

Bearbeitet von/ Compiled by:

Silke Dachbrodt-Saaydeh¹, Jörg Sellmann², Jörn Strassemeyer¹,
Jürgen Schwarz¹, Bettina Klocke¹, Sandra Krenzel¹,
Hella Kehlenbeck¹

Unter Mitwirkung von/ in collaboration with:

Anita Herzer¹, Ute Müller¹, Andreas Schober¹

und der
Pflanzenschutzdienste der Länder

**Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz
Zwei-Jahresbericht 2015 und 2016
Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2016**

Network of reference farms for plant protection
Bi-Annual Report 2015 and 2016
Analysis of Results of 2007 to 2016

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

¹Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

²Zentrale DV-Gruppe, Kleinmachnow

Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

194



Kontaktadresse/ Contact

Silke Dachbrodt-Saaydeh

Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Institut für Strategien und Folgenabschätzung

Stahnsdorfer Damm 81

14532 Kleinmachnow

Telefon +49 (0) 033203 48-0

Telefax +49 (0) 033203 48-425

Wir unterstützen den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen.

Die Berichte aus dem Julius Kühn-Institut erscheinen daher als OPEN ACCESS-Zeitschrift.

Alle Ausgaben stehen kostenfrei im Internet zur Verfügung:

<http://www.julius-kuehn.de> Bereich Veröffentlichungen – Berichte.

We advocate open access to scientific knowledge. Reports from the Julius Kühn Institute are therefore published as open access journal. All issues are available free of charge under <http://www.julius-kuehn.de> (see Publications – Reports).

Herausgeber / Editor

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig, Deutschland

Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Braunschweig, Germany

Vertrieb

Saphir Verlag, Gutsstraße 15, 38551 Ribbesbüttel

Telefon +49 (0) 5374 6576

Telefax +49 (0) 5374 6577

verlag@saphirverlag.de

ISSN 1866-590X

DOI 10.5073/berjki.2018.194.000



Dieses Werk ist lizenziert unter einer

[Creative Commons – Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen – 4.0 Lizenz.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

This work is licensed under a [Creative Commons – Attribution – ShareAlike – 4.0 license.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Danksagung

Das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz erhebt seit nunmehr 10 Jahren Daten und Informationen zur Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Diese Fülle an Informationen, Aus- und Bewertungen ist nahezu einmalig in Europa.

Der erfolgreiche Betrieb des Netzes Vergleichsbetriebe seit dem Jahr 2007 war nur möglich durch die intensive Mitwirkung der Länder. Den Pflanzenschutzdiensten der Länder und ihren Experten sind wir für ihr Engagement sowie die konstruktive Zusammenarbeit zu besonderem Dank verpflichtet, ebenso wie allen Praktikern für ihre Mitwirkung und ihr Vertrauen. Weiterhin danken wir dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die finanzielle Unterstützung des Projektes Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz.

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 3 |
| 2. Der Indikator Behandlungsindex und das notwendige Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln | 4 |
| 3. Konzept | 5 |
| 4. Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe | 6 |
| 5. Anwendung der JKI-Schlagkartei, Aufbau einer Oracle-Datenbank und methodische Ansätze der Datenanalyse | 11 |
| 6. Ergebnisse | 13 |
| 6.1 Ackerbau | 13 |
| 6.1.1 Datengrundlage | 13 |
| 6.1.2 Behandlungsindices | 15 |
| 6.1.2.1 Winterweizen | 15 |
| 6.1.2.2 Wintergerste | 20 |
| 6.1.2.3 Winterraps | 25 |
| 6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps | 30 |
| 6.1.2.5 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps | 33 |
| 6.1.2.6 Weitere Kulturen | 36 |
| 6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen | 39 |
| 6.1.3.1 Übersicht | 39 |
| 6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen | 40 |
| 6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex | 41 |
| 6.1.5.1 Schlaggröße | 41 |
| 6.1.5.2 Betriebsgröße | 41 |
| 6.1.5.3 Ackerzahl | 42 |
| 6.1.5.4 Ertrag | 42 |
| 6.1.5.5 Vorfrucht | 43 |
| 6.1.5.6 Bodenbearbeitung | 45 |
| 6.1.5.7 Aussattermin | 46 |
| 6.1.5.8 Einfluss der Sorte | 47 |
| 6.1.5.9 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen | 50 |
| 6.1.6 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen | 50 |
| 6.1.6.1 Winterweizen | 51 |
| 6.1.6.2 Wintergerste | 55 |
| 6.1.6.3 Winterraps | 58 |
| 6.1.6.4 Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps | 62 |
| 6.1.6.5 Weitere Kulturen | 63 |
| 6.2 Freilandgemüsebau | 66 |
| 6.2.1 Datengrundlage | 66 |
| 6.2.2 Behandlungsindices | 67 |
| 6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen | 72 |
| 6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen | 73 |

| | |
|--|-----|
| 6.3 Obstbau | 80 |
| 6.3.1 Datengrundlage..... | 80 |
| 6.3.2 Behandlungsindices | 80 |
| 6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen | 84 |
| 6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen | 84 |
| 6.4 Weinbau | 88 |
| 6.4.1 Datengrundlage..... | 88 |
| 6.4.2 Behandlungsindices | 88 |
| 6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen | 90 |
| 6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen | 90 |
| 6.5 Hopfenbau | 93 |
| 6.5.1 Datengrundlage..... | 93 |
| 6.5.2 Behandlungsindices | 93 |
| 6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen | 94 |
| 6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen | 95 |
| 7. Berechnung des Umweltrisikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben mittels SYNOPS | 98 |
| 7.1 Methode..... | 98 |
| 7.1.1 Datenbasis | 98 |
| 7.1.2 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung..... | 99 |
| 7.1.3 Aggregation der Risikowerte je Applikationsmuster | 102 |
| 7.1.4 Räumliche Aggregation der Risikowerte | 102 |
| 7.2 Ergebnisse..... | 102 |
| 7.2.1 Risikoindizes für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps | 105 |
| 7.2.1.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen | 105 |
| 7.2.1.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden..... | 107 |
| 7.2.2 Relative Risikotrends für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps..... | 110 |
| 7.2.2.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen | 110 |
| 7.2.2.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden..... | 111 |
| 7.2.3 Risikoindizes für Tafelapfel und Wein | 112 |
| 7.2.3.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen | 112 |
| 7.2.3.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden..... | 115 |
| 7.2.4 Relative Risikotrends für Apfel und Wein..... | 117 |
| 7.2.4.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen | 117 |
| 7.2.4.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden..... | 119 |
| 7.3 Diskussion der Risikoanalyse..... | 119 |
| 8. Zusammenfassung..... | 121 |
| 9. Abstract..... | 122 |
| 10. Literaturverzeichnis | 124 |
| 11. Anlagen..... | 127 |

1. Einleitung

Im April 2013 wurde der **Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)** von der Bundesregierung beschlossen (Anonymus, 2013). Er stellt die Weiterentwicklung des NAP aus dem Jahr 2008 dar (Anonymus, 2008). Ziel des NAP ist, die mit der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verbundenen Risiken und Auswirkungen für die menschliche Gesundheit und den Naturhaushalt weiter zu reduzieren. Insbesondere ist die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu begrenzen.

Der NAP schließt die Anwendung von unterschiedlichen Indikatoren ein. Als Indikator für die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen dient der **Behandlungsindex**. Dieser Indikator (Indikator 28) wird als Werkzeug zur Beschreibung des Status quo der Behandlungsintensität in der jeweiligen Kultur in dem Erhebungsjahr eingesetzt. Die Daten werden aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz und dem Betriebspanel für die Statistikverordnung (EG) Nr. 1185/2009 (PAPA) gewonnen.

Ziel des im Jahr 2007 etablierten **Netze Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz** ist es nicht nur, jährliche **Daten zur Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln** in Kulturen und Regionen zu gewinnen, sondern die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln fachlich im Hinblick auf die **Einhaltung des notwendigen Maßes** zu bewerten. Die Daten geben somit eine Orientierung für das notwendige Maß in einer Kultur im jeweiligen Jahr und tragen zur Identifizierung von eventuellen Reduktionspotentialen bei. Sie leisten zudem einen entscheidenden Beitrag zur Transparenz im Pflanzenschutz. Deshalb wurde im NAP auch die Quote der Einhaltung des notwendigen Maßes als Indikator fixiert (Indikator 10).

Bislang liegen zum Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresberichte für die Jahre 2007 bis 2014 vor (Freier et al., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015). Im vorliegenden Zweijahresbericht 2015 und 2016 wurden die wesentlichen Ergebnisse der nunmehr 9- bzw. 10-jährigen Datenerhebungen der Jahre 2007 bis 2016 dargelegt. Der Bericht informiert außerdem über Ergebnisse besonderer Analysen, die auf der Grundlage der 10-jährigen Daten durchgeführt wurden.

2. Der Indikator Behandlungsindex und das notwendige Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Im Rahmen des Dialoges zur Pflanzenschutzpolitik in Deutschland in den Jahren 2002 und 2003 wurde Übereinstimmung erzielt, für die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln den Indikator Behandlungsindex zu verwenden. Er wurde erstmalig in Dänemark verwendet (Kudsk, 1989) und wird seitdem häufig als geeigneter Indikator der Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität vorgeschlagen und benutzt (Sattler et al., 2007, Bürger et al., 2008). Er wird im englischen Sprachraum zumeist als „Treatment Frequency Index“ bezeichnet. In Großbritannien wurde er als „Number of full doses“ eingeführt (Ferguson und Evans, 2010).

*Der **Behandlungsindex (BI)** stellt die Anzahl von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen auf einer betrieblichen Fläche, in einer Kultur oder in einem Betrieb unter Berücksichtigung von reduzierten Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar, wobei bei Tankmischungen jedes Pflanzenschutzmittel gesondert zählt (Anonymus, 2008).*

Bei der Berechnung des Behandlungsindexes ist zu beachten, dass die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels in der höchsten für das betreffende Anwendungsgebiet (Zielorganismus an der Kultur) zugelassenen Aufwandmenge mit 1,0 bewertet wird. Erfolgt eine Reduzierung der Aufwandmenge z. B. um die Hälfte, verringert sich der Behandlungsindex auf 0,5. Erfolgt die Applikation nur auf einem Teil der betrachteten Fläche, z. B. auf 50 % der Fläche, verringert sich der Behandlungsindex ebenfalls auf 0,5. Entsprechend der Anzahl der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen pro Anbaujahr werden die Werte addiert. Mittelt man diese Indices für eine gewählte Einheit (z. B. Deutschland, Erhebungsregion, Betrieb), lässt sich bei entsprechend hohen Stichprobenzahlen ein repräsentativer Behandlungsindex für diese Einheit berechnen.

Der integrierte Pflanzenschutz schließt ein, dass *die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird (Anonymus, 2012)*. Deshalb ist die Einhaltung des notwendigen Maßes ein wichtiger Gradmesser für die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes in der Praxis.

*Das **notwendige Maß** bei der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln beschreibt die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den Anbau der Kulturpflanzen, besonders auch vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit, zu sichern. Dabei wird vorausgesetzt, dass alle anderen praktikablen Möglichkeiten zur Abwehr und Bekämpfung von Schadorganismen ausgeschöpft und die Belange des Verbraucher- und Umweltschutzes sowie des Anwenderschutzes ausreichend berücksichtigt werden (Anonymus, 2013).*

Das notwendige Maß widerspiegelt das Prinzip „So viel wie nötig und so wenig wie möglich“ und ist keine starre Größe. Es wird von vielen objektiven Bedingungen, insbesondere vom Schaderregerauftreten und den damit verbundenen erwarteten wirtschaftlichen Verlusten sowie den Kosten für Pflanzenschutzmaßnahmen bestimmt. Das notwendige Maß unterscheidet sich somit nicht nur zwischen Kulturen, sondern auch zwischen den Jahren und Regionen und kann sogar zwischen einzelnen Schlägen innerhalb eines Betriebes variieren.

3. Konzept

Das Ziel des Netze Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz beinhaltet 2 Aspekte:

1. Jährliche Ermittlung der Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (Behandlungsindex) auf einzelnen Feldern bzw. Kulturen eines Betriebes.

Bei genügend großen Stichproben lassen sich für Deutschland und einzelne Regionen Mittelwerte und Streuungen ermitteln und weitere statistische Analysen vornehmen.

2. Fachliche Auswertung der festgestellten Pflanzenschutzintensität im Zusammenhang mit Hintergrundinformationen insbesondere zu den jahresspezifischen Bedingungen.

Bei der fachlichen Bewertung der Pflanzenschutzintensitäten geht es darum, jede einzelne Pflanzenschutzmaßnahme entsprechend der konkreten Situation im Hinblick auf das notwendige Maß einzuschätzen. Die mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder abgestimmten Bewertungskriterien finden sich in der Anlage 1.

Aus den Daten, den statistischen Analysen und den fachlichen Bewertungen zur Einhaltung des notwendigen Maßes können retrospektiv Korridore des notwendigen Maßes im jeweiligen Jahr abgeleitet und objektive Einflüsse (z. B. Witterung, Schaderregerauftreten, Kosten und Erlöse, Beratungsangebote) und subjektive Einflüsse (z. B. Kenntnisse, Risikoverhalten) auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen regional bzw. jahresspezifisch identifiziert werden. Die Erkenntnisse werden längerfristig helfen, den Pflanzenschutz noch stärker auf das notwendige Maß und insgesamt auf das Konzept des integrierten Pflanzenschutzes unter Beachtung regionaler Bedingungen auszurichten.

Die Organisation und Auswertung der Daten der Vergleichsbetriebe des Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz (nachfolgend „Vergleichsbetriebe“) erfolgen durch die Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes und das Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow. Im Mittelpunkt stehen folgende Aufgaben:

- Jährliche Erfassung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Kulturen (in der Regel jeweils 3 Felder bzw. Bewirtschaftungseinheiten) und anderer Pflanzenschutz relevanter Informationen und ihre Dokumentation in speziellen Schlagkarteien,
- Zusammenstellung der Daten in einer Oracle-Datenbank und Berechnung der Behandlungsindices,
- Bewertung der einzelnen Anwendungen vor allem im Hinblick auf das notwendige Maß,
- Durchführung statistischer Analysen,
- Publikation der Ergebnisse in anonymisierter Form.

Die teilnehmenden Betriebe und Pflanzenschutzdienste der Länder erhalten eine Aufwandsentschädigung.

In folgenden Bereichen wurden Vergleichsbetriebe eingerichtet: Ackerbau (Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, teilweise auch andere Kulturen), Freilandgemüsebau (Frischkohl, Möhren, Spargel, Zwiebel), Obstbau (Tafelapfel), Weinbau und Hopfenbau.

4. Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe

Es wurden repräsentative Betriebe aller Produktionsrichtungen in einer möglichst gleichmäßigen Verteilung über Deutschland ausgewählt. Im Ackerbau wurde eine gleichmäßige Verteilung der Vergleichsbetriebe auf die Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) in Anlehnung an Roßberg et al. (2007) angestrebt, wobei in allen Erhebungsregionen möglichst mindestens 3 Betriebe mit den Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps zur Verfügung stehen sollten. In allen anderen Produktionsbereichen sollten alle wichtigen Anbauggebiete der betreffenden Kultur relativ repräsentativ vertreten sein. Außerdem wurden 4 Großregionen (Norden, Osten, Süden, Westen) definiert, um großregionale Vergleiche auf der Grundlage solider Stichproben zu ermöglichen. Abbildung 1 (rechts) veranschaulicht die Erhebungsregionen Ackerbau bzw. die Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen. Abbildung 1 (links) veranschaulicht, ohne Angabe des genauen Standortes, die Verteilung aller Vergleichsbetriebe im Jahr 2016.

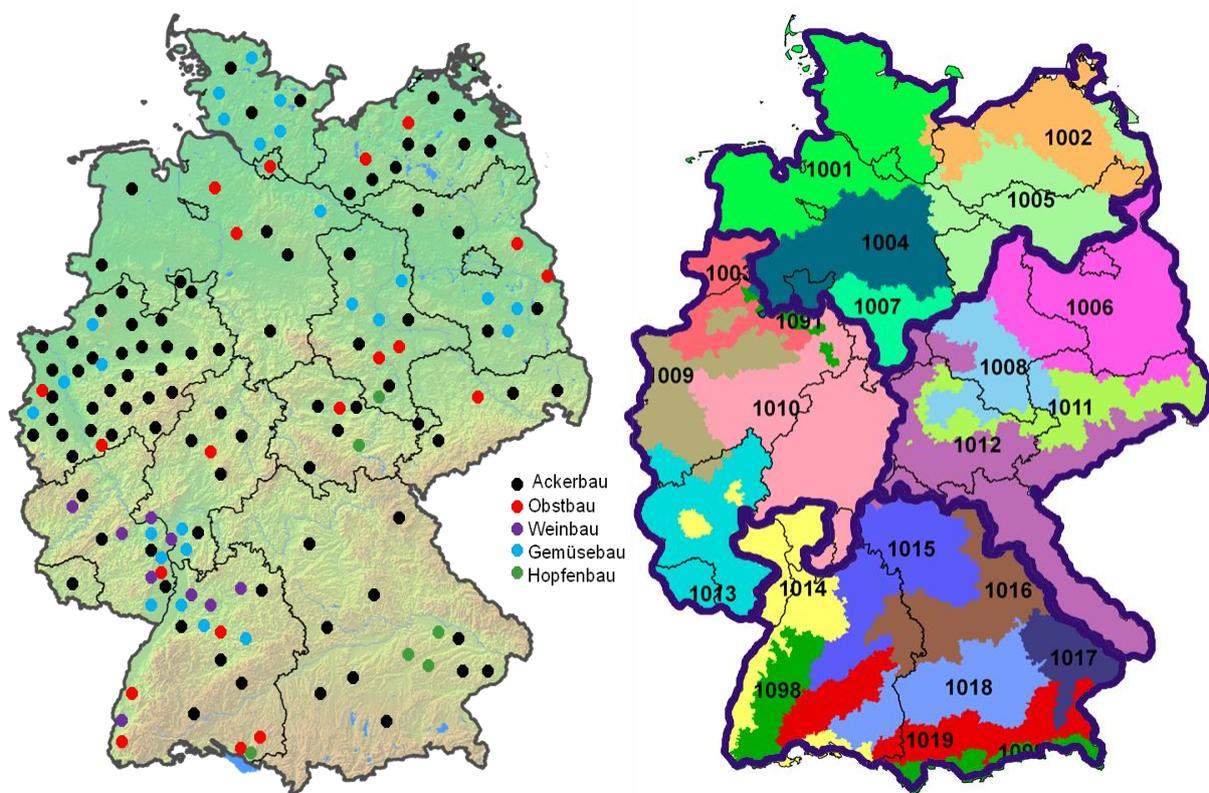


Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe in Deutschland im Jahr 2016 (links), die Erhebungsregionen Ackerbau und die Großregionen Norden, Osten, Süden, Westen im Ackerbau (rechts)

Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg (2008, schriftl. Mitteilung)

Die nachfolgenden Tabellen 1 bis 5 informieren über die Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2016 in den Ländern.

Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau

| Land | ERA ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|------|------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| BB | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 1005 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 1006 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| BW | | 3 | 5 |
| | 1014 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1015 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1019 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| BY | | - | - | - | 10 |
| | 1012 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1015 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1016 | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1017 | - | - | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 1018 | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1019 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HE | | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | 1010 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 1014 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| MV | | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 |
| | 1002 | 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| | 1005 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| NI | | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| | 1001 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 1003 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1004 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 1007 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| NW | | 20 | 25 | 27 | 28 | 27 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| | 1003 | 5 | 5 | 9 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| | 1004 | - | - | - | 5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| | 1007 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 1009 | 6 | 6 | 7 | 10 | 10 | 15 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | 1010 | 5 | 14 | 11 | 8 | 10 | 11 | 11 | 10 | 11 | 10 |
| RP | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 1013 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1014 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| SH | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 1001 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| SL | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1013 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Land | ERA ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|------|------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| SN | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| | 1011 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| | 1012 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1 | 1 |
| ST | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 1005 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1006 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1008 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TH | | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | 1008 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 1011 | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1012 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

¹ Erhebungsregionen nach Roßberg (2008, schriftl. Mitteilung)

Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau

| Land | ERA ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|---|------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Möhren (vorrangig Bundmöhren) | | | | | | | | | | | |
| BB | | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1006 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| NI | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1005 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| NW | | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| | 1003 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 | 1 |
| | 1009 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | - | 1 |
| | 1010 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RP | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| | 1014 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| SH | | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 1001 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Frischkohl (Weißkohl, Rotkohl, Spitzkohl, Wirsing) | | | | | | | | | | | |
| BW | | - | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1014 | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1015 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| NW | | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| | 1003 | - | 1 | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - |
| | 1009 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 1010 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SH | | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 1001 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

| Land | ERA ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Spargel | | | | | | | | | | | |
| BB | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 1006 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| BW | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1014 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HE | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1014 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RP | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1014 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ST | | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1006 | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1008 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Zwiebeln | | | | | | | | | | | |
| HE | | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1014 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ST | | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1008 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

¹ Erhebungsregionen nach Roßberg (2008, schriftl. Mitteilung)

Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel)

| Land | Anbaugebiet (Nr.) ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| BB | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Havel/Spree/Oder (08) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| BW | | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | Bodensee/Oberschwaben (01) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Rheingraben (02) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Neckar (03) | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HH | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Niederelbe (06) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| HE | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Südhessen (14) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| MV | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Östliches Norddeutschland (07) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| NI | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | Niederelbe (06) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| NW | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Rheinland (11) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

| Land | Anbaugebiet (Nr.) ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| RP | | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Rheinessen/Pfalz (04) | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SN | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | Elbe/Mulde (09) | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| ST | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| TH | | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13) | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

¹ Anbaugebiete nach Roßberg (2009)

Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau

| Land | Anbaugebiet (Nr.) ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| BW | | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Baden (02) | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Württemberg (13) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| HE | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Rheingau (09) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RP | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Mosel (06) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Nahe (07) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Pfalz (08) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Rheinessen (10) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

¹ Anbaugebiete nach Anonymus (1996)

Tab. 5: Vergleichsbetriebe im Hopfenbau

| Land | Anbaugebiet (Nr.) ¹ | Anzahl Vergleichsbetriebe | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| BW | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Tettngang (02) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| BY | | - | - | - | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Hallertau (05) | - | - | - | - | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ST | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Elbe-Saale (03) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TH | | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Elbe-Saale (04) | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

¹ Anbaugebiete nach eigener Festlegung

5. Anwendung der JKI-Schlagkartei, Aufbau einer Oracle-Datenbank und methodische Ansätze der Datenanalyse

Die speziell für die Vergleichsbetriebe entwickelten Schlagkarteien, Anlage 2 und 3 zeigen Beispiele, wurden sowohl von den Bearbeitern der Länder als auch seitens des JKI auf Plausibilität geprüft und wenn nötig in Absprache mit den Ländern ergänzt bzw. korrigiert. Die laut Indikationszulassung maximal möglichen Aufwandmengen wurden für jede einzelne Maßnahme ergänzt.

Zur Speicherung der Daten und zur Berechnung der Behandlungsindices wurde eine relationale *Oracle Database 10g* verwendet. Der Aufbau der Oracle-Datenbank „Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz“ ist dem Jahresbericht 2007 zu entnehmen (Freier et al., 2008).

Folgende Datenanalysen wurden durchgeführt:

a) Berechnung der Behandlungsindices in allen Kulturen

Die Behandlungsindices wurden für alle Pflanzenschutzmaßnahmen und Schläge und alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgut-behandlungen) berechnet und in den folgenden unterschiedlichen Skalen zusammengefasst (Mittelwerte, Standardabweichungen):

Deutschland (DE) (alle Schläge bzw. Bewirtschaftungseinheiten der Vergleichsbetriebe in Deutschland).

Im Ackerbau außerdem:

Großregion Ackerbau (alle Schläge in einer Großregion Ackerbau). Wie bereits erwähnt, wurden aus den 19 Erhebungsregionen Ackerbau 4 Großregionen, Norden (N), Osten (O), Süden (S) und Westen (W), gebildet (siehe Abbildung 1, rechts).

| | | |
|----------------|-------------------|------------------------------------|
| Norden: | Erhebungsregionen | 1001, 1002, 1004, 1005, 1007 |
| Osten: | Erhebungsregionen | 1006, 1008, 1011, 1012 |
| Süden: | Erhebungsregionen | 1014, 1015, 1016, 1017, 1018, 1019 |
| Westen: | Erhebungsregionen | 1003, 1009, 1010, 1013. |

Im Obstbau außerdem:

Großregion Obstbau (alle Schläge in einer Großregion Obstbau). Es wurden aus den 14 Anbaugebieten Obstbau (siehe Tabelle 3) 3 Großregionen, Norden, Mitte und Süden, gebildet, wobei nicht aus allen Anbaugebieten Vergleichsbetriebe gewonnen werden konnten.

| | | |
|----------------|--------------|----------------|
| Norden: | Anbaugebiete | 06, 07, 08 |
| Mitte: | Anbaugebiete | 09, 11, 13, 14 |
| Süden: | Anbaugebiete | 01, 02, 03. |

Die Mittelwertberechnung erfolgte grundsätzlich über die Grundgesamtheit aller Maßnahmen in der Oracle-Datenbank. Da die Werte mit nur einer Kommastelle berechnet wurden, entstanden innerhalb der Tabellen zuweilen unerhebliche Abweichungen durch Rundungen.

Geringfügige Abweichungen der Werte des vorliegenden Berichtes zu den Vorjahresberichten entstanden durch nachfolgende Fehlerbeseitigung.

b) Analyse der Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge in allen Kulturen

Die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge (%) wurde für alle Kulturen nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge (\%)} = \frac{\text{real angewendete Aufwandmenge}}{\text{maximal zulässige Aufwandmenge}} \times 100$$

So erhält man einen Wert zwischen 0 und 100 %. Dieser kann nur im Falle einer Überdosierung > 100 % sein.

c) Analyse von Teilflächenbehandlungen im Ackerbau

d) Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex im Ackerbau

Es wurden unterschiedliche Faktoren, die im Zusammenhang mit dem Behandlungsindex stehen können, geprüft. Diese Untersuchungen konzentrierten sich zum Teil nur auf einzelne Kulturen, einzelne Jahre und einzelne Kategorien.

- Schlaggröße
- Betriebsgröße
- Ackerzahl
- Ertrag
- Vorfrucht
- Bodenbearbeitung
- Aussattermin
- Sorte

e) Analyse der Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in allen Kulturen durch die Pflanzenschutzdienste der Länder

Hinweise zu den statistischen Analysen:

Die verwendeten statistischen Testverfahren waren der Welch-Test (t-Test mit ungleichen Varianzen) zum Vergleich der Mittelwerte zweier und das Simulate-Verfahren zum Vergleich der Mittelwerte mehrerer Stichproben. Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0,05$ festgelegt. Zudem erfolgten Korrelationsanalysen, um Zusammenhänge zwischen Einflussgrößen und dem Behandlungsindex zu ermitteln. Die Untersuchung von Trends der Behandlungsindices über den Untersuchungszeitraum wurde mit der Regressionsanalyse (ProcReg) vorgenommen. Die statistischen Analysen erfolgten mit dem Programmpaket SAS®9.4 Version M4.

Die wesentlichen Ergebnisse wurden im Text zusammengefasst sowie die Mittelwerte und Streuungen (Standardabweichungen) genannt. Die Ergebnisse der statistischen Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Stichproben (z. B. der Jahre oder Regionen) und der Korrelations- bzw. Regressionsanalysen zum Einfluss bestimmter Größen (x) auf den Behandlungsindex (y) wurden dargestellt.

6. Ergebnisse

6.1 Ackerbau

6.1.1 Datengrundlage

Wie aus der Tabelle 1 zu entnehmen ist, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz im Ackerbau in den Jahren 2007 bis 2016 66, 73, 76, 87, 86, 88, 89, 90, 88 bzw. 89 Betriebe beteiligt. Die Anzahl der insgesamt ausgewerteten Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen zeigt Tabelle 6. Für die Großregion Süden ist zu beachten, dass vor 2010 nur aus einem Teil der zu dieser Großregion gehörenden Erhebungsregionen Daten vorlagen.

Tab. 6: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Ackerbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen)

| Großregion | Winterweizen | Wintergerste | Winterraps | Sonstige |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| <u>2007</u> | | | | |
| DE | 179 (1671) | 110 (749) | 137 (1031) | 84 (731) |
| N | 59 (686) | 37 (295) | 56 (478) | 20 (203) |
| O | 41 (315) | 24 (140) | 41 (282) | 3 (14) |
| S | 15 (91) | 7 (38) | 4 (19) | 14 (115) |
| W | 64 (579) | 42 (276) | 36 (252) | 47 (399) |
| <u>2008</u> | | | | |
| DE | 204 (2101) | 154 (1207) | 143 (1168) | 97 (739) |
| N | 56 (700) | 43 (401) | 53 (502) | 14 (131) |
| O | 41 (332) | 41 (303) | 41 (318) | 2 (11) |
| S | 23 (173) | 12 (79) | 5 (39) | 16 (150) |
| W | 84 (896) | 58 (424) | 44 (309) | 65 (447) |
| <u>2009</u> | | | | |
| DE | 226 (2189) | 177 (1262) | 154 (1340) | 133 (872) |
| N | 57 (656) | 44 (389) | 53 (519) | 12 (118) |
| O | 44 (339) | 40 (271) | 45 (382) | 6 (28) |
| S | 25 (212) | 14 (71) | 7 (59) | 18 (148) |
| W | 100 (982) | 79 (531) | 49 (380) | 97 (578) |

| Großregion | Winterweizen | Wintergerste | Winterraps | Sonstige |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <u>2010</u> | | | | |
| DE | 246 (2258) | 198 (1377) | 168 (1513) | 165 (1007) |
| N | 64 (739) | 56 (446) | 59 (607) | 19 (131) |
| O | 47 (401) | 38 (287) | 47 (432) | 6 (18) |
| S | 47 (339) | 37 (216) | 20 (134) | 38 (266) |
| W | 88 (779) | 67 (428) | 42 (340) | 102 (592) |
| <u>2011</u> | | | | |
| DE | 244 (2190) | 186 (1318) | 166 (1516) | 176 (1220) |
| N | 58 (650) | 44 (365) | 55 (598) | 12 (130) |
| O | 45 (352) | 36 (277) | 47 (413) | 8 (32) |
| S | 48 (343) | 34 (193) | 16 (115) | 40 (314) |
| W | 93 (845) | 72 (483) | 48 (390) | 116 (744) |
| <u>2012</u> | | | | |
| DE | 230 (2120) | 167 (1256) | 175 (1652) | 225 (1500) |
| N | 60 (635) | 41 (366) | 51 (551) | 20 (157) |
| O | 43 (362) | 32 (254) | 44 (417) | 12 (56) |
| S | 47 (345) | 33 (201) | 23 (153) | 40 (289) |
| W | 80 (778) | 61 (435) | 57 (531) | 153 (998) |
| <u>2013</u> | | | | |
| DE | 257 (2479) | 178 (1253) | 177 (1693) | 210 (1453) |
| N | 60 (712) | 41 (313) | 53 (561) | 24 (156) |
| O | 44 (394) | 33 (279) | 45 (444) | 10 (37) |
| S | 48 (387) | 37 (214) | 24 (187) | 36 (291) |
| W | 105 (986) | 67 (447) | 55 (501) | 140 (969) |
| <u>2014</u> | | | | |
| DE | 261 (2762) | 199 (1491) | 192 (1848) | 182 (1452) |
| N | 58 (744) | 45 (420) | 57 (672) | 22 (149) |
| O | 46 (427) | 39 (292) | 47 (461) | 8 (41) |
| S | 49 (355) | 45 (258) | 25 (173) | 29 (244) |
| W | 108 (1236) | 70 (521) | 63 (542) | 123 (1018) |

| Großregion | Winterweizen | Wintergerste | Winterraps | Sonstige |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 2015 | | | | |
| DE | 248 (2515) | 199 (1486) | 164 (1732) | 209 (1482) |
| N | 48 (635) | 36 (327) | 46 (596) | 20 (165) |
| O | 45 (430) | 38 (305) | 48 (509) | 9 (54) |
| S | 49 (386) | 41 (242) | 22 (183) | 38 (290) |
| W | 106 (1064) | 84 (612) | 48 (444) | 142 (973) |
| 2016 | | | | |
| DE | 241 (2576) | 189 (1451) | 176 (1635) | 214 (1579) |
| N | 56 (749) | 45 (386) | 55 (625) | 32 (206) |
| O | 41 (374) | 36 (285) | 41 (393) | 4 (30) |
| S | 46 (379) | 38 (258) | 21 (146) | 40 (327) |
| W | 98 (1074) | 70 (522) | 59 (471) | 138 (1016) |
| 2007-2016 | 2336 (22861) | 1757 (12850) | 1652 (15128) | 1695 (12035) |

Zur Spalte „Sonstige“ gehören folgende weitere Kulturen, für die allerdings in den einzelnen Jahren unterschiedliche Datensätze vorlagen:

Ackerbohne, Ackerfutter, Dinkel, Erbsen, Grassamen, Hafer, Kartoffeln, Lupine, Luzerne, Mais, Sojabohnen, Sommergerste, Sommerweizen, Triticale, Winterroggen, Zuckerrüben.

Die Daten dieser Kulturen wurden ebenfalls aufbereitet und in die Datenbank aufgenommen. In dem vorliegenden Bericht wurden nur die Daten zu den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben dokumentiert, da bei den restlichen Kulturen zu kleine Stichproben vorlagen. Aufgrund dessen erfolgte die Auswertung der sonstigen Kulturen nicht in Bezug auf die Großregionen, sondern nur zusammengefasst für Deutschland.

6.1.2 Behandlungsindices

6.1.2.1 Winterweizen

Die Tabelle 7 informiert über die Gesamt-Behandlungsindices im Winterweizen in den Jahren 2007 bis 2016 als Mittelwert aller Vergleichsbetriebe.

Tab. 7: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5,7 | 6,2 | 5,8 | 5,4 | 5,6 | 5,6 | 6,0 | 6,4 | 6,1 | 6,5 |

Die Tabellen 8 und 9 geben eine Übersicht über die berechneten Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien und insgesamt im Winterweizen. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Die Box-Whisker-Plots (Abbildung 2) veranschaulichen die Streuung der Behandlungsindices zwischen den Feldern und den Bereich, in dem 50 % der Werte liegen, beispielhaft bei den Herbiziden und Fungiziden in den Großregionen in den Jahren 2007 bis 2016.

Bei einem Vergleich der Großregionen fielen in den 10 Jahren die zumeist signifikant geringeren Gesamt-Behandlungsindices im Süden und Osten gegenüber jenen im Norden und Westen auf. Diese Unterschiede waren begründet in dem signifikant höheren Fungizid-, Insektizid- und Wachstumsregler-BI im Norden und Westen. Die Behandlungsintensitäten waren in der Region Süden bis auf die Fungizide geringer als im Osten. Für die Herbizide ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Regionen feststellen.

Untersucht man die Gesamt-Behandlungsindices im Winterweizen von 2007 – 2016 ließ sich über alle Regionen keine abnehmende oder ansteigende Tendenz der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen beobachten. Bei einem Vergleich der Großregionen waren signifikant ansteigende Trends in der Intensität der Fungizidanwendungen in den Großregionen Osten und Süden festzustellen. Die Intensität der Herbizidanwendungen stieg in den Großregionen Norden und Osten signifikant, hingegen nahm sie in der Region Westen signifikant ab. Für die Insektizidanwendungen ließ sich in der Region Osten ein signifikant abnehmender Trend feststellen. Die Regionen Süden und Westen wiesen signifikante Zunahmen der Intensität der Anwendung von Wachstumsreglern auf.

Die Fungizidanwendungen gingen in den Jahren 2015 und 2016 gegenüber dem Jahr 2014, bis auf die Region Süden, wieder leicht zurück. Im Jahr 2015 lagen die Behandlungsindices der Großregionen Osten und Süden signifikant unter denen im Norden und Westen. Im Jahr 2016 war der Behandlungsindex in der Region Osten signifikant kleiner als die Behandlungsindices der anderen Großregionen.

In der Kategorie der Herbizide fielen im Jahr 2015 der signifikant höhere Behandlungsindex in der Region Osten im Vergleich zu den kleineren Behandlungsindices im Süden und Westen auf. Im Jahr 2016 unterschied sich der Herbizid-BI in der Region Westen mit den geringsten Werten signifikant von den übrigen Regionen.

Die kleineren Behandlungsindices der Insektizide im Süden in den Jahren 2015 und 2016 unterschieden sich signifikant von den Behandlungsindices der Großregionen Norden und Westen.

Die Intensität der Anwendung von Wachstumsreglern unterschied sich signifikant zwischen allen Großregionen in allen Jahren mit der höchsten Intensität in der Region Norden und der geringsten in der Region Süden.

Die hohen Standardabweichungen und großen Wertebereiche (siehe Box-Whisker-Plots) bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien, aber vor allem bei Herbiziden und Fungiziden, in allen 10 Jahren verweisen auf große Wertevarianzen zwischen den Schlägen innerhalb der Großregionen.

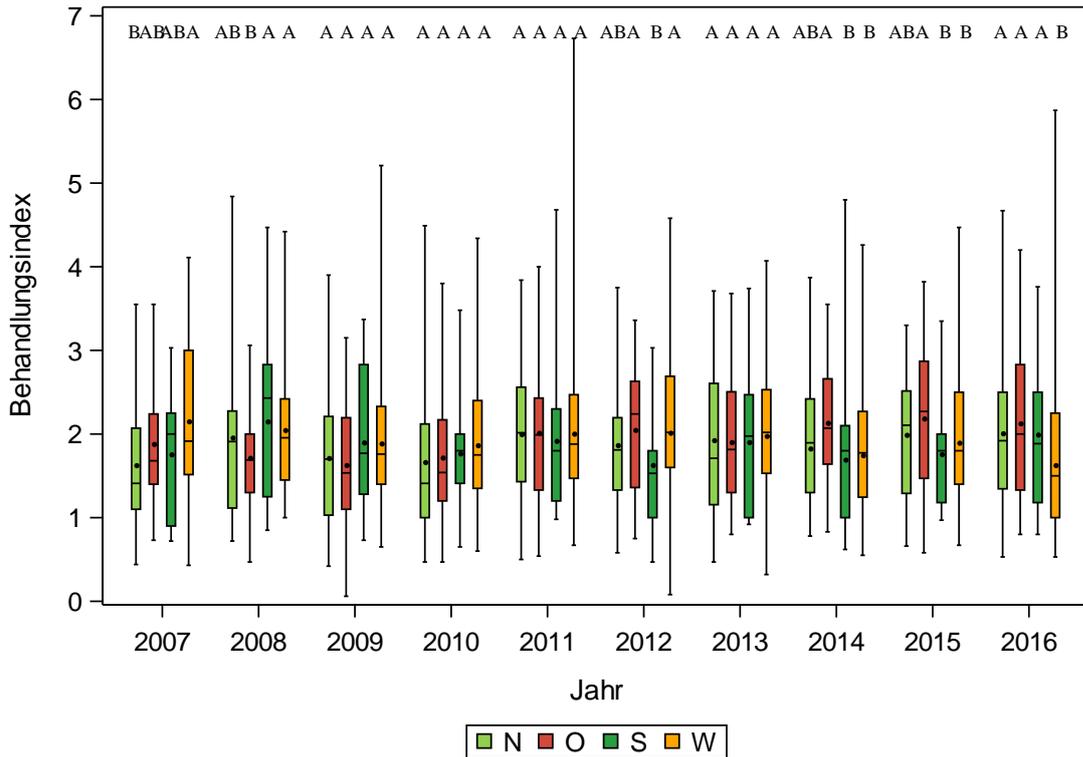
Tab. 8: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Herbizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,9 (0,8) | 2,0 (0,8) | 1,8 (0,8) | 1,8 (0,7) | 2,0 (0,9) | 1,9 (0,8) | 1,9 (0,7) | 1,8 (0,7) | 1,9 (0,7) | 1,9 (0,8) | 1,9 (0,8) |
| N | 1,6 (0,7) | 2,0 (1,0) | 1,7 (0,7) | 1,7 (0,8) | 2,0 (0,8) | 1,9 (0,7) | 1,9 (0,8) | 1,8 (0,6) | 2,0 (0,7) | 2,0 (0,8) | 1,9 (0,8) |
| O | 1,9 (0,7) | 1,7 (0,5) | 1,6 (0,7) | 1,7 (0,7) | 2,0 (0,8) | 2,1 (0,7) | 1,9 (0,7) | 2,1 (0,7) | 2,2 (0,8) | 2,1 (0,9) | 1,9 (0,7) |
| S | 1,8 (0,7) | 2,2 (0,9) | 1,9 (0,8) | 1,8 (0,6) | 1,9 (0,8) | 1,6 (0,7) | 1,9 (0,7) | 1,7 (0,8) | 1,8 (0,6) | 2,0 (0,8) | 1,8 (0,7) |
| W | 2,2 (0,9) | 2,1 (0,6) | 1,9 (0,8) | 1,9 (0,7) | 2,0 (1,0) | 2,0 (0,9) | 2,0 (0,7) | 1,8 (0,7) | 1,9 (0,7) | 1,6 (0,8) | 1,9 (0,8) |
| Fungizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,9 (0,8) | 2,2 (0,8) | 2,0 (0,6) | 1,9 (0,7) | 1,8 (0,7) | 2,0 (0,7) | 2,2 (0,7) | 2,7 (0,9) | 2,4 (0,8) | 2,6 (0,9) | 2,2 (0,8) |
| N | 2,5 (0,7) | 2,4 (0,7) | 2,2 (0,6) | 2,5 (0,6) | 2,2 (0,6) | 2,2 (0,7) | 2,4 (0,7) | 2,8 (1,0) | 2,9 (0,9) | 2,6 (1,1) | 2,5 (0,8) |
| O | 1,3 (0,7) | 1,6 (0,8) | 1,6 (0,8) | 1,8 (0,5) | 1,5 (0,6) | 1,6 (0,6) | 2,2 (0,7) | 2,4 (0,8) | 2,1 (0,6) | 2,0 (0,7) | 1,8 (0,8) |
| S | 1,5 (0,6) | 1,6 (0,5) | 1,9 (0,3) | 1,7 (0,8) | 1,7 (0,8) | 1,9 (0,7) | 2,1 (0,8) | 1,9 (0,8) | 2,2 (0,7) | 2,6 (0,7) | 2,0 (0,8) |
| W | 1,8 (0,7) | 2,5 (0,6) | 2,2 (0,5) | 1,8 (0,5) | 1,8 (0,5) | 2,0 (0,6) | 2,2 (0,5) | 3,0 (0,8) | 2,5 (0,7) | 2,8 (0,7) | 2,3 (0,7) |
| Insektizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,2 (0,9) | 1,0 (0,7) | 1,0 (0,6) | 0,8 (0,5) | 1,0 (0,8) | 0,9 (0,7) | 0,8 (0,6) | 0,8 (0,7) | 0,7 (0,7) | 1,0 (0,7) | 0,9 (0,7) |
| N | 1,4 (1,0) | 1,4 (0,7) | 1,2 (0,6) | 0,9 (0,6) | 1,0 (0,7) | 1,0 (0,7) | 1,1 (0,7) | 0,8 (0,6) | 0,7 (0,8) | 1,0 (0,7) | 1,1 (0,7) |
| O | 0,6 (0,5) | 0,7 (0,5) | 0,9 (0,4) | 0,8 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,7 (0,5) | 0,6 (0,6) | 0,6 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,7 (0,5) | 0,7 (0,5) |
| S | 0,5 (0,5) | 0,3 (0,4) | 0,4 (0,5) | 0,4 (0,5) | 0,6 (0,7) | 0,6 (0,6) | 0,5 (0,4) | 0,5 (0,5) | 0,4 (0,6) | 0,6 (0,6) | 0,5 (0,5) |
| W | 1,5 (0,8) | 1,2 (0,7) | 1,1 (0,6) | 0,9 (0,5) | 1,4 (0,9) | 1,1 (0,6) | 0,9 (0,5) | 1,1 (0,7) | 0,8 (0,7) | 1,2 (0,7) | 1,1 (0,7) |

