ackerland	11932,5	100,0
darunter:		
Winterweizen	3163,9	26,5
Mais	2087,0	17,5
Wintergerste	1418,2	11,9
Raps	1404,7	11,8
Winterroggen	736,9	6,2
Sommergerste	543,5	4,6
Triticale	398,8	3,3
Zuckerrüben	369,3	3,1
Kartoffeln	259,8	2,2

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3

Vertreter des Baumobstes für die PAPA-Erhebungen ausgewählt.

Aus den obigen Überlegungen ergibt sich, dass die PAPA-Erhebungen zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in den folgenden neun landwirtschaftlichen Kulturen erfolgen: Winterweizen, Wintergerste, Wintererbsen, Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais, Äpfel, Hopfen und Wein.

Regionale Gliederung

Da die Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung nur nationale Aussagen verlangt, wird die Bundesrepublik Deutschland als einzige Erhebungsregion betrachtet. Aus arbeitsorganisatorischen und aus Kostengründen wurde darauf verzichtet, von vornherein weitergehende, auf kleinere Gebiete bezogene, repräsentative Aussagen anzustreben. Dennoch wurde bei der Zusammenstellung der kulturspezifischen Panels auf eine angemessene räumliche Verteilung geachtet. Das JKI hat entsprechende Vorgaben zur Verteilung der Panel-Betriebe proportional zur Verteilung der Anbauflächen pro Kultur abgeleitet (im Acker- und Obstbau: Anzahl pro Bundesland; im Weinbau: Anzahl pro Weinanbaugebiet; im Hopfen: Kon-

zentration auf die Region Hallertau). Ein Beispiel für die regionale Verteilung der Erhebungsbetriebe bezogen auf die seit 2007 gemeinsam mit den Kollegen vom Arbeitskreis „Koordinierung im Versuchswesen“ beim Verband der Landwirtschaftskammern definierten Boden-Klimaräume zeigt Abb. 1.

Insgesamt wurde pro Kultur ein Mindeststichprobenumfang von 100 Erhebungsbetrieben festgelegt, der auf Auswertungen zur Güte der in den NEPTUN-Erhebungen berechneten Kennziffer „Behandlungsindex“ basiert.

Auswahl der Betriebe

Die Betriebsauswahl für die kulturspezifischen Panels erfolgte durch die Vertragspartner des JKI nach den im Folgenden dargestellten Vorgaben. Für die 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

Tab. 3. Gemüsebau-Flächen (Deutschland, 2008)

Gemüseart	Tha	%
Gemüsefläche insgesamt	116,1	100,0
darunter:		
Spargel	21,6	18,6
Kopf-, Eis- und Blattsalate	13,5	11,6
Möhren	10,2	8,8
Zwiebeln	8,9	7,7
Weißkohl	6,8	5,9
Blumenkohl	4,8	4,1
Spinat	3,5	3,0

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3

Tab. 4. Obstbauflächen nach Kulturarten (Deutschland, 2008)

Kulturart	1000 ha	%
Obstbau insgesamt	65,1	100,0
darunter:		
Apfel	31,8	48,8
Birnen	2,1	3,2
Pflaumen	4,5	6,9
Süßkirschen	5,5	8,4
Sauerkirschen	3,4	5,2

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3, eigene Berechnungen

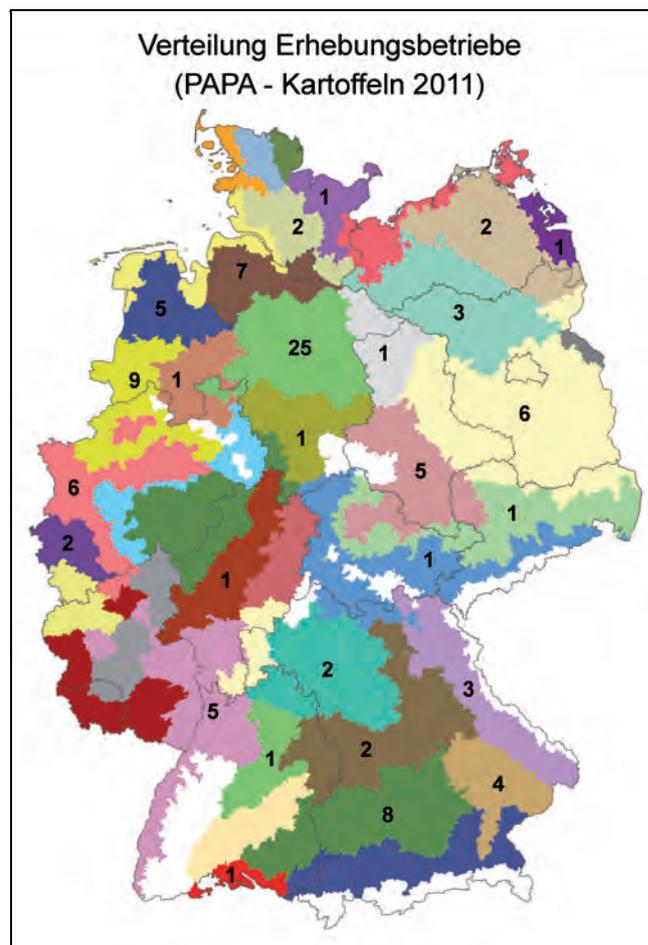


Abb. 1. PAPA 2011: Verteilung Erhebungsbetriebe Kartoffeln.

- keine Teilnahme an Förderprogrammen zur Reduzierung von PSM-Anwendungen
- kein ökologischer Landbau
- Bereitschaft zur freiwilligen und anonymisierten Weitergabe von Daten über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln an das JKI

Zu erhebende Daten

Bei den PAPA-Erhebungen werden Daten zu allen relevanten Pflanzenschutzmaßnahmen (einschließlich Nützlingseinsatz) erfasst. Alle Daten sind schlagspezifisch bzw. für Bewirtschaftungseinheiten (BWE) zu erfassen. Unter einer Bewirtschaftungseinheit werden die Flächen eines Betriebes zusammengefasst, auf denen die gleiche Fruchtart angebaut wird, die vergleichbare Standortverhältnisse aufweisen und die einheitlich bewirtschaftet werden. Außerdem müssen auf diesen Flächen auch die gleichen Pflanzenschutzmittelanwendungen erfolgen.

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. Zusätzlich werden analoge Angaben zur Saatgutbehandlung abgefragt.

Erhebungszeitraum

Als Erhebungszeitraum dient die Zeit von Aussaat bis zur Ernte der jeweiligen Kultur, wobei aussaatvorbereitende PSM-Anwendungen ebenfalls einbezogen werden. Bei den Dauerkulturen (Tafelapfel, Wein und Hopfen) ist der Erhebungszeitraum das Kalenderjahr.

Datenerfassung

Die Dokumentation der Einzeldaten erfolgt immer durch den Landwirt und/oder die im Betrieb dafür verantwortliche(n) Person(en). Diese Daten werden anschließend durch die von den Vertragspartnern benannten Regionalbetreuer gesammelt und in anonymisierter Form an das JKI weitergeleitet.

Für die Datenerfassung werden derzeit alle Formen für die Dokumentation der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen akzeptiert, wenn sie alle gewünschten Angaben enthalten.

Zentrale Datenspeicherung

Das Ziel der zentralen Speicherung besteht darin, die Formate für die jeweiligen Einzeldaten zu vereinheitlichen und damit die rechentechnischen Voraussetzungen für die Analyse der Daten herzustellen.

„Auf Papier“, als PDF-Datei oder als WORD-Datei übermittelte Erhebungsdaten werden elektronisch erfasst und

anschließend in eine ACCESS-Datenbank übertragen. Als EXCEL-Datei bereitgestellte Daten können in der Regel direkt in die ACCESS-Datenbank übernommen werden.

Anschließend werden verschiedene Plausibilitätstests zur Verifizierung der erfassten Daten durchgeführt, um eventuelle Widersprüche, Fehler oder Mängel in den Daten zu erkennen. Die entsprechenden Entscheidungen bzgl. der Korrektur solcher „Auffälligkeiten“ werden ausschließlich per Einzelfallprüfung 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 analog zu den Auswertungen bei den NEPTUN-Erhebungen die zwei Kennziffern Behandlungshäufigkeit und Behandlungsindex für die verschiedenen Kulturen berechnet. Zusätzlich wird ein Ranking bzgl. der eingesetzten Wirkstoffe für die Wirkstoffbereiche Herbizide, Fungizide und Insektizide/Akarizide ermittelt (bei einzelnen Kulturen auch für Wachstumsregler).

Behandlungshäufigkeit (BH). Als Behandlungshäufigkeit wird die Anzahl der durchgeführten PSM-Anwendungen bezogen auf die jeweilige Anbaufläche bezeichnet. Eine Behandlung erhält den Flächenkoeffizient „1“, wenn sie die gesamte Fläche des jeweiligen Schlags bzw. der jeweiligen Bewirtschaftungseinheit umfasst; auch dann, wenn mit dieser Maßnahme mehrere Pflanzenschutzmittel als Tankmischung ausgebracht werden. Sollte eine Maßnahme nur als Teilflächenbehandlung erfolgt sein, so ergibt sich der Flächenkoeffizient als Quotient von behandelter Fläche und Gesamtfläche der BWE. Die Summe aller diesbezüglichen Koeffizienten ergibt die Kennziffer „Behandlungshäufigkeit“ für den Schlag bzw. die BWE. Die Kennziffer „Behandlungshäufigkeit“ für den Betrieb bzw. für Deutschland ergibt sich aus dem einfachen arithmetischen Mittel der berechneten Behandlungshäufigkeiten der jeweiligen „Untereinheiten“.