Tab. 9: Behandlungsindizes für Wachstumsregler und Gesamt in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Wachstumsregler | | | | | | | | | | | |
| DE | 0,8 (0,5) | 1,1 (0,4) | 0,9 (0,5) | 0,9 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,9 (0,4) | 1,0 (0,5) | 1,1 (0,5) | 1,1 (0,5) | 1,1 (0,4) | 1,0 (0,5) |
| N | 1,1 (0,7) | 1,4 (0,5) | 1,2 (0,6) | 1,2 (0,4) | 1,1 (0,5) | 1,2 (0,6) | 1,3 (0,6) | 1,4 (0,5) | 1,5 (0,5) | 1,3 (0,5) | 1,2 (0,6) |
| O | 0,7 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,8 (0,3) | 1,0 (0,4) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,4) |
| S | 0,4 (0,4) | 0,5 (0,3) | 0,7 (0,5) | 0,6 (0,3) | 0,5 (0,3) | 0,7 (0,4) | 0,7 (0,5) | 0,7 (0,4) | 0,7 (0,5) | 0,7 (0,4) | 0,6 (0,4) |
| W | 0,6 (0,3) | 1,1 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,7 (0,3) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,3) | 1,2 (0,5) | 1,2 (0,3) | 1,1 (0,3) | 1,0 (0,4) |
| Gesamt | | | | | | | | | | | |
| DE | 5,7 (2,1) | 6,2 (1,9) | 5,8 (1,6) | 5,4 (1,6) | 5,6 (1,7) | 5,6 (1,7) | 6,0 (1,7) | 6,4 (1,9) | 6,1 (1,7) | 6,5 (1,8) | 5,9 (1,8) |
| N | 6,6 (2,2) | 7,1 (2,0) | 6,4 (1,9) | 6,2 (1,7) | 6,3 (1,7) | 6,2 (2,0) | 6,8 (1,8) | 6,9 (2,0) | 7,1 (2,0) | 7,0 (2,1) | 6,6 (1,9) |
| O | 4,5 (1,8) | 4,9 (1,4) | 4,9 (1,6) | 5,2 (1,6) | 4,9 (1,6) | 5,1 (1,4) | 5,6 (1,8) | 5,9 (1,5) | 5,9 (1,6) | 5,8 (1,6) | 5,3 (1,6) |
| S | 4,1 (1,4) | 4,6 (1,4) | 5,0 (1,1) | 4,4 (1,6) | 4,8 (1,4) | 4,8 (1,5) | 5,2 (1,8) | 4,7 (1,6) | 5,1 (1,4) | 5,9 (1,4) | 4,9 (1,6) |
| W | 6,1 (1,8) | 6,8 (1,4) | 6,1 (1,4) | 5,5 (1,3) | 5,9 (1,6) | 6,0 (1,5) | 6,0 (1,4) | 7,1 (1,6) | 6,3 (1,5) | 6,8 (1,7) | 6,3 (1,6) |

Herbizide



Fungizide

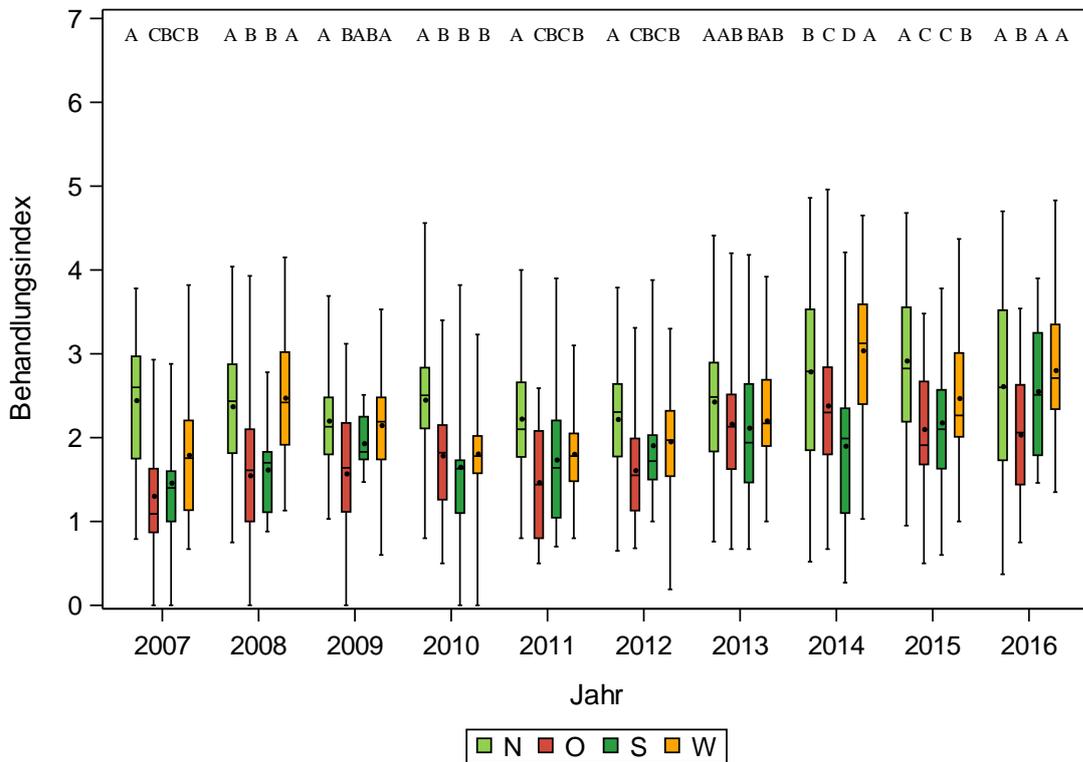


Abb. 2: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016. Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Großregionen innerhalb des jeweiligen Jahres

6.1.2.2 Wintergerste

Die Gesamt-Behandlungsindices in den Jahren 2007 bis 2016 als Mittelwert aller Vergleichsbetriebe in der Wintergerste sind in Tabelle 10 angegeben.

Tab. 10: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 4,1 | 4,6 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,6 | 4,4 | 4,3 | 4,6 | 4,7 |

Die höheren Werte in den Jahren 2008 und 2012 resultierten aus relativ hohen Werten bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien bzw. bei den Herbiziden (2012) und Insektiziden (2012, 2015 und 2016).

Die Tabellen 11 und 12 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in Wintergerste in den Jahren 2007 bis 2016. Auch hier sind geringfügige Rundungsdifferenzen festzustellen. Abbildung 3 zeigt die entsprechenden Box-Whisker-Plots beispielhaft für die Kategorien Herbizide und Fungizide.

Über die 10 Untersuchungsjahre unterschied sich der Gesamt-Behandlungsindex der Region Süden signifikant, wenn auch nur geringfügig, von den übrigen Regionen. Die kleineren Gesamt-Behandlungsindices im Süden erklären sich aus den relativ geringen Insektizid- und Wachstumsregleranwendungen.

Die Behandlungsindices der Herbizide waren in der Region Norden signifikant niedriger, wenn auch geringfügig, als in den übrigen Regionen. In der Region Osten erwiesen sich die Behandlungsindices der Fungizide signifikant kleiner als in den übrigen Regionen, wobei sich die Regionen Norden, Süden und Westen nicht signifikant voneinander unterschieden. Die Insektizid-Behandlungsindices waren in den Großregionen Norden und Westen tendenziell höher und im Süden am niedrigsten, jedoch ohne signifikante Unterschiede über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Bei der Untersuchung von Trends, die auf eine Zunahme oder Abnahme der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung hinweisen, war bei den Herbiziden in der Region Osten ein signifikanter leicht ansteigender Trend feststellbar. Die Intensität der Fungizidanwendungen zeigte signifikant steigende Trends in den Regionen Norden, Süden und Westen. Die Anwendung von Wachstumsreglern war signifikant steigend in den Regionen Osten, Süden und Westen. Bei den Insektizidanwendungen wurden keine Tendenzen im Verlauf der 10 Jahre festgestellt.

Betrachtet man die einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den Jahren 2015 und 2016, so waren die Intensitäten bei den Herbiziden in den Großregionen Norden und Westen signifikant geringer als im Osten und Süden.

Die Intensitäten bei Fungiziden in den Großregionen waren über die Jahre stets sehr ähnlich, mit Ausnahme der Region Süden im Jahr 2016. In den Jahren 2015 und 2016 wies die Region Osten die signifikant kleinsten Behandlungsindices auf. Im Jahr 2015 waren die Unterschiede der Behandlungsindices zwischen den Regionen Osten (kleinste BI) und Norden (größte BI) sowie Norden und Süden signifikant. Keine signifikanten Unterschiede wurden zwischen den Regionen Norden und Westen sowie Westen und Süden festgestellt. Im Jahr 2016 waren die Behandlungsindices im Osten signifikant kleiner als im Süden (größte BI) und Norden, die Region Westen unterschied sich nur signifikant von der Region Osten.

Die Behandlungsindices der Insektizide im Jahr 2015 lagen insgesamt über dem Vorjahresniveau, unterschieden sich jedoch nicht signifikant zwischen den Regionen. Im Jahr 2016 war insbesondere in der Region Osten ein weiterer Anstieg der Behandlungsintensität zu beobachten und unterschied sich entsprechend signifikant von den übrigen Großregionen. Bei den Wachstumsreglern war bis 2014 im Norden, in den Jahren 2015 und 2016 im Osten die stärkste Anwendung und im Süden in allen Jahren die geringste Anwendung festzustellen. Im Jahr 2015 unterschieden sich die Behandlungsindices der Regionen Osten, Süden und Westen sowie die Region Norden und Süden signifikant. Im Jahr 2016 waren die Unterschiede zwischen den Regionen Norden, Osten und Süden sowie Westen zu Süden signifikant.

Insgesamt zeigten sich auch in der Wintergerste bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien große Streuungen zwischen den Schlägen innerhalb der Grundgesamtheit Deutschland und der Großregionen. Relativ geringe Streuungen waren bei den Fungizidanwendungen zu verzeichnen und sehr hohe Streuungen bei der Anwendung der Insektizide. Letztere erklären sich vor allem damit, dass auf den Einzelschlägen zumeist entweder keine oder eine Insektizidanwendung mit der vollen Aufwandmenge, also mit einem Behandlungsindex = 1,0, erfolgte.

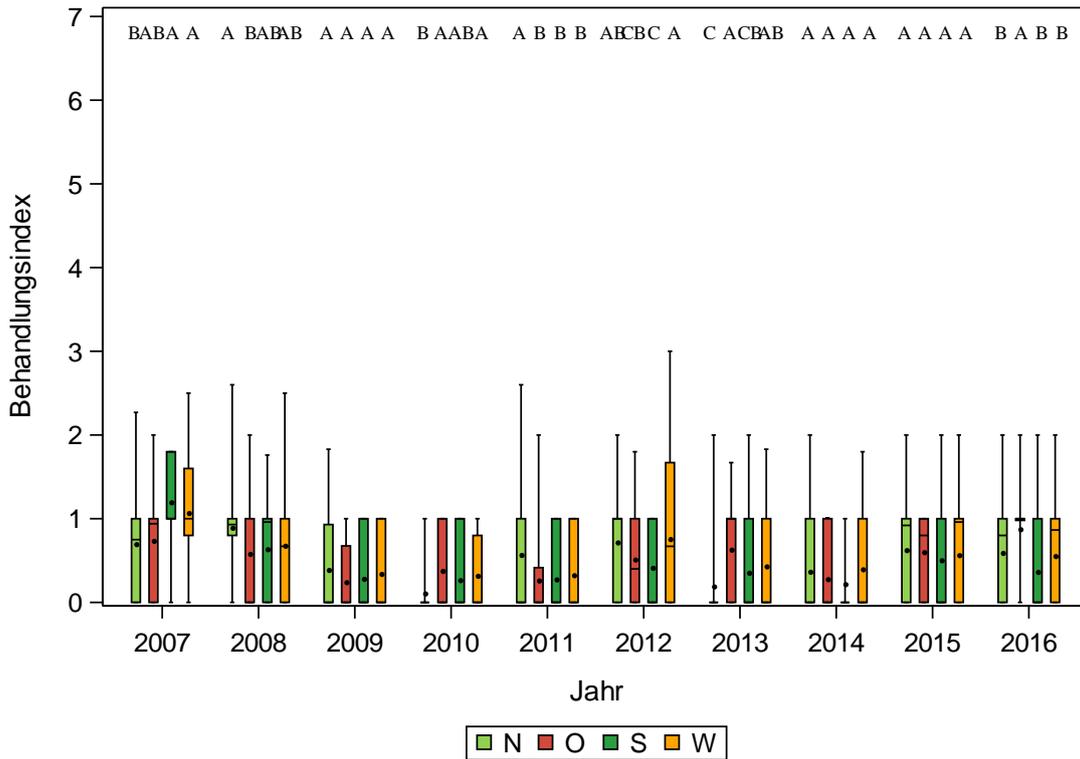
Tab. 11: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Herbizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,5 (0,6) | 1,7 (0,7) | 1,6 (0,6) | 1,6 (0,6) | 1,6 (0,6) | 1,8 (0,6) | 1,7 (0,6) | 1,6 (0,6) | 1,6 (0,6) | 1,7 (0,7) | 1,7 (0,6) |
| N | 1,4 (0,5) | 1,6 (0,6) | 1,5 (0,6) | 1,5 (0,8) | 1,4 (0,6) | 1,7 (0,6) | 1,5 (0,5) | 1,5 (0,4) | 1,5 (0,5) | 1,6 (0,5) | 1,5 (0,6) |
| O | 1,6 (0,7) | 1,5 (0,5) | 1,5 (0,6) | 1,7 (0,5) | 1,9 (0,7) | 1,9 (0,6) | 2,0 (0,5) | 1,7 (0,6) | 1,9 (0,7) | 1,9 (0,8) | 1,7 (0,6) |
| S | 1,9 (0,3) | 1,8 (0,7) | 1,5 (0,6) | 1,7 (0,7) | 1,7 (0,7) | 1,6 (0,7) | 1,6 (0,5) | 1,7 (0,8) | 1,7 (0,5) | 2,0 (0,9) | 1,7 (0,7) |
| W | 1,6 (0,6) | 2,0 (0,9) | 1,7 (0,6) | 1,6 (0,5) | 1,7 (0,6) | 1,9 (0,6) | 1,8 (0,6) | 1,6 (0,4) | 1,4 (0,5) | 1,6 (0,5) | 1,7 (0,6) |
| Fungizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,1 (0,4) | 1,3 (0,4) | 1,3 (0,3) | 1,3 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,4 (0,4) | 1,5 (0,4) | 1,5 (0,4) | 1,6 (0,5) | 1,4 (0,4) |
| N | 1,3 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,3 (0,2) | 1,4 (0,3) | 1,4 (0,4) | 1,4 (0,4) | 1,5 (0,4) | 1,6 (0,4) | 1,5 (0,5) | 1,4 (0,4) |
| O | 0,8 (0,6) | 1,2 (0,5) | 1,2 (0,5) | 1,4 (0,4) | 1,2 (0,4) | 1,4 (0,4) | 1,3 (0,5) | 1,3 (0,4) | 1,3 (0,4) | 1,2 (0,4) | 1,3 (0,5) |
| S | 0,9 (0,2) | 1,5 (0,2) | 1,3 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,5 (0,3) | 1,5 (0,3) | 1,4 (0,5) | 1,4 (0,4) | 1,4 (0,4) | 1,8 (0,5) | 1,5 (0,4) |
| W | 1,0 (0,3) | 1,3 (0,3) | 1,3 (0,2) | 1,2 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,3 (0,3) | 1,4 (0,3) | 1,6 (0,3) | 1,6 (0,3) | 1,6 (0,3) | 1,4 (0,3) |
| Insektizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 0,9 (0,7) | 0,7 (0,6) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,4 (0,5) | 0,6 (0,6) | 0,4 (0,5) | 0,3 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,5 (0,6) |
| N | 0,7 (0,7) | 0,9 (0,6) | 0,4 (0,5) | 0,1 (0,2) | 0,6 (0,8) | 0,7 (0,5) | 0,2 (0,5) | 0,4 (0,6) | 0,6 (0,6) | 0,6 (0,5) | 0,5 (0,6) |
| O | 0,7 (0,5) | 0,6 (0,6) | 0,2 (0,4) | 0,4 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,5 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,3 (0,4) | 0,6 (0,4) | 0,9 (0,5) | 0,5 (0,5) |
| S | 1,2 (0,6) | 0,6 (0,6) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,4 (0,4) | 0,4 (0,5) | 0,2 (0,4) | 0,5 (0,6) | 0,4 (0,6) | 0,4 (0,5) |
| W | 1,1 (0,7) | 0,7 (0,7) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,8 (0,8) | 0,4 (0,5) | 0,4 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,6 (0,5) | 0,5 (0,6) |

Tab. 12: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Wachstumsregler | | | | | | | | | | | |
| DE | 0,6 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,7 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,3) | 0,8 (0,4) |
| N | 0,8 (0,4) | 1,0 (0,4) | 1,1 (0,4) | 0,9 (0,3) | 0,8 (0,3) | 0,9 (0,3) | 1,1 (0,3) | 1,1 (0,4) | 1,0 (0,3) | 0,9 (0,3) | 1,0 (0,3) |
| O | 0,6 (0,2) | 0,7 (0,3) | 0,7 (0,3) | 1,0 (0,3) | 0,8 (0,2) | 0,8 (0,3) | 1,0 (0,3) | 0,9 (0,3) | 1,1 (0,4) | 1,1 (0,3) | 0,9 (0,3) |
| S | 0,2 (0,2) | 0,4 (0,3) | 0,3 (0,3) | 0,4 (0,2) | 0,4 (0,3) | 0,6 (0,4) | 0,6 (0,3) | 0,6 (0,4) | 0,5 (0,3) | 0,6 (0,3) | 0,5 (0,3) |
| W | 0,6 (0,4) | 0,7 (0,3) | 0,8 (0,4) | 0,7 (0,5) | 0,6 (0,4) | 0,7 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,4) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,3) | 0,8 (0,4) |
| Gesamt | | | | | | | | | | | |
| DE | 4,1 (1,2) | 4,6 (1,4) | 4,0 (1,1) | 4,0 (1,0) | 4,1 (1,0) | 4,6 (1,3) | 4,4 (1,1) | 4,3 (1,0) | 4,6 (1,1) | 4,7 (1,2) | 4,3 (1,2) |
| N | 4,2 (1,2) | 5,0 (1,1) | 4,4 (1,3) | 3,9 (1,0) | 4,2 (0,9) | 4,8 (1,1) | 4,1 (1,0) | 4,5 (1,1) | 4,8 (1,2) | 4,6 (1,1) | 4,4 (1,1) |
| O | 3,8 (1,3) | 4,0 (1,4) | 3,7 (1,1) | 4,4 (1,1) | 4,1 (1,1) | 4,6 (1,1) | 5,0 (1,1) | 4,2 (0,8) | 4,9 (1,1) | 5,0 (1,4) | 4,4 (1,2) |
| S | 4,2 (0,7) | 4,3 (1,4) | 3,4 (0,4) | 3,8 (0,8) | 3,9 (0,9) | 4,2 (1,1) | 4,0 (1,0) | 3,9 (1,1) | 4,2 (1,1) | 4,7 (1,3) | 4,1 (1,1) |
| W | 4,2 (1,2) | 4,7 (1,4) | 4,1 (1,1) | 3,8 (1,1) | 4,1 (1,0) | 4,6 (1,7) | 4,5 (1,2) | 4,5 (1,0) | 4,6 (1,0) | 4,7 (1,0) | 4,4 (1,2) |

Insektizide



Fungizide

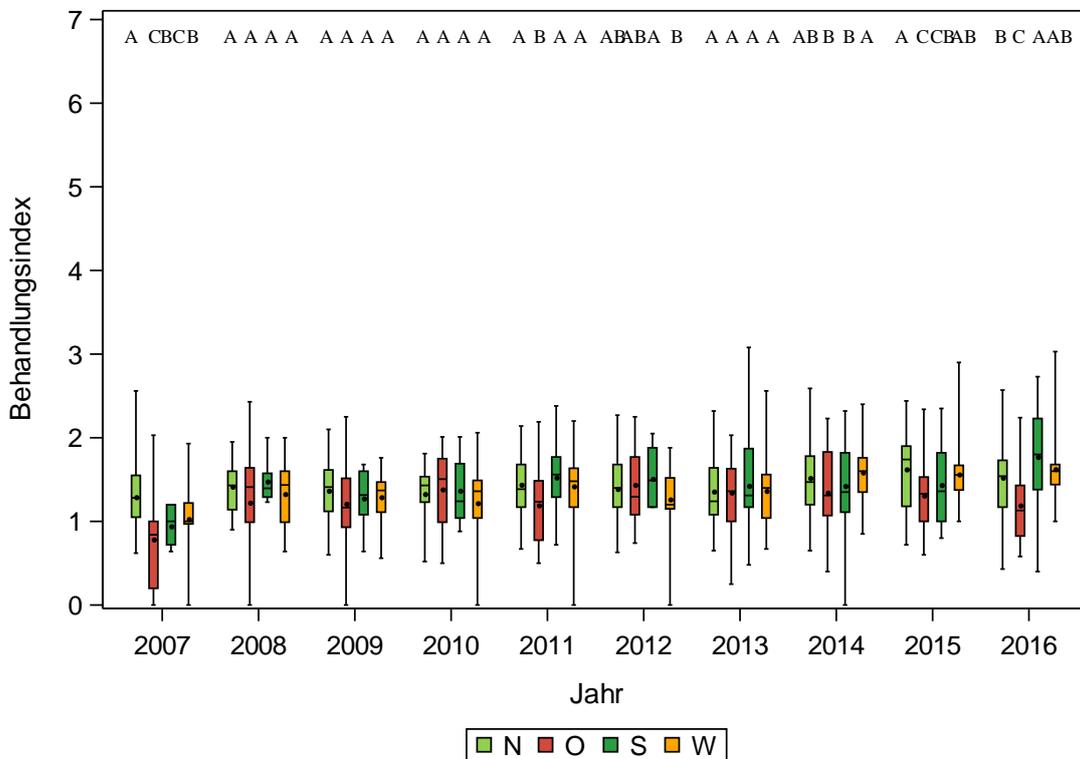


Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Fungizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Großregionen innerhalb des jeweiligen Jahres

6.1.2.3 Winterraps

Die mittleren Behandlungsindices aller Pflanzenschutzmittel-Kategorien in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tab. 13: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5,4 | 5,9 | 6,4 | 6,4 | 6,7 | 6,9 | 7,0 | 6,9 | 7,7 | 6,6 |

Die mittleren Behandlungsindices (und Standardabweichungen) für Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen und in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 sind den Tabellen 14 und 15 zu entnehmen. Auch hier ist zu beachten, dass geringfügige Rundungsdifferenzen vorkommen. Abbildung 5 veranschaulicht die entsprechenden Box-Whisker-Plots beispielhaft für die Insektizide und Wachstumsregler/Fungizide.

Bei Winterraps ist zu beachten, dass die Indikationen für einzelne Wachstumsregler, die auch als Fungizide eingesetzt werden können, z. B. Folicur, Caramba und Carax, nicht immer eindeutig waren. Deswegen werden alle Anwendungen von Wachstumsreglern und Fungiziden vor der Blüte (bis BBCH 59) als **Wachstumsregler/Fungizide** zusammengefasst und die Anwendungen während der Blüte als **Fungizide** geführt (Freier et al., 2008).

In allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien konnten zwischen den 3 Großregionen Norden, Osten und Westen in den 10 Jahren ähnliche Behandlungsindices festgestellt werden. Im Süden lagen die Werte regelmäßig niedriger. Allerdings zeigten sich in den jeweiligen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den einzelnen Jahren auch Unterschiede zwischen den Großregionen. Über die 10 Jahre wurden signifikant höhere Intensitäten für die Anwendung der Herbizide im Osten, der Insektizide und der Fungizide im Norden beobachtet. Die Anwendungen von Wachstumsreglern/Fungiziden bis zur Blüte stiegen leicht seit 2012. Für die Wachstumsregler/Fungizide und Fungizide wurden die signifikant geringsten Behandlungsindices in der Region Süden festgestellt.

Die höheren Gesamt-BI in den Jahren 2009 bis 2015 resultierten aus Mehranwendungen von Herbiziden und Insektiziden besonders im Jahr 2015. So fielen z. B. die hohen Werte bei den Herbiziden, u.a. hervorgerufen durch die Einschränkung der Anwendung von Clomazone und damit als Ersatz die Anwendung von verschiedenen Herbiziden in Kombination, auf (Abb. 4). Der Behandlungsindex der Insektizide insgesamt war in der Großregion Norden signifikant größer als in den anderen Großregionen, die sich nicht signifikant unterschieden.

Die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen zeigte im Verlauf der 10 Jahre einen signifikant steigenden Trend. Ein signifikant steigender Trend war ebenso für die Herbizide in den Regionen Norden, Osten und Westen zu beobachten. Die Intensität der Anwendung der

Wachstumsregler/Fungizide wies in der Region Osten sowie der Fungizide in den Regionen Osten und Westen signifikant steigende Tendenzen auf. Trotz der schwankenden Intensitäten der Anwendungen der Insektizide ließen sich über den gesamten 10-Jahreszeitraum keine Tendenzen feststellen.

Auf Unterschiede zwischen den Großregionen über die Jahre wurde bereits verwiesen.

Die Intensität der Anwendung der Herbizide unterschied sich im Jahr 2015 signifikant zwischen den Regionen Osten (größte BI) und Süden (kleinste BI). Die Großregionen Süden und Westen wiesen im Jahr 2016 signifikant geringere Behandlungsindices auf als die Großregion Osten.

Die Behandlungsindices der Wachstumsregler/Fungizide unterschieden sich in beiden Jahren nicht signifikant zwischen den Regionen.

Im Jahr 2015 waren die Fungizid-BI in der Region Süden signifikant kleiner als in den übrigen Regionen. Die Großregion Osten unterschied sich im Jahr 2016 mit signifikant größeren Fungizid-BI von den Regionen Norden und Süden.

Im Jahr 2015 war ein deutlicher Anstieg der Anwendung von Insektiziden in allen Regionen zu verzeichnen. Signifikante Unterschiede waren zwischen den Regionen Norden, mit den größten Behandlungsindices, und Süden zu verzeichnen. Im Jahr 2016 unterschieden sich die Behandlungsindices der Regionen Norden, Osten und Westen sowie Norden und Süden signifikant.

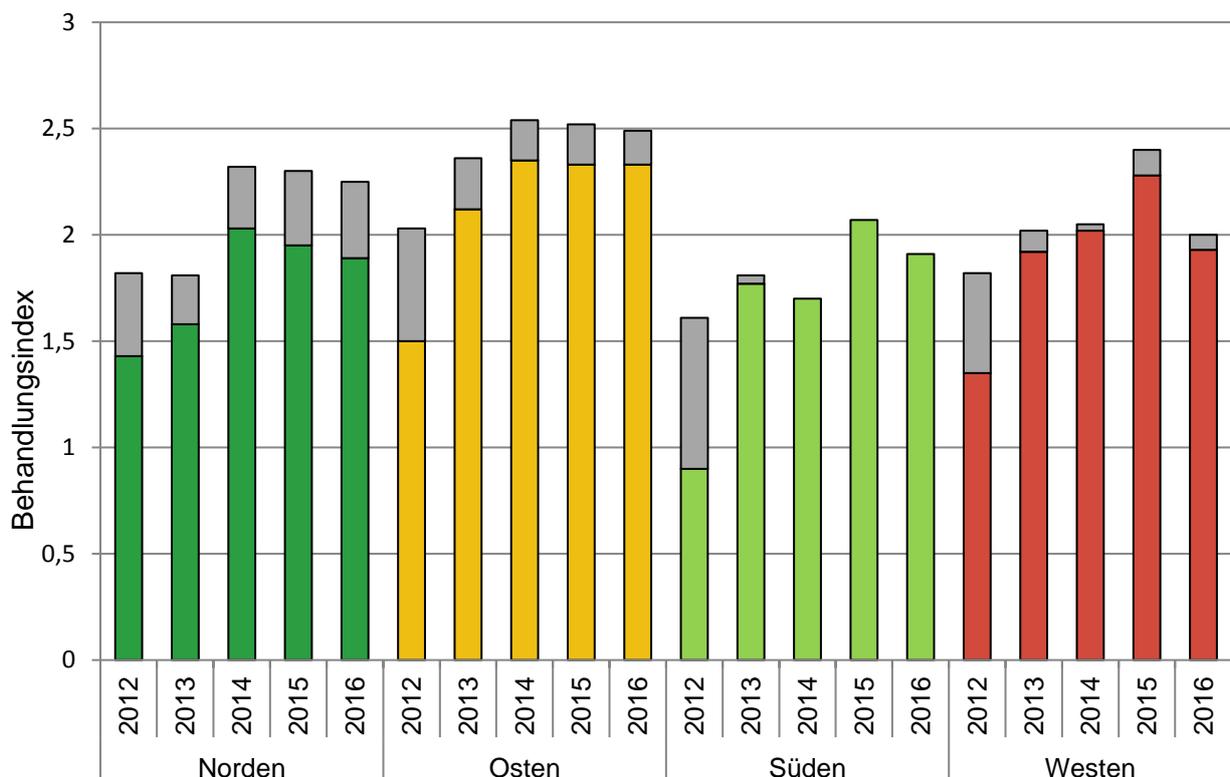


Abb. 4: Anteil clomazonehaltiger (grau) und sonstiger Herbizide (farbig) an den Behandlungsindices im Wintertraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen in den Jahren 2012 bis 2016

Tab. 14: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide in der Blüte und Insektizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen Norden, Süden Osten und Westen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Herbizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,6 (0,5) | 1,8 (0,6) | 1,7 (0,5) | 1,7 (0,6) | 1,8 (0,6) | 1,8 (0,6) | 2,0 (0,7) | 2,2 (0,8) | 2,4 (0,9) | 2,2 (0,8) | 1,9 (0,7) |
| N | 1,5 (0,4) | 1,7 (0,5) | 1,6 (0,5) | 1,5 (0,4) | 1,8 (0,5) | 1,8 (0,6) | 1,8 (0,6) | 2,3 (0,8) | 2,3 (0,9) | 2,3 (0,9) | 1,8 (0,7) |
| O | 1,6 (0,4) | 1,8 (0,6) | 1,8 (0,6) | 1,9 (0,6) | 1,9 (0,8) | 2,0 (0,8) | 2,4 (0,7) | 2,5 (0,9) | 2,5 (1,0) | 2,5 (0,9) | 2,1 (0,8) |
| S | 1,8 (0,5) | 2,0 (0,7) | 2,0 (0,7) | 1,3 (0,4) | 1,4 (0,4) | 1,6 (0,7) | 1,8 (0,7) | 1,7 (0,6) | 2,1 (0,6) | 1,9 (0,9) | 1,7 (0,7) |
| W | 1,6 (0,7) | 1,7 (0,7) | 1,6 (0,4) | 1,8 (0,8) | 1,7 (0,6) | 1,8 (0,5) | 2,0 (0,7) | 2,1 (0,7) | 2,4 (0,9) | 2,0 (0,5) | 1,9 (0,7) |
| Fungizide¹ | | | | | | | | | | | |
| DE | 0,5 (0,4) | 0,8 (0,3) | 0,9 (0,2) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,2) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,2) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,3) |
| N | 0,8 (0,3) | 1,0 (0,1) | 0,9 (0,2) | 1,0 (0,0) | 1,0 (0,1) | 1,0 (0,2) | 1,0 (0,1) | 0,9 (0,1) | 0,9 (0,1) | 0,8 (0,3) | 0,9 (0,2) |
| O | 0,3 (0,4) | 0,7 (0,4) | 0,9 (0,1) | 0,9 (0,2) | 0,8 (0,3) | 0,9 (0,2) | 0,9 (0,3) | 1,0 (0,0) | 0,9 (0,1) | 1,0 (0,0) | 0,8 (0,3) |
| S | 0,3 (0,5) | 0,8 (0,4) | 0,6 (0,5) | 0,7 (0,4) | 0,9 (0,2) | 0,6 (0,4) | 0,6 (0,4) | 0,4 (0,4) | 0,6 (0,4) | 0,8 (0,4) | 0,6 (0,4) |
| W | 0,4 (0,4) | 0,7 (0,4) | 0,8 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,8 (0,3) | 1,0 (0,2) | 1,0 (0,2) | 1,0 (0,2) | 1,0 (0,1) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,3) |
| Insektizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 2,3 (1,1) | 2,3 (0,9) | 2,8 (0,9) | 2,8 (0,9) | 3,1 (1,0) | 2,8 (1,0) | 2,9 (1,1) | 2,6 (1,0) | 3,2 (1,3) | 2,4 (1,4) | 2,7 (1,1) |
| N | 2,4 (1,0) | 2,4 (0,9) | 2,8 (1,1) | 3,0 (1,0) | 3,6 (1,1) | 2,7 (0,8) | 2,8 (1,2) | 2,8 (1,1) | 3,4 (1,2) | 3,2 (1,7) | 2,9 (1,2) |
| O | 2,3 (1,2) | 2,2 (0,9) | 2,8 (0,8) | 2,8 (0,8) | 3,0 (0,7) | 2,3 (0,9) | 2,8 (1,0) | 2,5 (1,1) | 3,2 (1,2) | 2,3 (1,1) | 2,6 (1,0) |
| S | 2,0 (0,0) | 2,4 (1,5) | 2,6 (1,1) | 2,7 (0,4) | 3,0 (0,7) | 2,6 (0,9) | 2,7 (1,2) | 2,4 (1,3) | 2,8 (1,2) | 2,0 (1,2) | 2,6 (1,1) |
| W | 2,2 (1,1) | 2,3 (0,9) | 2,7 (0,8) | 2,5 (0,9) | 2,7 (0,9) | 3,4 (1,2) | 3,1 (1,1) | 2,6 (0,8) | 3,1 (1,4) | 1,9 (1,1) | 2,7 (1,1) |

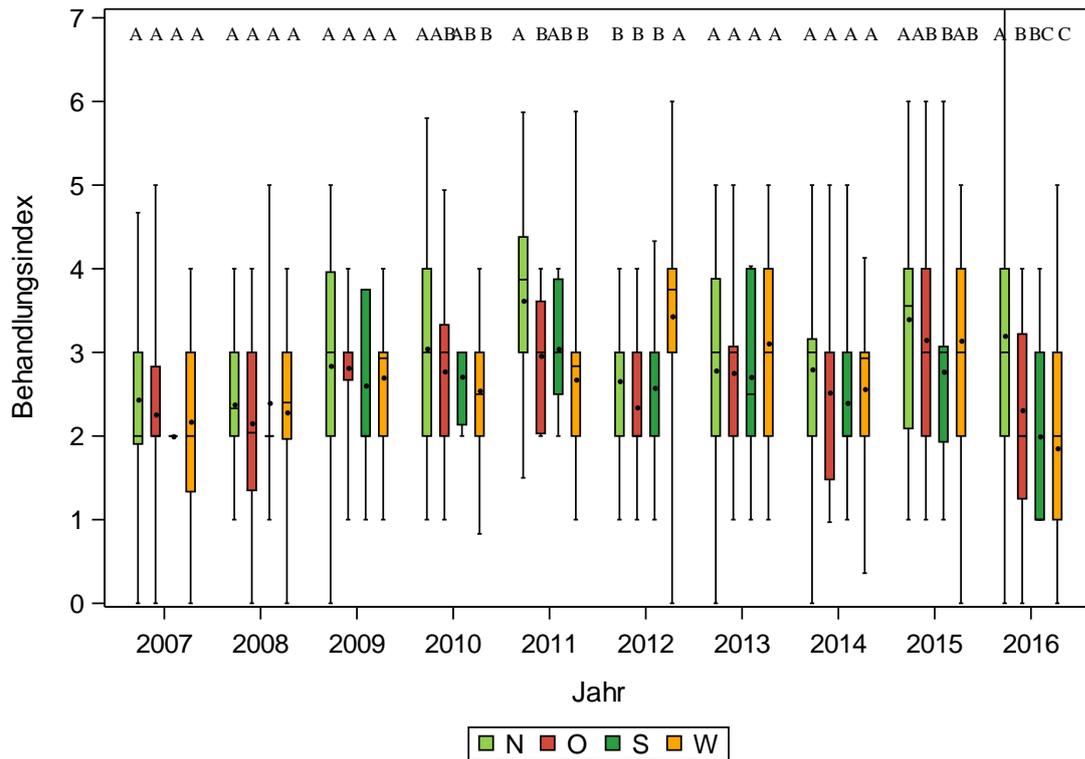
¹ Fungizide in der Blüte

Tab. 15: Behandlungsindices für Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte und Gesamt in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen Norden, Süden Osten und Westen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Wachstumsregler¹ | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,0 (0,5) | 1,1 (0,5) | 1,1 (0,4) | 1,0 (0,4) | 1,0 (0,4) | 1,3 (0,6) | 1,3 (0,5) | 1,2 (0,4) | 1,3 (0,5) | 1,2 (0,5) | 1,1 (0,5) |
| N | 1,0 (0,5) | 1,1 (0,4) | 1,2 (0,4) | 1,1 (0,4) | 1,0 (0,3) | 1,3 (0,6) | 1,3 (0,3) | 1,3 (0,4) | 1,3 (0,3) | 1,2 (0,5) | 1,2 (0,4) |
| O | 0,9 (0,4) | 1,1 (0,6) | 1,0 (0,5) | 1,0 (0,5) | 0,9 (0,4) | 1,3 (0,6) | 1,5 (0,6) | 1,3 (0,6) | 1,4 (0,5) | 1,2 (0,5) | 1,1 (0,5) |
| S | 0,3 (0,6) | 1,1 (0,3) | 0,8 (0,1) | 0,8 (0,5) | 0,9 (0,8) | 1,0 (0,8) | 1,2 (0,6) | 0,9 (0,3) | 1,1 (0,5) | 1,2 (0,5) | 1,0 (0,6) |
| W | 1,2 (0,5) | 1,0 (0,5) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,3) | 1,3 (0,4) | 1,2 (0,4) | 1,1 (0,3) | 1,2 (0,4) | 1,2 (0,4) | 1,1 (0,4) |
| Gesamt | | | | | | | | | | | |
| DE | 5,4 (1,7) | 5,9 (1,4) | 6,4 (1,3) | 6,4 (1,4) | 6,7 (1,5) | 6,9 (1,6) | 7,0 (1,6) | 6,9 (1,7) | 7,7 (1,7) | 6,6 (2,1) | 6,6 (1,7) |
| N | 5,7 (1,6) | 6,2 (1,2) | 6,5 (1,4) | 6,7 (1,3) | 7,4 (1,5) | 6,8 (1,2) | 6,8 (1,6) | 7,3 (1,8) | 8,0 (1,4) | 7,4 (2,7) | 6,9 (1,7) |
| O | 5,0 (1,8) | 5,8 (1,3) | 6,6 (1,1) | 6,6 (1,3) | 6,6 (1,1) | 6,5 (1,4) | 7,4 (1,3) | 7,3 (1,3) | 8,0 (1,4) | 6,9 (1,3) | 6,7 (1,5) |
| S | 4,4 (1,5) | 6,3 (2,4) | 6,0 (1,2) | 5,5 (1,0) | 6,2 (1,4) | 5,8 (2,3) | 6,3 (2,2) | 5,4 (2,0) | 6,5 (1,6) | 5,8 (2,3) | 5,9 (1,9) |
| W | 5,4 (2,0) | 5,7 (1,6) | 6,1 (1,3) | 6,2 (1,6) | 6,2 (1,5) | 7,6 (1,6) | 7,3 (1,5) | 6,7 (1,3) | 7,7 (2,0) | 5,9 (1,6) | 6,6 (1,7) |