Behandlungsindex (BI). Als Behandlungsindex wird die Anzahl der angewandten Pflanzenschutzmittel bezogen auf die zugelassene Aufwandmenge und die Anbaufläche bezeichnet. Für die Berechnung des Behandlungsindex wird jede Anwendung eines Pflanzenschutzmittels gesondert betrachtet; egal ob es als einzelne Applikation oder innerhalb einer Tankmischung ausgebracht wird. Zunächst wird für jede Anwendung eines Pflanzenschutzmittels erneut der Flächenkoeffizient ermittelt (siehe Behandlungshäufigkeit). Zusätzlich wird der dazugehörige Aufwandmengenkoeffizient als Quotient aus tatsächlicher Aufwandmenge und der im Pflanzenschutzmittelverzeichnis angegebenen maximalen indikationsbezogenen Aufwandmenge (im Weiteren als zugelassene Aufwandmenge bezeichnet) berechnet. Das Produkt der beiden Koeffizienten bezeichnen wir als Teilindex bezogen auf die gerade betrachtete Einzelanwendung. Die Summe dieser Teilindizes über alle durchgeführten Einzelanwen-

dungen auf dem Schlag oder der Bewirtschaftungseinheit ergibt dann den jeweiligen Behandlungsindex für diese Fläche. Die Aggregation dieser Indizes zu Kennziffern für den Betrieb bzw. für Deutschland erfolgt analog zu dem oben unter der Überschrift „Behandlungshäufigkeit“ beschriebenen Vorgehen.

Die Kennziffer „Behandlungsindex“ wird zusätzlich auch Wirkstoffbereich-bezogen berechnet. Der Behandlungsindex dient als quantitatives Maß zur Beschreibung der Intensität des chemischen Pflanzenschutzes und ist ein wichtiger Baustein des NAP.

Bei der Berechnung der Kennziffern „Behandlungshäufigkeit“ und „Behandlungsindex“ wird davon ausgegangen, dass erfahrungsgemäß das praktische Handeln des Betriebsleiters bzgl. der Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen vorwiegend vom Produktionsverfahren, vom Zeitpunkt und Höhe des Schaderregerauftritts und von seiner Risikobereitschaft, ein gewisses Schaderregerauftreten zu tolerieren, beeinflusst wird und dass die Größe der jeweiligen Anbaufläche nur eine untergeordnete Rolle spielt. Deshalb wurde auch die Methode „ungewichtetes arithmetisches Mittel“ für die „Zusammenfassung“ der berechneten Kennziffern gewählt.

Wirkstoff-Ranking. Dieses Ranking liefert in erster Linie Erkenntnisse zur Bedeutung der einzelnen Wirkstoffe. Aus dem Ranking lassen sich keine Aussagen zum Risikopotential für den Naturhaushalt ableiten.

Bei der Berechnung der Wirkstoff-Rangfolgen wird zunächst für jeden Wirkstoffbereich (Fungizide, Insektizide/Akarizide, Herbizide) die Anzahl aller dokumentierten PSM-Anwendungen ermittelt. Anschließend erfolgt das für jeden einzelnen Wirkstoff. Aus diesen Werten lässt sich der prozentuale Anteil des Wirkstoffs an allen Applikationen bzgl. des zugehörigen Wirkstoffbereiches berechnen und eine entsprechende Rangfolge ableiten.

Um die Bedeutung der angegebenen Wirkstoffe in ihrer absoluten Verwendung in den verschiedenen Kulturen darzustellen, wird zusätzlich die Kenngröße „Anwendung in % aller Erhebungsbetriebe“ ermittelt.

Kennziffern für EUROSTAT. In den Abschnitten 2 und 3 des Anhanges 2 der Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung wird festgelegt: Für jede ausgewählte Kulturpflanze werden die Menge jedes Wirkstoffes, der in den angewandten Pflanzenschutzmitteln enthalten ist, und die damit behandelte Fläche erfasst. Die Wirkstoffmengen werden in Kilogramm angegeben; die behandelten Flächen in Hektar.

„Behandlungsfläche“ ist dabei definiert als die Anbaufläche, auf der wenigstens einmal ein Pflanzenschutzmittel mit dem entsprechenden Wirkstoff angewandt wurde. Mehrfache Anwendungen eines Wirkstoffes auf ein und derselben Fläche führen damit nicht zu einer Erhöhung des Wertes „Behandlungsfläche“.

Grundlage für die Berechnung der gewünschten Kennziffern für Deutschland (Hochrechnung) bilden die Einzel-

informationen für die Schläge/BWE einer Kultur. Eine detaillierte Beschreibung des dafür entwickelten Algorithmus wird Gegenstand einer späteren Veröffentlichung sein.