¹ Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte

Insektizide



Wachstumsregler/Fungizide

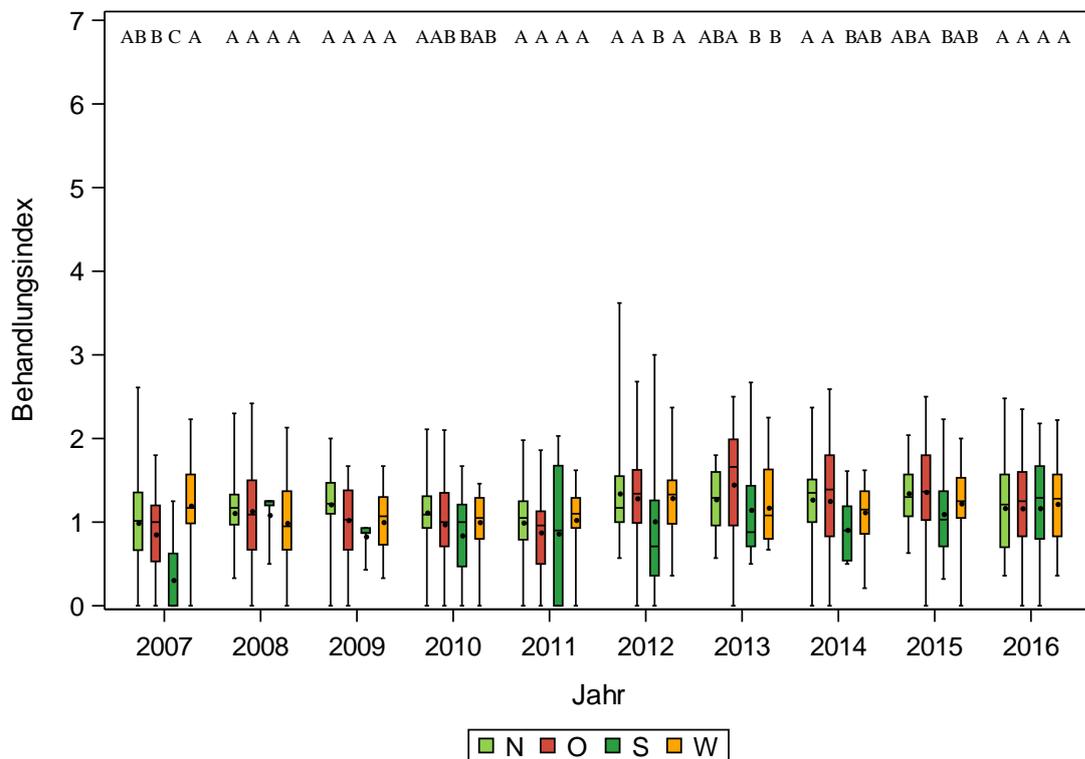


Abb. 5: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte in Wintertraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2016 Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Großregionen innerhalb des jeweiligen Jahres

6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Abbildung 7 veranschaulicht in der Zusammenfassung die mittleren Behandlungsindices für alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016.

Die Darstellung zeigt, dass die Anwendung von Herbiziden in Winterweizen und Wintergerste bei großer Streuung zwischen den einzelnen Feldern in den 10 Jahren mit einer ähnlich hohen Intensität erfolgte. Trends einer Zu- oder Abnahme über die Jahre ließen sich nicht feststellen. Lediglich bei Winterraps deutete sich seit 2011 ein Trend zu höheren Aufwendungen an. Über den gesamten Untersuchungszeitraum war für die Behandlungsindices der Herbizide in Winterraps ein signifikant ansteigender Trend zu verzeichnen.

Bei den Fungiziden fielen die vergleichsweise hohen Intensitäten in Winterweizen auf, wobei sich bis 2013 die Unterschiede zwischen den Jahren in Grenzen hielten. Im Jahr 2014 ließen sich jedoch signifikant höhere Fungizidaufwendungen, bedingt durch das starke Gelbrostaufreten, feststellen. Diese gingen in den Jahren 2015 und 2016 wieder leicht zurück. In der langjährigen Betrachtung sind signifikant ansteigende Trends in Winterweizen und Wintergerste festzustellen. Auffällig war zudem bei Winterraps die seit 2008 einheitliche Intensität der Fungizidanwendungen (in der Blüte).

Insektizide wurden in Winterraps mit der höchsten Intensität im Vergleich zu allen anderen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den 3 Kulturen verwandt. Die meisten Maßnahmen erfolgten gegen Rapsglankkäfer und Kohlschotenrüssler. Bei den Insektizidanwendungen in Winterraps war nach einem anfänglichen Anstieg seit dem Jahr 2009 bis zum Jahr 2014 eine relativ konstante Intensität der Anwendung von Insektiziden festzustellen. Mit dem Wegfall der neonicotinoidhaltigen Beizen zur Aussaat 2014 war im Jahr 2015 ein Anstieg der Insektizidanwendungen im Herbst und damit eine höhere Intensität zu verzeichnen (Abb. 6). Geprägt war dieser Anstieg durch die Zunahme der Herbstbehandlungen gegen den Rapserrdfloh. Ein Trend war in der Regressionsanalyse bisher nicht zu erkennen.

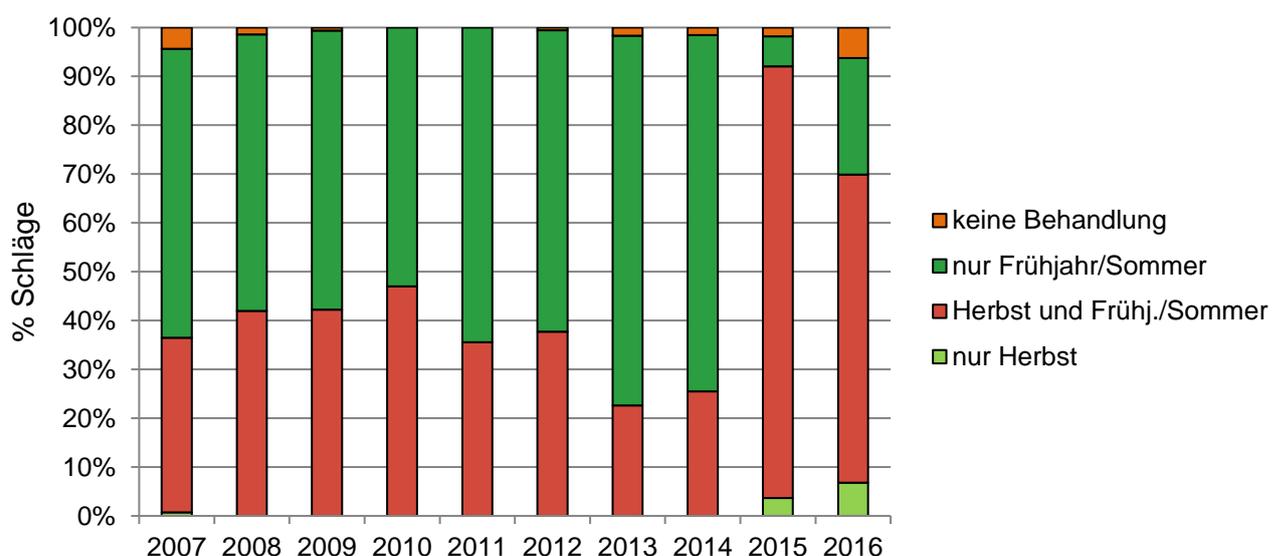


Abb. 6: Anteil Schläge mit Insektizidmaßnahmen im Herbst und Frühjahr/Sommer im Winterraps in den Vergleichsbetrieben 2007 bis 2016

In Winterweizen lag der Behandlungsindex für die Insektizide von 2012 bis 2015 etwas unter 1,0 und stieg im Jahr 2016 auf den Wert 1,0 an. Im gesamten Untersuchungszeitraum zeichnete sich als Tendenz eine signifikant abnehmende Intensität ab.

In der Wintergerste ging die Anwendungsintensität von 2007 bis 2010 leicht zurück und hielt sich bis 2014 auf relativ niedrigem Niveau. Seit dem Jahr 2015 war aufgrund des starken Blattlausauftretens im Herbst ein Anstieg zu verzeichnen, der bisher noch nicht als Trend feststellbar ist.

Wachstumsregler wurden in allen 3 Kulturen relativ einheitlich mit einem Behandlungsindex von unter 1,0 angewendet, wenngleich sich doch in Wintergerste eine signifikant steigende Tendenz erkennen ließ. Die vergleichsweise höheren Werte im Winterraps traten seit 2012 auf. Es handelte sich dabei vor allem um Herbstbehandlungen, um das Wachstum zu beruhigen, das Überwachsen der Bestände vor dem Winter zu vermeiden und damit eine gute Winterhärte zu sichern. Insgesamt ließ sich ein signifikant steigender Trend der Behandlungsintensität beobachten.

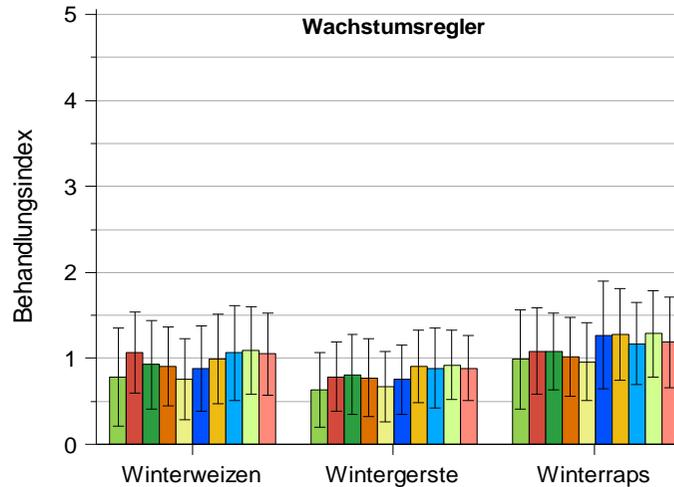
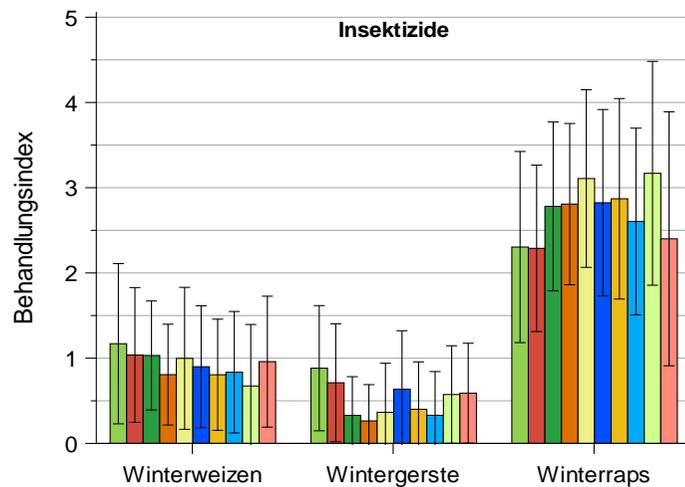
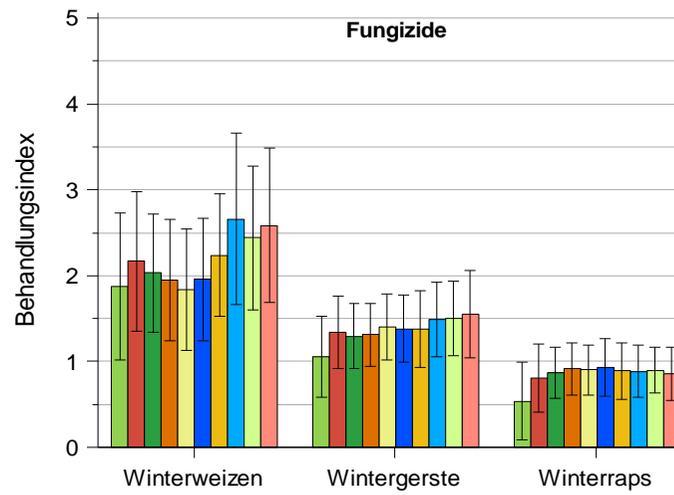
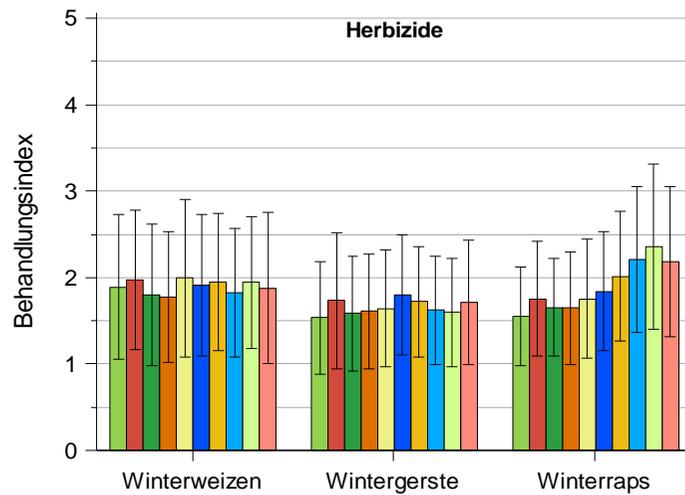


Abb. 7: Behandlungsindices angegeben als Mittelwerte mit Standardabweichungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (unterschiedliche Balkenfarben von links nach rechts). Bei Winterraps gilt: Fungizide = Fungizide in der Blüte, Wachstumsregler = Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte

6.1.2.5 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Es wurde auch die Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden vor der Kultur und als Vorerntebehandlung untersucht. Abbildung 8 veranschaulicht, dass der Anteil glyphosathaltiger Herbizide am Gesamtbehandlungsindex der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben relativ gering war - im Durchschnitt der 10 Jahre im Winterweizen 8,6 %, in der Wintergerste 8,2 % und im Winterraps 3,6 %. Dies entsprach Behandlungsindices von 0,2 im Winterweizen sowie 0,1 in Wintergerste und Winterraps. Wenngleich zwischen den Jahren die Anteile etwas variierten, war eine Tendenz der Zunahme oder Abnahme nicht zu erkennen.

Da die Anwendung glyphosathaltiger Herbizide zumeist im Zusammenhang mit der Grundbodenbearbeitung, also Pflügen oder pfluglos, gesehen wird, wurde auch ein entsprechender Vergleich vorgenommen. Abbildung 9 zeigt die Mittelwerte der Behandlungsindices der Herbizide auf den Winterweizen-, Wintergerste- und Winterrapsflächen, die mit dem Pflug und pfluglos bestellt wurden. Der Anteil glyphosathaltiger Herbizide (Anwendungen vor der Aussaat) wurde besonders hervorgehoben. Demnach waren bei Winterweizen ca. 0,2, bei Wintergerste 0,3 und Winterraps ca. 0,6 höhere Behandlungsindices in der Gruppe „pfluglos“ festzustellen. Diese Mehranwendungen konnten bei Winterweizen und Wintergerste eindeutig und bei Winterraps nur teilweise der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide zugeschrieben werden.

Die Untersuchung von Glyphosatanwendungen als Vorerntebehandlungen zeigte, dass die Behandlungsindices dieser Anwendungen im Mittel der Jahre in allen Kulturen deutlich kleiner als 0,05 BI waren (Abb. 8).

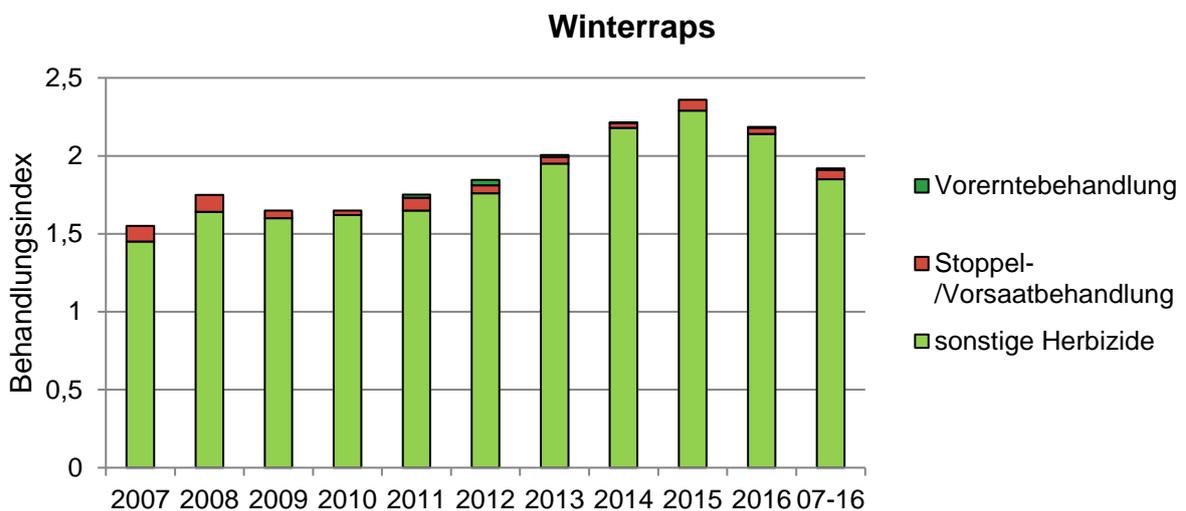
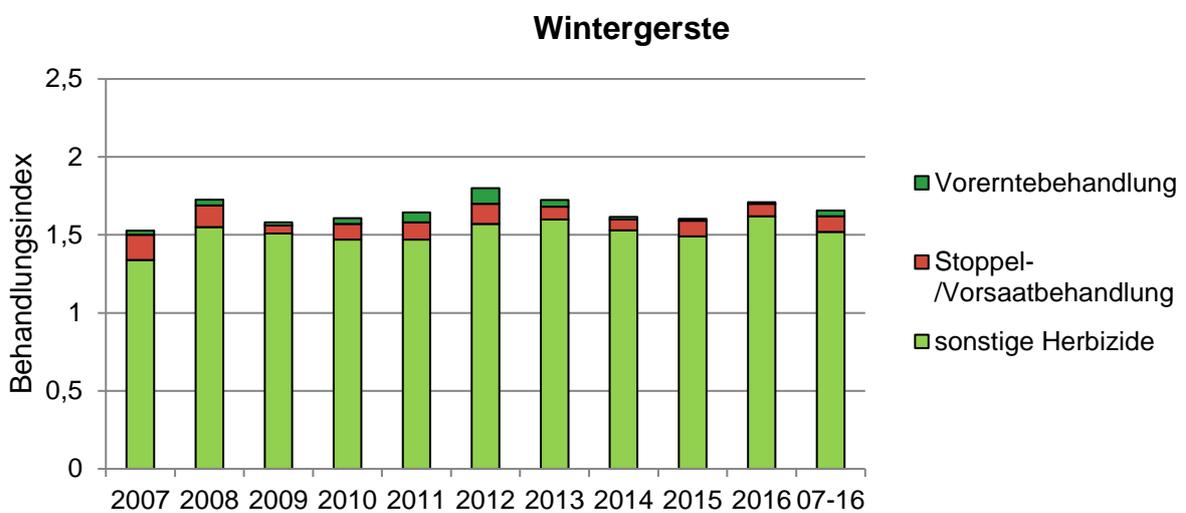
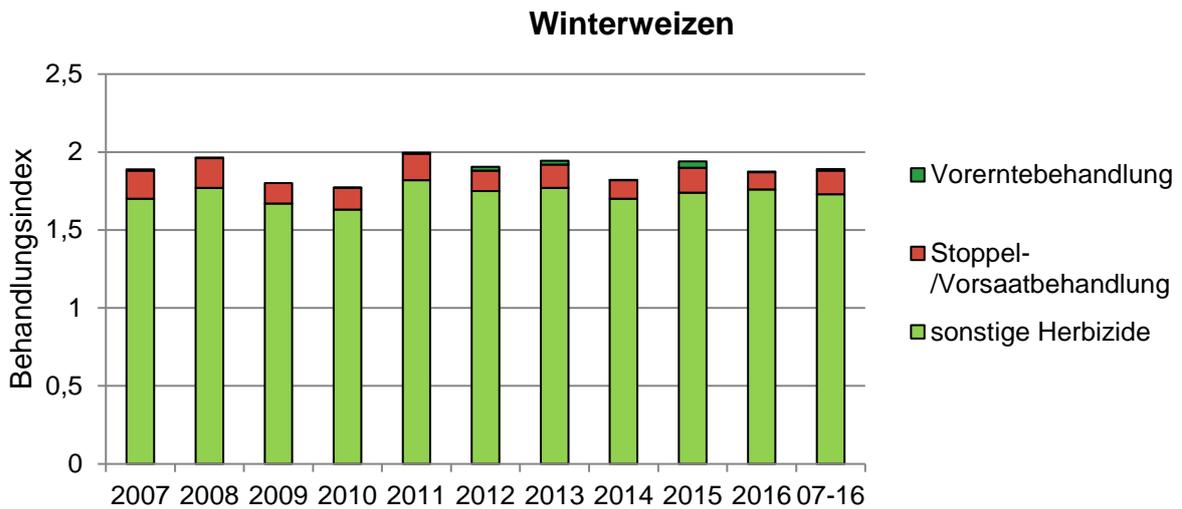