Ergebnisse

Quantitative Angaben zum Umfang der Datenerhebung im Jahr 2011

2011 erfolgten die ersten Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis im Rahmen des PAPA-Projektes. Tab. 5 gibt einen Überblick über den Stichprobenumfang in den einzelnen Kulturen. 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.

Daten zur Saatgutbehandlung sind in die Werte in Tab. 5 nicht einbezogen.

Behandlungshäufigkeiten und Behandlungsindizes

Tab. 6 gibt einen Überblick über alle für Deutschland berechneten Behandlungshäufigkeiten. In Tab. 6 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 drei oder vier Wirkstoffbereich-

Tab. 5. Stichprobenumfänge bei den PAPA-Erhebungen im Jahr 2011

Kultur	Anzahl Betriebe	Anzahl Spritzfolgen*	Anzahl Datentupel
Ackerbau			
Kartoffeln	106	321	4221
Mais	102	408	1304
Wintergerste	104	400	2469
Winterraps	110	394	3467
Winterweizen	118	525	4364
Zuckerrüben	394	394	4622
Sonderkulturen			
Hopfen	81	253	3751
Tafelapfel	142	309	13324
Wein	102	149	3012

* Bei Zuckerrüben wurden grundsätzlich nur die Daten eines Schlages pro Betrieb erfasst.

Im Weinbau werden in der Regel auf allen Flächen eines Betriebes die gleichen PSM-Anwendungen durchgeführt. Die höhere Anzahl Spritzfolgen im Vergleich zur Anzahl Erhebungsbetriebe widerspiegelt hier lediglich, dass es entsprechende Ausnahmen gibt.

Tab. 6. Berechnete Behandlungshäufigkeiten für die PAPA-Erhebungen im Jahr 2011

Kultur	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler	Molluskizide
Ackerbau						
Kartoffeln	8,63	6,51	2,48	1,14	0,00	–
Mais	1,34	0,00	1,31	0,03	0,00	–
Wintergerste	3,39	1,59	1,61	0,39	1,08	–
Winterraps*	5,33	2,54	2,02	2,91	–	–
Winterweizen	3,94	1,91	1,70	0,83	1,33	–
Zuckerrüben	4,93	0,93	3,90	0,15	–	0,02
Sonderkulturen						
Hopfen	9,60	7,70	1,66	2,35	–	–
Tafelapfel	21,62	18,98	1,77	6,11	0,93	–
Wein	9,73	8,42	1,29	0,40	–	–

* Da in Raps bei einigen PSM (Caramba, Carax, Folicur, Matador, Tilmor) trotz aller Bemühungen nicht unterschieden werden kann, ob diese als Fungizid oder als Wachstumsregler oder als beides gleichzeitig ausgebracht wurden, wurden alle Fungizide und alle Wachstumsregler in die Wirkstoffbereich-Kategorie „F“ (Fungizide) eingestuft.

bezogenen Anwendungshäufigkeiten häufig größer ist als die für alle betrachteten Pflanzenschutzmittel berechnete Anwendungshäufigkeit. Dieser Fakt wird durch folgendes fiktives Beispiel verdeutlicht. Ein Landwirt bringt auf seiner gesamten Zuckerrübenanbaufläche eine Tankmischung bestehend aus zwei Herbiziden und einem Insektizid aus. Dann gilt für diese Maßnahme:

- a) Maßnahmen-Koeffizient (alle Mittel) = 1 (Wirkstoffbereich-unabhängig)
- b) Maßnahmen-Koeffizient (Herbizide) = 1
- c) Maßnahmen-Koeffizient (Fungizide) = 0

- d) Maßnahmen-Koeffizient (Insektizide) = 1
- e) Maßnahmen-Koeffizient (Molluskizide) = 0
- Summe von b) bis e) = 2

Tab. 7 gibt einen Überblick über alle für Deutschland berechneten Behandlungsindizes. Ein Vergleich mit den Zahlen aus Tab. 6 zeigt, dass die ermittelten Werte für den Behandlungsindex (insgesamt) in der Regel höher (Ausnahme: Zuckerrüben) sind als die Werte für die Behandlungshäufigkeit (insgesamt). Das ist ein Indiz dafür, dass bei einer PSM-Anwendung oftmals mehrere Mittel gleichzeitig als Tankmischung ausgebracht werden. Bei

Tab. 7. Berechnete Behandlungsindizes für die PAPA-Erhebungen im Jahr 2011

Kultur	insgesamt	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler	Molluskizide
Ackerbau						
Kartoffeln	10,82	7,80	1,88	1,14	0,00	–
Mais	1,89	0,00	1,85	0,03	0,00	–
Wintergerste	3,78	1,32	1,54	0,35	0,58	–
Winterraps*	6,18	1,57	1,67	2,93	–	–
Winterweizen	4,86	1,71	1,63	0,81	0,71	–
Zuckerrüben	3,72	0,92	2,61	0,17	–	0,01
Sonderkulturen						
Hopfen	10,93	7,66	0,50	2,76	–	–
Tafelapfel	33,07	25,85	1,78	4,99	0,45	–
Wein	15,33	14,65	0,34	0,34	–	–

* Da in Raps bei einigen PSM (Caramba, Carax, Folicur, Matador, Tilmor) trotz aller Bemühungen nicht unterschieden werden kann, ob diese als Fungizid oder als Wachstumsregler oder als beides gleichzeitig ausgebracht wurden, wurden alle Fungizide und alle Wachstumsregler in die Wirkstoffbereich-Kategorie „F“ (Fungizide) eingestuft.

Zuckerrüben hingegen liegt der Schwerpunkt auf der Unkrautbekämpfung, die nahezu ausschließlich im Splitting-Verfahren erfolgt; d.h. die maximal zugelassene Aufwandmenge für die einzelnen Herbizide wird auf mehrere Anwendungen verteilt.

Zudem belegen die Zahlen auch die altbekannte Tatsache, dass in den Sonderkulturen die Pflanzenschutzintensität wesentlich höher ist als im Ackerbau. Lediglich beim Anbau von Kartoffeln sind hier höhere Kennziffern zu beobachten. Diese sind den zahlreichen PSM-Anwendungen zur Vermeidung des Auftretens der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) geschuldet.

Rangfolgen von Wirkstoffen

Tab. 8 zeigt am Beispiel „Fungizide in Kartoffeln“ die Darstellung der berechneten Rangfolgen. Weitere Beispiele werden unter dem Gliederungspunkt „Diskussion“ zu finden sein. Eine komplette Darstellung des Wirkstoff-Rankings für alle Kulturen würde den Rahmen dieser Veröffentlichung sprengen.

Saatgutbehandlungen

Auf eine Auswertung der Daten zur Saatgutbehandlung wurde bisher verzichtet, da die Angaben dazu für alle Ackerbaukulturen (mit Ausnahme von Zuckerrüben) im ersten Erhebungsjahr nur sehr lückenhaft vorlagen. In den kommenden Jahren soll der Bereitstellung dieser Daten erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Tab. 8. PAPA 2011: Wirkstoff-Ranking (Deutschland, Fungizide, Kartoffeln)

Wirkstoffname	Anteil an Wirkstoffbereich [%]	Anwendung in [%] aller Erhebungsbetriebe
Mancozeb	19,4	84,0
Fluazinam	18,9	89,6
Propamocarb	8,6	69,8
Fluopicolide	8,4	69,8
Cyazofamid	7,7	54,7
Cymoxanil	5,3	40,6
Metalaxyl-M	5,2	51,9
Mandipropamid	4,7	43,4
Dimethomorph	4,3	32,1
Azoxystrobin	4,2	40,6
Benthiavalicarb	3,9	26,4
Famoxadone	2,4	19,8
Zoxamide	1,6	7,6
Pyraclostrobin	1,6	17,0
Boscalid	1,6	17,0
Chlorthalonil	0,8	2,8
Maneb	0,7	10,4

nur Wirkstoffe mit einem Anteil an der Wirkstoffgruppe $\geq 0,7\%$ aufgelistet

EU-Hochrechnungen

Anhang II, Abschnitt 5 der Pflanzenschutzmittel-Statistikverordnung sieht je einbezogene Kultur die Übermittlung von Daten für einen Bezugszeitraum (in Abschnitt 4 definiert als „grundsätzlich ein Zeitraum von maximal zwölf Monaten, der alle Pflanzenschutzmaßnahmen in direktem oder indirektem Bezug zu der betreffenden Kulturpflanze abdeckt“) je Fünfjahreszeitraum vor. Deutschland wird dies durch Bildung eines mehrjährigen Mittels von hintereinander liegenden jährlichen Datenerhebungen erreichen. Dadurch wird die vorgesehene relativ niedrige jährliche Stichprobenzahl (ca. 100 Betriebe pro Kultur pro Jahr) erhöht und die einzelnen Beobachtungswerte bekommen bei der Hochrechnung nicht mehr ein so hohes Gewicht. Der Standardfehler für selten angewandte Wirkstoffe wird erniedrigt und die Schwankungen des Anwendungsumfanges, vor allem bei Fungiziden und Insektiziden, die durch unterschiedliche Witterungsverläufe in den verschiedenen Jahren verursacht werden, werden besser ausgeglichen.

Demzufolge wurde für das erste Erhebungsjahr noch keine entsprechende Hochrechnung erstellt. Wie das Ergebnis einer solchen Hochrechnung aussehen könnte, zeigt Tab. 9.