Abb. 8: Anteil Stoppel-/Vorsaatbehandlungen, Vorerntebehandlungen und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

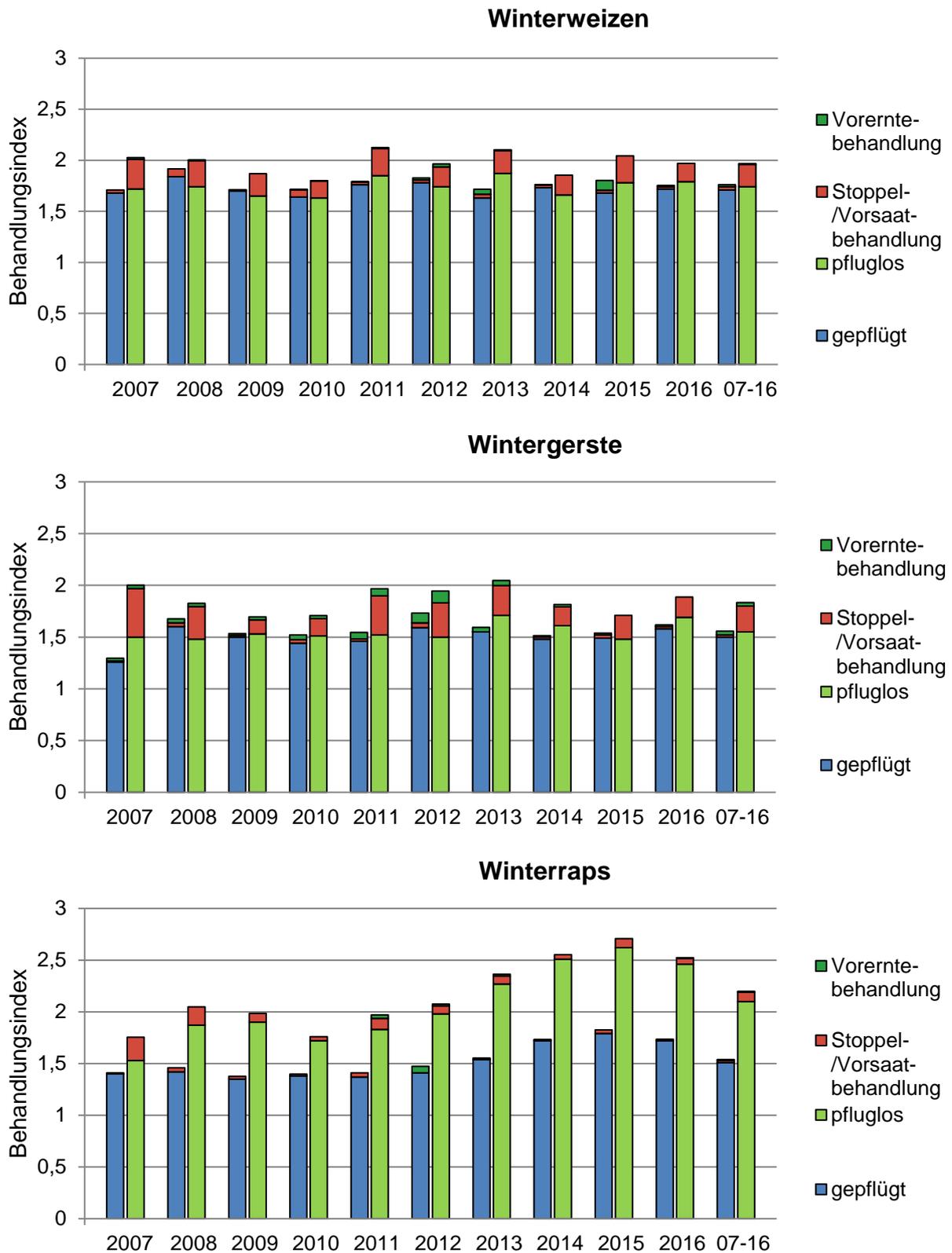


Abb. 9: Anteil Stoppel-/Vorsaatbehandlungen, Vorerntebehandlungen und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

6.1.2.6 Weitere Kulturen

In das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz wurden weitere Kulturen einbezogen, vor allem wenn in den Betrieben nicht jeweils 3 Schläge Winterweizen, Wintergerste und Winterraps zur Verfügung standen oder in anderen Kulturen zusätzlich Daten erhoben und zur Verfügung gestellt werden konnten. Es wurden allerdings nur die Kulturen in die Auswertung einbezogen, für die Daten in allen 10 Jahren vorlagen. Dies betraf Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben. Tabelle 16 zeigt die Datenbasis. Es sind die zum Teil geringen Stichproben zu beachten. Aus diesem Grunde wurde auch auf statistische Analysen signifikanter Unterschiede verzichtet.

Tab. 16: Anzahl der Schläge in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| Kultur | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| Kartoffeln | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 77 |
| Mais | 26 | 39 | 58 | 84 | 73 | 83 | 84 | 74 | 92 | 81 | 694 |
| Triticale | 8 | 7 | 17 | 15 | 19 | 24 | 35 | 35 | 38 | 42 | 240 |
| Winterroggen | 19 | 17 | 15 | 12 | 18 | 33 | 31 | 13 | 15 | 15 | 188 |
| Zuckerrüben | 24 | 24 | 29 | 34 | 40 | 41 | 40 | 43 | 42 | 46 | 363 |

Die Tabellen 17 und 18 informieren über die berechneten Behandlungsindices. Erwartungsgemäß lagen die höchsten Behandlungsindices in **Kartoffeln**, wobei sich die Mittelwerte nach etwas höheren Werten in den Jahren 2007 und 2008 in der Folgezeit auf einen Behandlungsindex von 13 bis 15 einpegelten, allerdings 2016 mit einem Behandlungsindex von 19,6 auffiel. Da diese Unterschiede im Wesentlichen durch die Anwendung der Fungizide bestimmt wurden, ließ sich dieser Verlauf auch bei den Fungizidanwendungen feststellen. Insbesondere die Witterungsbedingungen schlugen sich in der Behandlungsintensität der Fungizide nieder. Deutlich wurde dies in den Jahren 2015 und 2016 mit einem sehr niedrigen und einem hohen Behandlungsindex Fungizide.

Mais zeigte mit einem Behandlungsindex von 2,1 die geringste Pflanzenschutzintensität – es wurden in dieser Kultur in den Vergleichsbetrieben, bis auf einzelbetriebliche Anwendungen von Insektiziden in den Jahren 2010, 2014 und 2015, ausschließlich Herbizide verwendet.

Bei **Triticale** lag die Behandlungsintensität ähnlich hoch wie in der Wintergerste und variierte kaum zwischen den Jahren. Lediglich im Jahr 2014 lag der Wert aufgrund von Fungizidmehranwendungen, hervorgerufen durch die Gelbrostkalamität, deutlich höher und ging in den Jahren 2015 und 2016 ähnlich wie bei Winterweizen wieder zurück.

Winterroggen zeigte ein sehr ähnliches Bild wie Triticale, wenngleich zwischen den Jahren größere Unterschiede, vor allem bei den Fungiziden, vorkamen. Die Unterschiede ließen sich durch das jährlich variierende Auftreten von Braunrost (*Puccinia recondita f. sp. recondita*) erklären.

Die Pflanzenschutzintensität in **Zuckerrüben** wurde durch Herbizidanwendungen geprägt. Die im Vergleich zu den Vorjahresberichten veränderten Werte der Intensität der Herbizidanwendungen der Jahre 2011-2014 beruhen auf der Korrektur der Berechnungsgrundlage.

Tab. 17: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Kultur | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|--------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Herbizide | | | | | | | | | | | |
| Kartoff | 1,9 (0,6) | 2,5 (0,5) | 2,2 (1,2) | 2,4 (0,5) | 2,9 (1,5) | 2,8 (0,8) | 2,2 (0,5) | 2,0 (0,6) | 2,1 (0,5) | 2,8 (1,6) | 2,4 (0,9) |
| Mais | 1,8 (0,6) | 2,5 (0,7) | 1,9 (0,5) | 2,0 (0,6) | 2,2 (0,6) | 2,0 (0,6) | 1,9 (0,6) | 2,2 (0,7) | 2,1 (0,8) | 1,9 (0,5) | 2,0 (0,6) |
| Tritical | 1,2 (0,5) | 1,1 (0,4) | 1,6 (0,7) | 1,5 (0,5) | 1,4 (0,5) | 1,8 (1,0) | 1,6 (0,8) | 1,6 (0,7) | 1,4 (0,5) | 1,4 (0,6) | 1,5 (0,7) |
| Winterroggen | 1,6 (0,7) | 1,5 (0,6) | 1,2 (0,5) | 1,2 (0,4) | 1,2 (0,4) | 1,2 (0,5) | 1,4 (0,6) | 1,6 (0,4) | 1,4 (0,5) | 1,5 (0,5) | 1,4 (0,5) |
| Zuckerrüben | 3,5 (1,2) | 2,7 (0,8) | 2,8 (0,8) | 2,7 (0,9) | 3,1 (1,1) | 2,7 (0,7) | 3,2 (1,1) | 3,3 (1,0) | 3,1 (0,7) | 3,0 (0,9) | 3,0 (1,0) |
| Fungizide | | | | | | | | | | | |
| Kartoff | 16,5 (2,7) | 14,4 (1,8) | 10, (3,0) | 10,7 (2,7) | 10, (3,6) | 11, (5,0) | 9,6 (3,7) | 12, (8,3) | 7,6 (4,4) | 15, (6,4) | 11, (5,0) |
| Mais | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) |
| Tritical | 1,6 (0,3) | 1,5 (0,4) | 1,3 (0,4) | 1,5 (0,3) | 1,3 (0,3) | 1,4 (0,6) | 1,5 (0,5) | 2,4 (0,6) | 2,0 (0,6) | 1,9 (0,8) | 1,7 (0,7) |
| Winterroggen | 2,1 (0,8) | 1,6 (0,5) | 1,0 (0,5) | 1,1 (0,4) | 1,1 (0,3) | 1,7 (0,5) | 1,4 (0,6) | 2,0 (0,5) | 2,1 (0,5) | 1,5 (0,9) | 1,6 (0,7) |
| Zuckerrüben | 1,4 (0,9) | 1,2 (0,7) | 1,2 (0,7) | 1,1 (1,0) | 1,3 (0,9) | 1,6 (1,1) | 1,4 (0,8) | 1,5 (0,6) | 1,2 (0,8) | 1,7 (1,1) | 1,4 (0,9) |
| Insektizide | | | | | | | | | | | |
| Kartoff | 1,9 (0,8) | 0,2 (0,4) | 0,4 (0,5) | 0,4 (0,5) | 0,9 (0,8) | 0,9 (1,3) | 1,4 (1,0) | 0,6 (0,7) | 0,6 (0,4) | 1,0 (0,0) | 0,8 (0,8) |
| Mais | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,1) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,1 (0,2) | 0,0 (0,1) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,1) |
| Tritical | 0,9 (0,7) | 0,8 (0,7) | 0,6 (0,6) | 0,6 (0,6) | 0,7 (0,5) | 0,5 (0,7) | 0,9 (0,8) | 0,7 (0,7) | 0,6 (0,5) | 0,8 (0,5) | 0,7 (0,6) |
| Winterroggen | 0,6 (0,7) | 0,6 (0,8) | 0,5 (0,6) | 0,2 (0,4) | 0,2 (0,3) | 0,4 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,4 (0,5) |
| Zuckerrüben | 0,1 (0,5) | 0,2 (0,5) | 0,2 (0,5) | 0,4 (0,8) | 0,3 (0,4) | 0,3 (0,8) | 0,3 (0,7) | 0,4 (0,8) | 0,7 (0,7) | 0,0 (0,0) | 0,3 (0,6) |

Tab. 18: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

| Kultur | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Wachstumsregler | | | | | | | | | | | |
| Kartoffel | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,2 (0,4) | 0,3 (0,4) | 0,0 (0,0) | 0,4 (0,5) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,4 (0,5) | 0,1 (0,3) |
| Mais | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) |
| Triticale | 0,7 (0,4) | 0,9 (0,3) | 0,5 (0,3) | 0,7 (0,2) | 0,5 (0,2) | 0,6 (0,3) | 0,5 (0,2) | 0,7 (0,2) | 1,0 (0,3) | 0,8 (0,4) | 0,7 (0,3) |
| Winterroggen | 0,5 (0,4) | 0,8 (0,3) | 0,8 (0,5) | 0,6 (0,4) | 0,5 (0,4) | 0,9 (0,4) | 1,0 (0,3) | 1,3 (0,5) | 1,0 (0,5) | 1,2 (0,7) | 0,8 (0,5) |
| Zuckerrüben | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) |
| Gesamt | | | | | | | | | | | |
| Kartoffel | 20,3 (2,4) | 17, (1,9) | 13, (3,6) | 13, (3,1) | 14, (4,3) | 14, (4,9) | 13, (5,0) | 15, (7,5) | 10, (5,2) | 19, (8,5) | 14, (5,6) |
| Mais | 1,8 (0,6) | 2,5 (0,7) | 1,9 (0,5) | 2,0 (0,6) | 2,2 (0,6) | 2,0 (0,6) | 1,9 (0,6) | 2,3 (0,7) | 2,1 (0,8) | 1,9 (0,5) | 2,1 (0,6) |
| Triticale | 4,4 (1,5) | 4,4 (1,6) | 4,0 (1,4) | 4,3 (0,8) | 3,8 (1,1) | 4,3 (1,7) | 4,4 (1,9) | 5,3 (1,8) | 5,0 (0,9) | 4,9 (1,4) | 4,6 (1,5) |
| Winterroggen | 4,8 (1,3) | 4,4 (1,4) | 3,4 (1,7) | 3,1 (1,0) | 2,9 (0,9) | 4,1 (1,0) | 4,1 (1,2) | 5,2 (0,7) | 4,9 (1,0) | 4,5 (1,3) | 4,1 (1,3) |
| Zuckerrüben | 5,0 (1,8) | 4,1 (1,3) | 4,2 (1,1) | 4,2 (1,8) | 4,7 (1,7) | 4,6 (1,5) | 5,0 (1,5) | 5,2 (1,8) | 5,0 (1,2) | 4,7 (1,6) | 4,7 (1,6) |

6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

6.1.3.1 Übersicht

Tabelle 19 informiert über die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben in den Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps und den unterschiedlichen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den Jahren 2007 bis 2016. Die stärksten Reduktionen der Dosierung wurden bei Wachstumsreglern festgestellt: im Durchschnitt aller 3 Kulturen um mehr als 50 %. Fungizide wurden in Winterweizen und Wintergerste um ca. 40 und 44 % reduziert verwendet. Bei den Fungizidanwendungen in Winterraps während der Blüte wurden die Aufwandmengen jedoch zu 80 bis 90 % ausgeschöpft. Bei den Herbiziden lagen die Reduzierungen bei ca. 30 %, bezogen auf die maximal zugelassenen Aufwandmengen. Es wurde auch die Reduzierung der Aufwandmengen bei den glyphosathaltigen Herbiziden angeschaut. Die Dosierung lag im Durchschnitt der Jahre und 3 Kulturen bei 62 % der maximal möglichen Aufwandmenge.

Die Werte zeigten keine besondere Streuung und auch keine Tendenzen über die Jahre. Bei den Insektiziden hielt sich die Reduktion der Dosis in Grenzen. Die Abweichungen von den zugelassenen Aufwandmengen betragen bei Getreide zumeist unter 10 %, bei Winterraps wurde in der Regel mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet.

Wie der Tabelle 19 auch zu entnehmen ist, schwankten die Werte zwischen den Jahren unerheblich, d. h. die Dosierung der Pflanzenschutzmittel wurde in den 3 Kulturen im Durchschnitt aller Betriebe kaum durch die jahres- bzw. situationsspezifischen Bedingungen modifiziert.

Tab. 19: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| Winterweizen | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 67 % | 70 % | 68 % | 69 % | 77 % | 70 % | 75 % | 71 % | 73 % | 73 % | 71 % |
| Fungizide | 58 % | 60 % | 57 % | 57 % | 56 % | 62 % | 63 % | 61 % | 61 % | 59 % | 60 % |
| Insektizide | 87 % | 89 % | 91 % | 92 % | 91 % | 92 % | 90 % | 89 % | 96 % | 89 % | 90 % |
| Wachstumsregler | 46 % | 44 % | 44 % | 44 % | 43 % | 42 % | 43 % | 43 % | 46 % | 45 % | 44 % |
| Wintergerste | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 60 % | 65 % | 68 % | 68 % | 72 % | 71 % | 72 % | 72 % | 71 % | 70 % | 69 % |
| Fungizide | 56 % | 54 % | 52 % | 52 % | 54 % | 57 % | 63 % | 56 % | 59 % | 59 % | 56 % |
| Insektizide | 92 % | 95 % | 90 % | 94 % | 95 % | 94 % | 97 % | 97 % | 95 % | 98 % | 95 % |
| Wachstumsregler | 50 % | 47 % | 47 % | 49 % | 44 % | 44 % | 49 % | 46 % | 51 % | 48 % | 47 % |

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|-----------|
| Winterraps | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 73 % | 73 % | 75 % | 75 % | 75 % | 78 % | 78 % | 79 % | 79 % | 81 % | 77 % |
| Fungizide ¹ | 90 % | 84 % | 86 % | 83 % | 83 % | 83 % | 81 % | 86 % | 86 % | 83 % | 84 % |
| Insektizide | 97 % | 101 % | 101 % | 100 % | 99 % | 99 % | 99 % | 99 % | 100 % | 98 % | 99 % |
| Wachstumsregler ² | 48 % | 52 % | 48 % | 47 % | 47 % | 51 % | 52 % | 49 % | 50 % | 53 % | 50 % |

¹ Fungizide in der Blüte

² Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte

6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen

Der Behandlungsindex stellt die Anzahl von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter Berücksichtigung reduzierter Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar. Es gibt neben „echten“ auch „unechte“ Teilflächenbehandlungen. Eine echte Teilflächenbehandlung liegt vor, wenn der Anwender eine Maßnahme bewusst auf eine Teilfläche begrenzt; eine unechte Teilflächenbehandlung, wenn eine Maßnahme abgebrochen und die verbleibende Restfläche später oder mit einem anderen Mittel behandelt wird (Freier et al., 2008).

Auf der Grundlage des Datensatzes der Jahre 2007 bis 2012 wurde näher analysiert, wie häufig Teilflächenbehandlungen durchgeführt wurden. Dabei zeigte sich, dass nur etwa ein Drittel der Teilflächenbehandlungen als „echte“ Teilflächenapplikationen zu bezeichnen waren.

Bei den Herbiziden war der Anteil von echten Teilflächenanwendungen mit ca. 4 % am höchsten. Die Rate stand in direktem Zusammenhang mit der Schlaggröße, sie lag in der Gruppe der Felder mit einer Größe > 50 ha 3-mal höher als in der Größengruppe < 20 ha. Bei den Fungizidanwendungen spielten hingegen Teilflächenapplikationen mit < 1 % nur eine untergeordnete Rolle. Besonders niedrig war die Rate bei den Flächen < 20 ha. Etwas häufiger praktizierten die Betriebe Teilflächenbehandlungen gegen Schadinsekten – ca. 2 % aller Maßnahmen. Auffällig war auch hier der Zusammenhang: je größer die Felder desto öfter Teilflächenapplikationen. In der Gruppe der Felder > 50 ha lag der Anteil immerhin bei 5 %. Wie auch bei den Fungizidanwendungen entschieden sich die Betriebe bei der Anwendung der Wachstumsregler (in Winterraps Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte) selten für Teilflächenmaßnahmen. Selbst auf großen Feldern blieb der Anteil meistens unter 1 % (Freier et al., 2013).

6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex

6.1.5.1 Schlaggröße

In Fachkreisen wird oft diskutiert, ob die Schlaggröße und die Betriebsgröße Einfluss auf den Behandlungsindex haben. Dabei treffen unterschiedliche Hypothesen aufeinander:

- Der Behandlungsindex steigt mit zunehmender Schlag- bzw. Betriebsgröße, denn viel Fläche bringt viel Ertrag. Der landwirtschaftliche Betrieb ist weniger bereit, das Risiko von Ertragsverlusten einzugehen und bringt deswegen mehr Pflanzenschutzmittel aus.
- Der Behandlungsindex sinkt mit zunehmender Schlag- bzw. Betriebsgröße, da die Kosteneinsparung durch Weglassen von Maßnahmen und reduzierte Aufwandmengen auf großen Schlägen bzw. Betrieben relativ höher ist als auf kleinen. Es wird also vermutet, dass große Betriebe mehr bemüht sind, hohe Kosten für Pflanzenschutzmaßnahmen zu vermeiden und mehr Hilfsmittel für eine sichere Entscheidung einzubeziehen (Beratung, Schwellenwerte, Bonitur).

Auf der Grundlage des kompletten Datensatzes der Jahre 2007 bis 2016 erfolgten entsprechende Korrelationsanalysen (siehe nachfolgende Pearson'sche Korrelationskoeffizienten) für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, die zu folgenden Ergebnissen führten:

Winterweizen (2007-2016): $R = 0,0453$ $p = 0,1368$

Wintergerste (2007-2016): $R = 0,0251$ $p = 0,5670$

Winterraps (2007-2016): $R = 0,1232$ $p = <0,0001$

Während für Wintergerste und Winterweizen kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Schlaggröße und dem Behandlungsindex nachgewiesen werden konnte, zeigte sich bei Winterraps eine signifikante positive Beziehung, d. h. je größer die Schläge, desto höher die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität. Allerdings war der Zuwachs des Behandlungsindex sehr gering, so dass auf den Versuch einer Interpretation der Tendenz verzichtet wurde.

6.1.5.2 Betriebsgröße

In ähnlicher Weise wie bei der Schlaggröße wurde der Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten auf der Grundlage der Daten der 10 Jahre überprüft. Die Analysen führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2016): $R = -0,0487$ $p = 0,0115$

Wintergerste (2007-2016): $R = -0,0040$ $p = 0,7679$

Winterraps (2007-2016): $R = 0,0648$ $p = 0,0031$

Die Daten zeigen, dass bei Winterweizen mit $p = 0,0115$ ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße vorlag, was darauf hindeutet,

dass die Behandlungsintensität mit steigender Betriebsgröße abnimmt. Im Gegensatz dazu stellte sich bei Winterraps ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße heraus, was eine Zunahme der Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität bei größeren Betriebsflächen andeutet. Eine fachliche Interpretation dieser Ergebnisse fällt schwer.

6.1.5.3 Ackerzahl

Weiterhin wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen Ackerzahl und Behandlungsindex besteht. Die Analyse gründet auf der Annahme, dass mit steigender Ackerzahl der Behandlungsindex steigt, da davon auszugehen ist, dass mit höherem Ertragspotential durch die steigende Bodengüte die landwirtschaftlichen Betriebe bereit sind, die Risiken von Ertragsverlusten mit höherem Aufwand abzusichern. Des Weiteren wurde vermutet, dass besonders die Behandlungsindices der Wachstumsregler und der Herbizide mit steigenden Ackerzahlen zunehmen, da anzunehmen ist, dass sowohl das Wachstum der jeweiligen Kultur als auch das der Unkräuter durch eine höhere Bodengüte gefördert wird.

Es wurden auf der Basis aller zur Verfügung stehenden Einzelwerte der Jahre 2007 bis 2016 mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Sie führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2016): $R = 0,1086$ $p = 0,0001$
Wintergerste (2007-2016): $R = 0,2318$ $p < 0,0001$
Winterraps (2007-2016): $R = -0,1141$ $p < 0,0001$

Für alle 3 Kulturen wurden signifikante, aber schwache Zusammenhänge zwischen Ackerzahl und Behandlungsindex nachgewiesen. Allerdings hat sich die oben genannte Hypothese nur für die beiden Getreidekulturen, Winterweizen und Wintergerste, bestätigt. Der Behandlungsindex nahm mit steigender Ackerzahl zu. Bei Winterraps nahm der Behandlungsindex mit ansteigender Ackerzahl jedoch signifikant ab. Diese abweichende Tendenz in Winterraps zeigte sich grundsätzlich auch in den einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien – signifikant allerdings nur bei den Insektizidanwendungen.

6.1.5.4 Ertrag

In ähnlicher Weise wie die Ackerzahl dürfte auch der Ertrag in einem Zusammenhang mit dem Behandlungsindex in den 3 Hauptkulturen stehen, wenngleich der Ertrag nicht nur von der Bodengüte, sondern darüber hinaus von der Wasser- und aktiven Nährstoffversorgung, vor allem über die Düngung, abhängt. Deshalb wurde auch ein möglicher Zusammenhang zwischen Ertrag und Behandlungsindex geprüft. Es war anzunehmen, dass je höher das Ertragsniveau liegt, desto höher auch der Behandlungsindex ist, da vermutet werden kann, dass die landwirtschaftlichen Betriebe bei hohen Erträgen die Risiken von Ertragsverlusten mit höherem Aufwand absichern.

Auf der Grundlage des kompletten Datensatzes der Jahre 2007 bis 2016 wurden mögliche Zusammenhänge mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Winterweizen (2007-2016): $R = 0,4171$ $p = <0,0001$

Wintergerste (2007-2016): $R = 0,2874$ $p = <0,0001$

Winterraps (2007-2016): $R = -0,0039$ $p = 0,3142$

Ähnlich wie bei der Ackerzahl wurden für die beiden Getreidearten signifikante positive Zusammenhänge zwischen Ertrag und Behandlungsindex nachgewiesen. Der Behandlungsindex nahm mit steigendem Ertrag zu. Bei Winterraps ließ sich kein entsprechender Zusammenhang feststellen. Es konnte andererseits auch nicht die Tendenz eines negativen Zusammenhangs wie bei der Ackerzahl bestätigt werden.

6.1.5.5 Vorfrucht

Der Effekt der Vorfrucht wurde für jede Kultur und Pflanzenschutzmittel-Kategorie geprüft. Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2016. Da Wintergetreide in der Regel die Vorfrucht von Winterraps ist, konzentrierte sich die Aufmerksamkeit insbesondere auf den Einfluss der unterschiedlichen Vorfrüchte auf die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität bei Winterweizen und Wintergerste. Gräser traten in sehr geringem Umfang als Vorfrucht auf, somit wurde auf eine Auswertung verzichtet. Es erfolgten keine statistischen Analysen.

Die Herbizidanwendungen waren in Winterweizen nach Wintergetreide, Sommergetreide und Winterraps etwas höher als nach Blattfrüchten und Mais. Bei Wintergerste zeigten sich lediglich geringe Anwendungsintensitäten nach Blattfrüchten und Mais.

Die Fungizidanwendungen in Winterweizen schienen nicht durch unterschiedliche Vorfrüchte beeinflusst worden zu sein. Bei Wintergerste fielen lediglich geringere Anwendungen von Fungiziden nach Blattfrüchten auf.

Die Insektizidanwendungen in Winterweizen und Wintergerste standen in keiner Beziehung zu den unterschiedlichen Vorfruchtgruppen.

Auch Wachstumsregler schienen in Winterweizen und Wintergerste unabhängig von der Vorfrucht angewendet worden zu sein.

Insgesamt blieb der Effekt der Vorfrucht auf den Behandlungsindex unter den Erwartungen.

Tab. 20: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2016

| Kultur | Vorfrucht | | | | | |
|-------------------------|-------------|-----------|----------------|----------------|------------|---------------------|
| | Blattfrucht | Mais | Sommergetreide | Wintergetreide | Winterraps | Gräser ¹ |
| Anzahl Schläge | | | | | | |
| Winterweizen | 404 | 465 | 34 | 395 | 998 | 19 |
| Wintergerste | 53 | 76 | 124 | 1370 | 120 | 4 |
| Winterraps | 9 | 2 | 93 | 1527 | 1 | 14 |
| Herbizide | | | | | | |
| Winterweizen | 1,6 (0,7) | 1,7 (0,6) | 1,9 (0,7) | 2,0 (0,7) | 2,1 (0,8) | 2,7 (0,8) |
| Wintergerste | 1,5 (0,6) | 1,4 (0,5) | 1,6 (0,6) | 1,7 (0,6) | 1,9 (0,7) | 1,9 (0,6) |
| Winterraps | 1,7 (0,7) | 1,7 (0,4) | 1,8 (0,7) | 1,9 (0,7) | 2,5 - | 1,8 (0,7) |
| Fungizide | | | | | | |
| Winterweizen | 2,1 (0,8) | 2,2 (0,7) | 2,2 (0,9) | 2,3 (0,8) | 2,2 (0,8) | 1,9 (1,0) |
| Wintergerste | 1,2 (0,6) | 1,4 (0,4) | 1,4 (0,4) | 1,4 (0,4) | 1,4 (0,5) | 1,4 (0,2) |
| Winterraps ² | 1,0 (0,0) | 1,0 (0,0) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,7 - | 0,9 (0,1) |
| Insektizide | | | | | | |
| Winterweizen | 0,9 (0,7) | 0,9 (0,6) | 0,8 (0,7) | 0,9 (0,7) | 0,9 (0,7) | 1,7 (0,7) |
| Wintergerste | 0,4 (0,4) | 0,4 (0,4) | 0,3 (0,5) | 0,5 (0,6) | 0,5 (0,5) | 0,5 (1,0) |
| Winterraps | 2,5 (0,5) | 2,5 (0,7) | 2,5 (1,0) | 2,7 (1,1) | 4,0 - | 2,6 (0,8) |
| Wachstumsregler | | | | | | |
| Winterweizen | 0,9 (0,5) | 0,9 (0,4) | 0,8 (0,6) | 1,1 (0,5) | 1,0 (0,5) | 0,7 (0,3) |
| Wintergerste | 0,9 (0,3) | 0,7 (0,4) | 0,8 (0,3) | 0,8 (0,4) | 0,9 (0,3) | 0,8 (0,4) |
| Winterraps ³ | 1,5 (0,2) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,5) | 1,1 (0,5) | 1,4 - | 1,5 (0,4) |

¹ Gräser: Ackergras, Feldgras, Gras, Gräser, Grassamen, Grassamenvermehrung, Rotschwingel, Vermehrungsgras

² Fungizide in der Blüte

³ Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte

6.1.5.6 Bodenbearbeitung

Der Einfluss der Grundbodenbearbeitung auf die Intensität der Herbizidanwendungen in allen 3 Ackerbaukulturen wurde im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Vorfruchtgruppen untersucht.

Wie der Tabelle 21 zu entnehmen ist, erhöhte sich der Behandlungsindex bei pfluglosem Anbau von **Winterweizen** im Durchschnitt aller Vorfruchtgruppen um 0,3, bei der Vorfrucht Winterraps sogar signifikant um 0,3, aber kaum nach Wintergetreide, Mais und Blattfrüchten.

In der **Wintergerste** zeichnete sich ein etwas deutlicheres Bild ab: der mittlere Mehraufwand an Herbiziden bei pfluglos betrug 0,3 BI. Die größte Differenz (0,6) zwischen Pflug und pfluglos war nach Winterraps gegeben. Signifikante Unterschiede waren auch bei den Vorfrüchten Sommer- und Wintergetreide gegeben. Keine bzw. geringste Unterschiede zeigten sich nach Blattfrüchten und Mais.

Bei **Winterraps** konnte für die Vorfruchtgruppe Wintergetreide eine hohe Stichprobe ausgewertet werden. Hier zeigte sich ein deutlicher, in der Summe der 10 Jahre signifikanter Zuwachs der Herbizidaufwendungen bei pfluglosem Anbau um ca. 0,7 BI. Bei der Vorfrucht Sommergetreide wurde ein gleicher und ebenfalls signifikanter Unterschied festgestellt.

Da Gräser in sehr geringem Umfang als Vorfrucht auftraten, wurde auf eine Auswertung verzichtet.

Tab. 21: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex von Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps bei verschiedenen Vorfrüchten in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Anzahl Schläge (n), Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2016

| Vorfrucht | gepflügt | | pfluglos | | Pr > t |
|---------------------|----------|------------|----------|------------|-------------------|
| | n | BI | n | BI | |
| Winterweizen | | | | | |
| Blattfrüchte | 117 | 1,6 (0,75) | 287 | 1,6 (0,77) | 0,73319 |
| Mais | 354 | 1,7 (0,65) | 111 | 1,7 (0,68) | 0,93595 |
| Sommergetreide | 5 | 1,6 (0,39) | 29 | 1,9 (0,80) | 0,17499 |
| Wintergetreide | 245 | 2,0 (0,77) | 149 | 2,0 (0,81) | 0,46314 |
| Winterraps | 188 | 1,8 (0,75) | 809 | 2,1 (0,86) | <0,0001 |

| Vorfrucht | gepflügt | | pfluglos | | Pr > t |
|---------------------|----------|------------|----------|------------|-------------------|
| | n | BI | n | BI | |
| Wintergerste | | | | | |
| Blattfrüchte | 24 | 1,3 (0,60) | 29 | 1,6 (0,69) | 0,16074 |
| Mais | 46 | 1,4 (0,54) | 30 | 1,5 (0,58) | 0,29461 |
| Sommergetreide | 63 | 1,4 (0,55) | 61 | 1,7 (0,64) | 0,00149 |
| Wintergetreide | 988 | 1,6 (0,63) | 380 | 1,8 (0,75) | <0,0001 |
| Winterraps | 35 | 1,4 (0,50) | 85 | 2,0 (0,70) | <0,0001 |
| Winterraps | | | | | |
| Blattfrüchte | 4 | 1,7 (0,74) | 5 | 1,8 (0,83) | 0,84435 |
| Sommergetreide | 17 | 1,3 (0,47) | 76 | 1,9 (0,71) | 0,00020 |
| Wintergetreide | 679 | 1,5 (0,56) | 845 | 2,2 (0,81) | <0,0001 |

6.1.5.7 Aussattermin

Der Zusammenhang zwischen Aussattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen wurde für **Winterweizen** analysiert. Tabelle 22 dokumentiert die Korrelationskoeffizienten mit den dazugehörigen Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Beziehung zwischen Aussattermin (Nummer des jeweiligen Jahrestages) und Behandlungsindex. Dabei ergaben sich deutliche, oft signifikante Hinweise auf eine negative Korrelation, d. h. je früher der Aussattermin desto höher der Behandlungsindex. Bei Herbiziden und Wachstumsreglern waren diese relativ schwachen Beziehungen jeweils in 8 bzw. 7 der 10 Jahre signifikant. Bei Fungiziden konnte in 4 der 10 Jahre eine signifikante schwach negative Korrelation zwischen dem Termin der Aussaat des Winterweizens und der Anwendungsintensität belegt werden. Die Insektizidanwendungen korrelierten nur in 2 Fällen mit dem Aussattermin.

Tab. 22: Einfluss des Aussaattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016, Anzahl Schläge (n), Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)

| Jahr | n | | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler |
|------|-----|---|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| 2007 | 179 | R | -0,0513 | -0,1892 | -0,0178 | -0,2880 |
| | | p | 0,4948 | 0,0112 | 0,8133 | 0,0001 |
| 2008 | 203 | R | -0,0044 | -0,0634 | -0,1599 | -0,1769 |
| | | p | 0,9507 | 0,3690 | 0,0227 | 0,0116 |
| 2009 | 226 | R | -0,1673 | -0,0069 | 0,0243 | -0,2174 |
| | | p | 0,0118 | 0,9176 | 0,7159 | 0,0010 |
| 2010 | 246 | R | -0,1463 | -0,1655 | -0,0982 | -0,2137 |
| | | p | 0,0217 | 0,0093 | 0,1245 | 0,0007 |
| 2011 | 244 | R | -0,1848 | -0,0901 | 0,0961 | -0,2561 |
| | | p | 0,0038 | 0,1607 | 0,1345 | 0,0001 |
| 2012 | 229 | R | -0,2093 | -0,0397 | -0,0057 | -0,0832 |
| | | p | 0,0014 | 0,5496 | 0,9311 | 0,2100 |
| 2013 | 257 | R | -0,2488 | -0,1328 | -0,1509 | -0,0639 |
| | | p | 0,0001 | 0,0334 | 0,0155 | 0,3074 |
| 2014 | 260 | R | -0,1826 | 0,0370 | 0,0029 | -0,2147 |
| | | p | 0,0031 | 0,5531 | 0,9634 | 0,0005 |
| 2015 | 248 | R | -0,2756 | -0,1389 | -0,0646 | -0,2566 |
| | | p | 0,0000 | 0,0288 | 0,3108 | 0,0000 |
| 2016 | 241 | R | -0,3575 | 0,0858 | -0,0473 | 0,0185 |
| | | p | 0,0000 | 0,1841 | 0,4644 | 0,7746 |

6.1.5.8 Einfluss der Sorte

Ein wichtiges Werkzeug des integrierten Pflanzenschutzes ist der Anbau resistenter Sorten, da durch Nutzung des Resistenzpotentials eine Reduktion von Fungizidanwendungen möglich ist und sich der Zeitrahmen für Anwendungen durch einen langsameren Verlauf der Krankheit erweitern kann.

Im aktuellen **Winterweichweizensortiment** sind eine Vielzahl unterschiedlicher Resistenzgene gegen pilzliche Schaderreger wie z. B. Mehltau, Gelbrost, Braunrost Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium eingelagert (Anonymus, 2017). Über eine gut wirksame Mehltau- und Gelbrostresistenz verfügen 68 % bzw. 62 % der Sorten. Bei den Krankheiten

Braunrost, Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium sind diese Werte mit 33, 22 und 15 % deutlich geringer.

In den Vergleichsbetrieben wurden im Jahr 2016 insgesamt 43 Winterweizensorten auf 223 Schlägen angebaut. Der Anteil Schläge, auf denen Sorten mit Resistenz, mäßiger Resistenz und Anfälligkeit gegen die Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium angebaut wurden, ist in Abbildung 10 dargestellt.

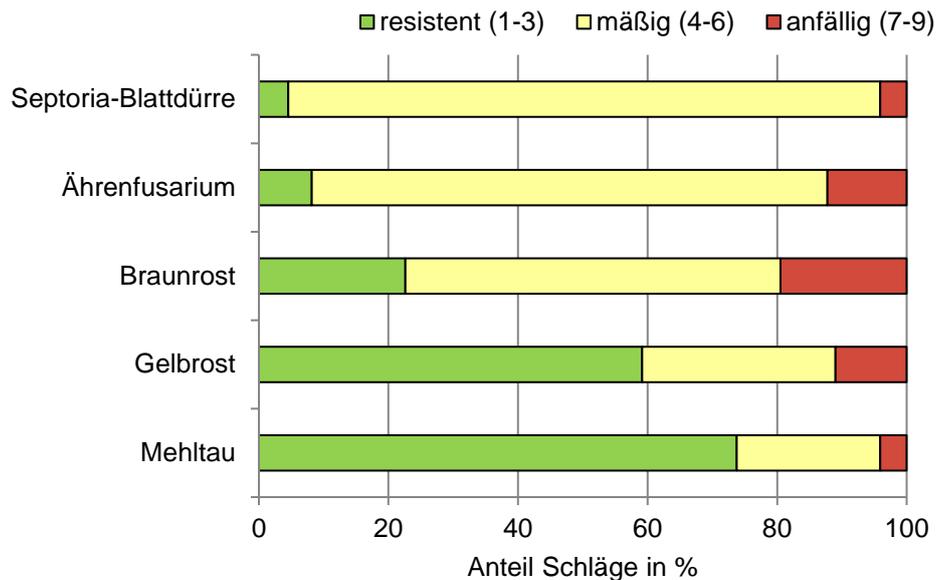


Abb. 10: Anteil Schläge mit resistenten, mäßig resistenten und anfälligen Sorten gegenüber den Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2016

Während im Jahr 2007 auf 59 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehлтаuresistenz mit Noten von 1 - 3 angebaut wurden, waren es im Jahr 2016 bereits 73 %. Im Gegensatz zur Mehлтаuresistenz, verfügen nur wenige Sorten über eine gute Resistenzwirkung gegenüber Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium. Der Anteil Schläge mit septoria- und ährenfusariumresistenten Sorten war im Jahr 2016 mit nur 5 bzw. 8 % sehr gering. Eine Zunahme zeigte sich deutlich bei der Widerstandsfähigkeit der angebauten Sorten gegenüber Gelbrost. Im Jahr 2007 wurden gelbrostresistente Sorten auf lediglich 30 % der Schläge angebaut. Dieser Anteil stieg über die Jahre auf 59 % im Jahr 2016 an, was sicherlich auch mit den starken deutschlandweiten Gelbrostepidemien in den Jahren 2014 bis 2016 zusammenhängt, die in anfälligen Sorten häufige Fungizidbehandlungen erforderten, um starke Ertragsminderungen zu vermeiden. Gegenüber Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium wiesen die im Jahr 2016 angebauten Sorten meist eine mäßige Resistenz (Noten 4 - 6) auf. Trotz des Angebots an Sorten mit guter Braunrostresistenz wurden auf 19 % der Schläge im Jahr 2016 Sorten (z. B. Tobak und Meister) mit hoher Braunrostanfälligkeit angebaut.