Diskussion

Pflanzenschutzintensität

Die auf der Basis der Erhebungen berechneten Kennziffern Behandlungsindex und Behandlungshäufigkeit sind auf die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln orientierte Indikatoren. Sie sind geeignet für die Bewertung und Beschreibung von Trends der Intensität der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel; NICHT für die Darstellung des potentiellen Risikos von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen für Mensch, Tier oder Naturhaushalt. Die Beschreibung und Darstellung der „Intensitäts-Trends“ ist auch Bestandteil des nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Dabei ist man sich bewusst, dass

Tab. 9. Hochrechnung zur Anwendung von PSM-Wirkstoffen in Kartoffeln (fiktives Beispiel)

Wirkstoffname	behandelte Fläche [ha] (Hochrechnung für DE)	WS-Menge [kg oder l] (Hochrechnung für DE)
Metribuzin	237046	90091
Mancozeb	216122	704467
Fluazinam	212607	84258
Fluopicolide	210567	28667
Propamocarb	210567	250837
weitere 36 Wirkstoffe

die ermittelten Kennziffern jeweils nur den Status quo der Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im jeweiligen Erhebungsjahr in den betrachteten Kulturen darstellen und demzufolge je nach Schaderregerdruck und Wetterbedingungen entsprechend schwanken werden.

Für alle Ackerbaukulturen (außer Zuckerrüben) ist allerdings die Darstellung eines solchen Trends im Moment nicht möglich, da kein ausreichendes Datenmaterial aus der Vergangenheit vorliegt. Es stehen lediglich die im Rahmen der NEPTUN-Erhebungen 1999/2000 erhobenen bzw. berechnenden Werte zur Verfügung. Diese eignen sich als Vergleichswerte nicht bzw. nur bedingt, weil diese Erhebung aus heutiger Sicht als erste Erhebung dieser Art noch mit ein paar methodischen Mängeln durchgeführt wurde, die zu einer leichten tendenziellen Unterschätzung der Pflanzenschutzintensität und somit zu etwas niedrigeren Werten bei den berechneten Kennziffern führten. Fundierte Aussagen zur Trendentwicklung sind hier auf der Basis von PAPA-Daten sicher erst nach der dritten, vierten Erhebung (also 2015) möglich.

Auch die im Rahmen der Arbeiten zum Vergleichsbetriebsnetz (FREIER et al., 2012) berechneten Kennziffern eignen sich nur bedingt als Vergleichswerte zu den PAPA-Ergebnissen. Im Jahr 2011 zeigte sich zum Beispiel, dass die dort berechneten Behandlungsindizes für die verschiedenen Ackerbaukulturen alle höher lagen als die im PAPA-Projekt berechneten. Sollte sich dieses Bild in den Folgejahren wiederholen, ist eine wissenschaftliche Untersuchung bezüglich der Ursachen für diese Abweichungen unerlässlich. Im Moment lässt sich lediglich spekulativ vermuten, dass die unterschiedliche Stichprobenauswahl (Wahl der Erhebungsbetriebe) und kleinere, fachlich bedingte Unterschiede bei der Berechnung der Behandlungsindizes zu den verschiedenen Werten führen. Allerdings konnte FREIER aufgrund seiner fünfjährigen Datenreihen schon erste Trendaussagen zu PSM-Anwendungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps formulieren, die voraussichtlich durch die PAPA-Daten in Zukunft bestätigt werden können:

- Die jährlichen Schwankungen der Behandlungsindizes erwiesen sich als moderat und selten signifikant.
- Trends hinsichtlich Ab- oder Zunahme der Pflanzenschutzintensität waren zumeist nicht zu erkennen.

Zu ähnlichen Ergebnissen führt auch der Vergleich der BI-Werte aus den NEPTUN-Erhebungen in Zuckerrüben

und in den Sonderkulturen, fortgeschrieben mit den Werten der PAPA-Erhebung 2011 (Tab. 10).

Die etwas höheren Behandlungsindizes im Jahr 2011 bei Tafeläpfeln und Wein sind eindeutig auf das witterungsbedingt verstärkte Auftreten von Pilzkrankheiten und die dadurch bedingte häufigere Anwendung von Fungiziden zurückzuführen.

Wie bereits aus den NEPTUN-Erhebungen und aus den Untersuchungen im Vergleichsbetriebsnetz bekannt, ist auch im ersten Jahr der PAPA-Erhebungen sehr deutlich geworden, dass es nach wie vor erhebliche Streuungen in der Pflanzenschutzintensität zwischen den einzelnen Erhebungsbetrieben gibt. In Abb. 2 wird diese Aussage am Beispiel von Winterraps verdeutlicht.

Es ist zu vermuten, dass in einigen der sechs Betriebe mit einem BI > 9 auf die eine oder andere PSM-Anwendung hätte verzichtet werden können. Auf der anderen Seite ist es denkbar, dass in den Betrieben mit einem BI < 3,5 die Pflanzenschutzintensität in Hinsicht auf Effizienz und Ertragssicherung möglicherweise etwas zu niedrig lag. Da aber im PAPA-Projekt keine Daten zur Ertragshöhe und zu Qualitätsparametern des Erntegutes vorliegen, bleiben beide obige Aussagen nur Mutmaßungen und könnten lediglich im Rahmen einer intensiven Pflanzenschutzberatung näher untersucht werden.

Rangfolgen von Wirkstoffen

In den Tab. 11 und 12 sind exemplarisch zwei weitere Beispiele für die ermittelten Wirkstoffrankings dargestellt.

In allen Kulturen und in allen Wirkstoffbereichen ergibt sich ein ähnliches Bild: Zwei, drei, manchmal vier Wirkstoffe werden jeweils bevorzugt angewendet. Insgesamt lässt sich aber auch feststellen, dass in den betrachteten Kulturen eine Vielfalt von fungiziden, herbiziden und insektiziden Wirkstoffen zur Verfügung stand und appliziert wurde. Durch diesen praktizierten Wirkstoffwechsel wird sowohl eine Resistenzbildung der Schadorganismen in Bezug auf einzelne Wirkstoffe erschwert als auch eine verstärkte Exposition der Umwelt durch ein und denselben Wirkstoff vermieden.

Obige Aussage zur Verfügbarkeit der Wirkstoffe schließt natürlich nicht aus, dass derzeit für einzelne Anwendungsgebiete kein geeignetes Pflanzenschutzmittel zugelassen ist und damit eine „Bekämpfungslücke“ besteht. Die Identifizierung solcher Lücken ist allerdings auf der Basis der PAPA-Daten nicht möglich.

Tab. 10. Vergleich Behandlungsindizes-Jahreswerte

Kultur	2011	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2001
Zuckerrüben	3,7	3,3		3,3		2,7			
Hopfen	10,9		12,8			12,4			
Tafelapfel	33,1			29,9			27,6		28,0
Wein	15,3	14,2			13,4			13,1	

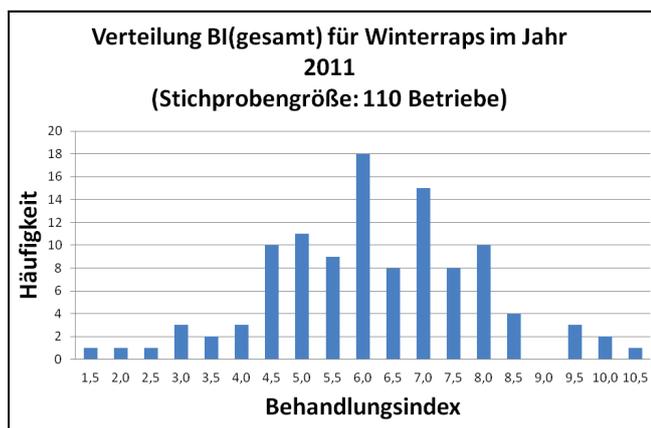


Abb. 2. Behandlungsdizes-Klassifizierung (Winterraps 2011).

Tab. 11. PAPA 2011: Wirkstoff-Ranking (Deutschland, Herbizide, Mais)

Wirkstoffname	Anteil an Wirkstoffbereich [%]	Anwendung in [%] aller Erhebungsbetriebe
Terbuthylazin	20,47	84,31
Bromoxynil	18,50	65,69
Nicosulfuron	11,00	50,00
Mesotrione	6,94	42,16
S-Metolachlor	5,36	32,35
Topramezone	4,79	29,41
Dimethenamid-P	4,68	29,41
Tembotrione	4,12	10,78
Prosulfuron	3,50	22,55
Rimsulfuron	3,16	10,78
Pethoxamid	3,10	12,75
Glyphosat	3,05	23,53
Foramsulfuron	2,93	14,71
Iodosulfuron	2,93	14,71
Sulcotrion	1,64	17,0
Bentazon	1,52	4,90
Dicamba	1,18	10,78

nur Wirkstoffe mit einem Anteil an der Wirkstoffgruppe $\geq 1\%$ aufgelistet

Danksagung

An dieser Stelle ist es dem Autor ein Bedürfnis, den Verbänden der Landwirte, die als Vertragspartner in die PAPA-Erhebungen einbezogen sind, zu danken. Ein besonders großes „Dankeschön“ geht an alle regionalen PAPA-Beauftragten, ohne deren Mithilfe es unmöglich wäre, eine solche Erhebung durchzuführen, und für die gerade der Aufbau der kulturspezifischen Panel einen erheblichen zusätzlichen Arbeitsaufwand mit sich brachte.

Tab. 12. PAPA 2011: Wirkstoff-Ranking (Deutschland, Insektizide, Raps)

Wirkstoffname	Anteil an Wirkstoffbereich [%]	Anwendung in [%] aller Erhebungsbetriebe
Thiacloprid	25,27	69,09
Etofenprox	14,87	48,18
lambda-Cyhalothrin	12,75	45,45
alpha-Cypermethrin	15,73	44,55
beta-Cyfluthrin	7,04	26,36
tau-Fluvalinat	4,38	17,27
Bifenthrin	5,24	15,45
Deltamethrin	4,38	12,73
Acetamiprid	3,83	10,91
Indoxacarb	2,58	10,00
zeta-Cypermethrin	2,35	9,09

nur Wirkstoffe mit einem Anteil an der Wirkstoffgruppe $\geq 1\%$ aufgelistet

Die erforderlichen Verbindungen zu den Erhebungsbetrieben mussten geknüpft werden. Es war Überzeugungsarbeit zu leisten; die Landwirte mussten für die Projektteilnahme gewonnen werden.

Und schließlich ist auch den am Projekt 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 konnte die Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Jahr 2011 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 bzgl. eines umweltverträglichen und nachhaltigen Pflanzenschutzes.

Besondere Anerkennung verdient auch das große Engagement meiner Kolleginnen Frau KRAMMER, Frau SCHNEIDER und Frau FUNKE bei der elektronischen Erfassung der übermittelten Erhebungsdaten. Dank ihrer guten Fachkenntnisse konnten bereits bei der Eingabe fachliche Probleme bzw. Fehler in den Daten erkannt und behoben werden.

Literatur

Weiterführende Literatur

EU-Verordnung 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden. Amtsblatt der Europäischen Union L 324/1.
Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG). Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2012, Teil 1, Nr. 7, S. 148.

NEPTUN-Abschlussberichte

- ROSSBERG, D., V. GUTSCHE, S. ENZIAN, M. WICK, 2002: NEPTUN 2000 – Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. Berichte aus der BBA, H. **98**, 27 S.
- ROSSBERG, D., 2003: NEPTUN 2001 – Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren. Berichte aus der BBA, H. **122**, 24 S.
- ROSSBERG, D., 2004: NEPTUN 2003 – Erhebung der tatsächlichen Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Weinbau. Berichte aus der BBA, H. **124**, 18 S.
- ROSSBERG, D., 2006: NEPTUN 2004 Obstbau – Erhebung von Daten zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Berichte aus der BBA, H. **129**, 18 S.
- ROSSBERG, D., 2006: NEPTUN 2005 – Hopfen. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Berichte aus der BBA, H. **136**, 12 S.
- ROSSBERG, D., 2006: NEPTUN 2005 – Zuckerrüben. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Berichte aus der BBA, H. **137**, 37 S.
- ROSSBERG, D., 2007: NEPTUN 2005 – Zierpflanzenbau. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Berichte aus der BBA, H. **138**, 18 S.
- ROSSBERG, D., 2007: NEPTUN 2005 – Gemüsebau. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Berichte aus der BBA, H. **139**, 66 S.
- ROSSBERG, D., R. IPACH, 2007: NEPTUN 2006 – Weinbau. Statistische Erhebung zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis. Berichte aus der BBA, H. **140**, 16 S.
- ROSSBERG, D., E. LADEWIG, P. LUKASHYK, 2008: NEPTUN 2007 – Zuckerrüben. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **145**, 44 S.
- ROSSBERG, D., 2009: NEPTUN 2007 – Obstbau. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **147**, 71 S.
- ROSSBERG, D., 2009: NEPTUN 2008 – Hopfen. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **150**, 17 S.

- ROSSBERG, D., 2010: NEPTUN 2009 – Wein. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **151**, 19 S.
- ROSSBERG, D., E.-H. VASEL, E. LADEWIG, 2010: NEPTUN 2009 – Zuckerrübe. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **152**, 45 S.
- ROSSBERG, D., 2010: NEPTUN 2009 – Gemüse. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **153**, 72 S.

Nationaler Aktionsplan

- Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, Beschluss der Bundesregierung vom 10. April 2013; Bundesanzeiger, Amtlicher Teil, 15.05.2013, B1
- HOMMEL, B., 2012: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – Bericht 2008 bis 2011. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **165**, 162 S.

Abschlussberichte Vergleichsbetriebe

- FREIER, B., B. PALLUTT, M. JAHN, J. SELLMANN, V. GUTSCHE, W. ZORNACH, 2008: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2007. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **144**, 53 S.
- FREIER, B., B. PALLUTT, M. JAHN, J. SELLMANN, V. GUTSCHE, W. ZORNACH, E. MOLL, 2009: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **149**, 64 S.
- FREIER, B., J. SELLMANN, J. SCHWARZ, M. JAHN, E. MOLL, V. GUTSCHE, W. ZORNACH, 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2009. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **156**, 83 S.
- FREIER, B., J. SELLMANN, J. SCHWARZ, M. JAHN, E. MOLL, V. GUTSCHE, W. ZORNACH, 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2010. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2010. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **161**, 86 S.
- FREIER, B., J. SELLMANN, J. SCHWARZ, B. KLOCKE, E. MOLL, V. GUTSCHE, W. ZORNACH, 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Jahresbericht 2011. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, H. **166**, 104 S.