Der Anbauanteil Sorten mit breit wirksamer Resistenz gegenüber allen wichtigen pilzlichen Krankheiten (Resistenzmittelwert von ≤ 3 gegen die Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium) schwankte innerhalb der Jahre zwischen 1 % (2008) und 14 % (2015) in den Vergleichsbetrieben. Im Jahr 2016 war der Anteil mit 5 % sehr gering, auf nur 13 Schlägen wurden die Sorten Apian, Anapolis, Tabasco und Dichter angebaut. Zurückzuführen ist dieser Rückgang auf die Abnahme der Widerstandsfähigkeit der Sorte Elixer durch Anpassung der Pathogene. Die Einstufung der Mehltaresistenz nahm bei Elixer um 1 Note ab, was zu einem Resistenzmittelwert von ehemals 3 auf 3,2 führte. Dies zeigt deutlich, dass es sich bei den Wirt-Pathogen Beziehungen um ein dynamisches System handelt. Die häufig auf ein Gen zurückzuführenden Resistenzen sind nicht dauerhaft wirksam. Die Anpassung des Pathogens ist hier stark abhängig vom Anbauumfang der jeweiligen Sorte, die den Selektionsdruck auf das Pathogen stark erhöhen kann und innerhalb weniger Jahre zum Auftreten virulenter Rassen führt, die sich vor allem bei windbürtigen Erregern wie dem Mehltau und den Rosten schnell deutschlandweit verbreiten.

Im aktuellen Sortenspektrum der **Wintergerste** sind unterschiedliche Resistenzgene gegen die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost eingelagert (Anonymus 2017). Während nur 2 % bzw. 9 % der Sorten über eine gut wirksame Netzflecken- bzw. Rhynchosporiumresistenz verfügen, konnten gut wirksame Resistenzen gegen Mehltau und Zwergrost in 33 % bzw. 25 % der Sorten eingekreuzt werden.

Im Jahr 2016 wurden in den Vergleichsbetrieben insgesamt 28 Wintergerstensorten auf 154 Schlägen angebaut. In Abbildung 11 ist der Anteil Schläge, auf denen Sorten mit Resistenz, mäßiger Resistenz und Anfälligkeit gegen die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Zwergrost und Rhynchosporium im Jahr 2016 angebaut wurden dargestellt.

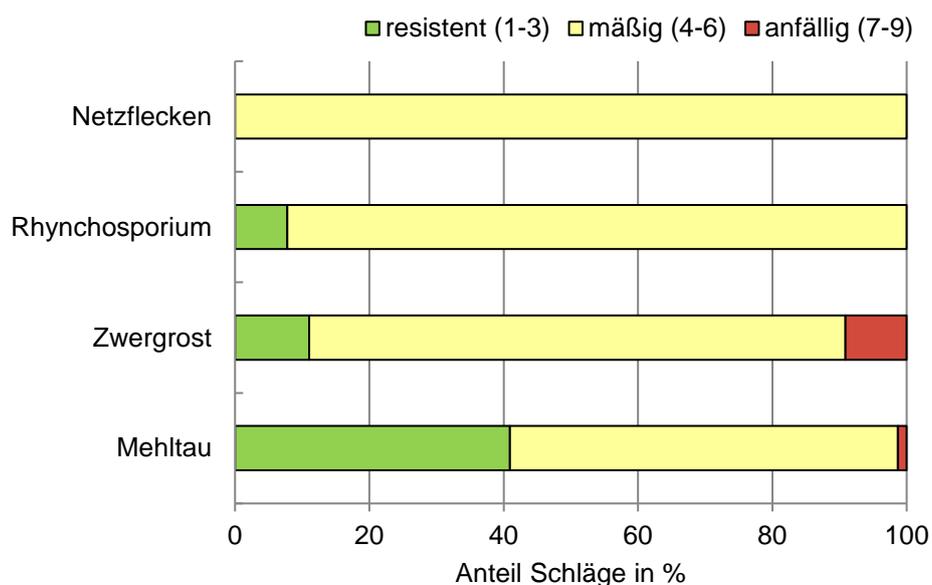


Abb. 11: Anteil Schläge mit resistenten, mäßig resistenten und anfälligen Sorten gegenüber den Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Zwergrost und Rhynchosporium in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2016

Während im Jahr 2007 noch auf 54 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehлтаuresistenz mit Noten von 1 - 3 angebaut wurden, waren es im Jahr 2016 nur noch 41 %. Auch der Anteil zwergrostresistenter Sorten verminderte sich über die Jahre von 46 % (2007) auf 11 % (2016). Alle im Jahr 2016 angebauten Sorten verfügen nur über eine mäßige Widerstandsfähigkeit gegen *Rhynchosporium*, was auf den geringen Anteil resistenter Sorten im Sortenspektrum von nur 2 % zurückzuführen ist (Anonymus 2017). Es wurde keine Sorte mit einer mittleren Resistenzausprägung von 3 angebaut. Hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied zum Winterweizen. Während die Resistenzzüchtung in den letzten Jahren viele Winterweizensorten mit gut wirksamen Resistenzen gegen wichtige pilzliche Schaderreger hervorgebracht hat, ist bei der Wintergerste eine deutliche Stagnation bezüglich der am Markt verfügbaren resistenten Sorten zu sehen.

6.1.5.9 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen

Eine ökonomische Bewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen wurde auf der Grundlage der Daten der Jahre 2007 bis 2010 vorgenommen (Kamrath et al., 2012). Demnach beliefen sich in Winterweizen die Kosten für Herbizid- und Fungizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2010 und aller Betriebe jeweils zwischen 75 €/ha und 110 €/ha und die Kosten der Insektizid- und Wachstumsregler jeweils zwischen 18 €/ha und 23 €/ha. Insgesamt wurden für alle Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen ca. 215 €/ha und Jahr ausgegeben.

Die Kosten für die Pflanzenschutzmaßnahmen im Winterraps pro ha und Jahr betragen bei den Herbiziden ca. 110 € und bei allen anderen Kategorien 50 €. Somit lagen die Gesamtkosten mit ca. 245 €/ha und Jahr deutlich über dem Mittelwert von Winterweizen.

6.1.6 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Die Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen durch Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder im Hinblick auf das notwendige Maß erfolgte seit dem Jahr 2008 auf der Grundlage vorgegebener Bewertungskategorien. Neben kurzen Bewertungen, wie notwendiges Maß, „unnötige Maßnahme“ oder „Maßnahme zu früh“ wurden auch ausführliche fachliche Begründungen für die schlagspezifische Bewertung geliefert. Wie im Konzept des Netzes Vergleichsbetriebe vorgesehen, erfolgten die Bewertungen stets aus der Position des unmittelbaren Entscheidungszeitpunktes und unter Beachtung der realen Möglichkeiten des Praktikers in dieser Situation, also nicht retrospektiv auf der Basis des danach gewonnenen Wissens.

Abgesehen von einigen größeren Lücken im Jahr 2007 wurden nahezu alle Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Jahren 2008 bis 2016 im Hinblick auf das notwendige Maß beurteilt. In den Fällen, bei denen keine eindeutigen Hinweise auf Reduktionspotentiale vorlagen, wurde die Maßnahme als notwendiges Maß eingestuft. Zu beachten ist, dass die Fälle der Einstufung „kritische Kommentare mit Hinweisen auf

Reduktionspotentiale“ nicht nur unnötige Maßnahmen, sondern auch ungenutzte mögliche Reduzierungen der Dosis (auch im Zusammenhang mit der Kritik an der Mittelwahl) sowie ebenfalls zu starke Reduzierungen einschließen. Im Rahmen der verbindlichen Umsetzung der acht allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes wurden die Bewertungskriterien für die Einhaltung des notwendigen Maßes angepasst. Die Kriterien wurden konkretisiert und neue Kriterien in die Bewertung aufgenommen. Dazu gehören: die Möglichkeit des Ersatzes eines Pflanzenschutzmittels durch eine alternative Maßnahme ebenso wie Beachtung der Sortenresistenz, des Resistenzmanagements bzw. des Wirkmechanismenwechsels. Bewusst durch die Anwender unterlassene Anwendungen und deren Ersatz durch mechanische oder andere physikalische Maßnahmen werden konkret erfragt.

6.1.6.1 Winterweizen

Der Gesamt-Behandlungsindex in Winterweizen lag im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2016 bei 5,9. Zwischen den Jahren ließen sich nur moderate Unterschiede feststellen, ein Trend war nicht zu erkennen. Der Anteil der Maßnahmen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lag in den Jahren 2007 bis 2016 bei 89 %, wobei sich die Kritiken im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes auf die Fungizid- und vor allem auf die Insektizidanwendungen konzentrierten (Tabelle 23).

Die Intensität der Anwendung von **Herbiziden** war mit mittleren Behandlungsindices um 1,9 in den 10 Jahren sehr ähnlich. Die großregionalen Unterschiede der mittleren Behandlungsindices der Herbizide hielten sich in Grenzen. Etwas höhere Werte traten im Westen bis 2013 und seit 2014 im Osten auf. Die Betriebe reduzierten die Aufwandmengen durch situationsbezogene Dosierung im Durchschnitt um ca. 30 %. Die Reduzierung der Aufwandmengen war in Tankmischungen (etwa 65 % aller Maßnahmen) größer als bei Einzelanwendungen, wobei im Mittel der Jahre 2009 bis 2016 die mittlere Dosierung in Tankmischungen bei ca. 71 % der zugelassenen Aufwandmenge lag. Teilflächenbehandlungen machten nur ca. 4 % aller Herbizidanwendungen aus, wenngleich nachgewiesen wurde: je größer die Schläge, desto höher der Anteil von Teilflächen-Herbizidanwendungen. Somit hatten Teilflächenapplikationen vor allem auf kleinen Flächen keinen entscheidenden Einfluss auf den Behandlungsindex. Gegenüber den anderen Pflanzenschutzmittel-Kategorien war dieser relativ geringe Anteil bei den Herbizidanwendungen dennoch am höchsten.

Die hohe Varianz der Herbizidintensität zwischen den Weizenfeldern ließ sich teilweise durch den Einfluss der Vorfrüchte und der (wendenden oder nichtwendenden) Bodenbearbeitung erklären. Zum anderen sorgten auch herbizidresistente Problemunkräuter, wie Ackerfuchsschwanz, für zusätzliche Herbizidanwendungen und somit hohe Behandlungsindices. Dennoch wurden im Mittel der Jahre nur ca. 6 % aller Herbizidanwendungen im Hinblick auf das notwendige Maß kritisch bewertet. Eine Tendenz über die Jahre war nicht zu erkennen.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag in den Jahren 2007 bis 2013 mit einem Behandlungsindex von ca. 2,0 auf nahezu gleichem Niveau, stieg aber im Jahr 2014 auf 2,7 aufgrund der deutschlandweiten Gelbrostkalamitäten an. Deutschlandweit trugen bei Septoria-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*) der Wirkungsverlust der Strobilurine und die abnehmende Sensitivität gegenüber einigen Azolen zu höheren Behandlungsintensitäten bei. Im Jahr 2015 und 2016 ging die Anwendung wieder auf geringere Behandlungsindices von 2,4 bzw. 2,6 zurück.

Besonders auffällig waren die hohen Behandlungsindices in der Großregion Norden in der Mehrzahl der Jahre und teilweise im Westen (2014, 2016). Als Grund dafür ist der Befallsdruck insbesondere durch die wichtigste Krankheit, Septoria-Blattdürre, in allen 10 Jahren zu nennen. Der starke Anstieg von Fungizidanwendungen im Jahr 2014 im Norden, Westen und teilweise im Osten war dem ungewöhnlich starken Auftreten von Gelbrost (*Puccinia striiformis*) geschuldet, das sich bis 2015 fortsetzte. Die Gelbrostinfektionen im Jahr 2016 verliefen moderater, jedoch trat Septoria-Blattdürre wieder stärker auf. In den Jahren 2015 und 2016 trat zudem die Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*) in höheren Befallsstärken auf. Die insgesamt gesehen große Streuung zwischen den Feldern erklärte sich aus dem unterschiedlichen lokalen Auftreten der Pathogene im Zusammenhang mit der Sortenwahl und den bereits genannten regionalen, vor allem witterungsbedingten Einflüssen auf den Krankheitsdruck sowie betriebsindividuellen Entscheidungsmustern.

Die Intensität der Fungizidanwendung beurteilten die Berater sowohl im Mittel der Jahre (87%) als auch in den Jahren 2015 und 2016 mit 85 % aller Maßnahmen im Wesentlichen als angemessen. Bei der Betrachtung der kritischen Kommentare überwogen die als unnötig bewerteten Maßnahmen mit ca. 35%, insbesondere gegen Mehltau (*E. graminis*) und Septoria-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*). Auch die Einschätzung „zu stark reduzierte Aufwandmenge“, hauptsächlich gegen Septoria-Blattdürre, fand sich in den Bewertungen der Experten mit fast einem Drittel der kritischen Bewertungen im Jahr 2016. Damit spiegelt sich auch die in Fachkreisen unterschiedlich bewertete Reduzierung von Aufwandmengen wider. Während die situationsbezogene Anpassung der Aufwandmengen ein wichtiges Element des integrierten Pflanzenschutzes darstellt, wird andererseits auf die Förderung einer möglichen Ausbildung von Resistenzen verwiesen. Im Mittel aller Fungizidanwendungen reduzierten die Betriebe die Dosis um ca. 40 %. Teilflächenapplikationen wurden sehr selten durchgeführt (weniger als 1 % aller Anwendungen), sie wirkten sich nicht auf den Behandlungsindex aus.

Tab. 23: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2007 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 454 | 511 | 218 | 228 | 1411 |
| notwendiges Maß | 425 | 430 | 173 | 224 | 1252 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 29 | 81 | 45 | 4 | 159 |
| | 6,4 % | 15,9 % | 20,6 % | 1,8 % | 11,3 % |

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|------------------|------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| 2008 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 609 | 749 | 246 | 496 | 2100 |
| notwendiges Maß | 569 | 623 | 153 | 457 | 1802 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 40 | 126 | 93 | 39 | 298 |
| | 6,6 % | 16,8 % | 37,8 % | 7,9 % | 14,2 % |
| 2009 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 630 | 802 | 254 | 466 | 2152 |
| notwendiges Maß | 599 | 712 | 174 | 448 | 1933 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 31 | 90 | 80 | 18 | 219 |
| | 4,9 % | 11,2 % | 31,5 % | 3,9 % | 10,2 % |
| 2010 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 674 | 848 | 219 | 495 | 2236 |
| notwendiges Maß | 646 | 757 | 132 | 459 | 1994 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 28 | 91 | 87 | 36 | 242 |
| | 4,2 % | 10,7 % | 39,7 % | 7,3 % | 10,8 % |
| 2011 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 620 | 738 | 246 | 406 | 2010 |
| notwendiges Maß | 588 | 657 | 202 | 382 | 1829 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 32 | 81 | 44 | 24 | 181 |
| | 5,2 % | 11,0 % | 17,9 % | 5,9 % | 9,0 % |
| 2012 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 655 | 746 | 228 | 491 | 2120 |
| notwendiges Maß | 597 | 667 | 171 | 471 | 1906 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 58 | 79 | 57 | 20 | 214 |
| | 8,9 % | 10,6 % | 25,0 % | 4,1 % | 10,1 % |
| 2013 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 689 | 904 | 222 | 586 | 2401 |
| notwendiges Maß | 668 | 814 | 156 | 541 | 2179 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 21 | 90 | 66 | 45 | 222 |
| | 3,0 % | 10,0 % | 29,7 % | 7,7 % | 9,2 % |
| 2014 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 709 | 1148 | 248 | 657 | 2762 |
| notwendiges Maß | 654 | 996 | 176 | 610 | 2436 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 55 | 152 | 72 | 47 | 326 |
| | 7,8 % | 13,2 % | 29,0 % | 7,2 % | 11,8 % |

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2015 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 717 | 1018 | 176 | 601 | 2512 |
| notwendiges Maß | 670 | 863 | 110 | 538 | 2181 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 47 | 155 | 66 | 63 | 331 |
| | 6,6 % | 15,2 % | 37,5 % | 10,5 % | 13,2 % |
| 2016 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 662 | 1069 | 265 | 571 | 2567 |
| notwendiges Maß | 616 | 913 | 193 | 522 | 2244 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 46 | 156 | 72 | 49 | 323 |
| | 6,9 % | 14,6 % | 27,2 % | 8,6 % | 12,6 % |

Die Anwendung von **Insektiziden** lag in den 10 Jahren bei einem Behandlungsindex um 1,0 mit leicht abnehmender Tendenz. Im Norden und Westen wurden signifikant mehr Insektizide ausgebracht als im Osten und Süden. Dieses Grundmuster offenbarte sich in allen Jahren. Im Durchschnitt der Jahre betrug die Intensität der Insektizidanwendungen im Süden nur die Hälfte der im Norden. Da in der Regel nur die Entscheidung „Bekämpfung“ oder „keine Bekämpfung“ zur Disposition stand und die Aufwandmengen so gut wie nie reduziert wurden, zeigte sich beim Behandlungsindex eine besonders große Streuung zwischen den einzelnen Feldern. Teilflächenapplikationen betrafen nur 2 % der Insektizidmaßnahmen, so dass beide Faktoren keinen Einfluss auf den Behandlungsindex ausübten. Im Mittelpunkt stand die Bekämpfung der Getreideblattläuse als Saugschädlinge an den Infloreszenzen während der Blüte des Weizens. Blattläuse wurden auch bekämpft als Vektoren des Gerstengelbverzwergungsvirus (BYDV). In Einzelfällen waren Getreidehähnchen und Weizengallmücken Indikationen der Maßnahmen. In den meisten Fällen entsprach die Intensität der Anwendung von Insektiziden nach Ansicht der Experten dem notwendigen Maß. Allerdings gab es nach wie vor in den Bewertungen der Berater wiederholt Hinweise auf ungezielte, vorbeugende Maßnahmen gegen Getreideblattläuse als Vektoren und Direktschädlinge sowie gegen Getreidehähnchen. In den Jahren 2015 (38 %) und 2016 (27 %) wurden wie auch in den Jahren 2008 bis 2014 bei ca. 20 bis 40 % der Maßnahmen Abweichungen vom notwendigen Maß, dabei im Wesentlichen als unnötige Maßnahmen, angemahnt. Im Durchschnitt der Jahre waren es 29 %. Ein bestimmter Trend zeigte sich bislang nicht. Gründe für den relativ hohen Anteil von Maßnahmen, die nicht dem notwendigen Maß entsprachen, könnten Unsicherheiten der Landwirte, sich gegen eine Maßnahme zu entscheiden, und die geringen Kosten von Insektizidanwendungen sein. Die nahezu durchgängige Anwendung voller Aufwandmengen entsprach der Beratung und fand die Zustimmung der Experten der Länder.

Wachstumsregler wurden in den 10 Jahren mit einer relativ geringen und zwischen den Jahren wenig variierenden Intensität von ca. 1,0 BI angewendet, wobei die höchsten Werte immer im Norden zu verzeichnen waren. Die Aufwandmengen wurden stets deutlich reduziert, meistens um mehr als 50 %. Der Anteil Teilflächenbehandlungen lag nur bei 2 %. Die

verhältnismäßig geringe Streuung zwischen den Schlägen weist auf ein homogenes Verhalten der Betriebe hin. Im Hinblick auf das notwendige Maß gab es nur wenige kritische Bewertungen, im Durchschnitt aller Maßnahmen mit 7%. Die Kritik bezog sich insbesondere auf die Terminierung der Behandlungen bzw. auf gänzlich unnötige Maßnahmen.

6.1.6.2 Wintergerste

In Wintergerste betrug der Gesamt-Behandlungsindex im Mittel der 10 Jahre 4,3 und lag damit deutlich unter dem Wert in Winterweizen. Die Varianz zwischen den Jahren blieb gering, auch war im Hinblick auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung kein Trend über die Jahre erkennbar. Im Durchschnitt aller Pflanzenschutzmittel-Kategorien wurden in den Jahren 2007 bis 2016 90 % der Pflanzenschutzmaßnahmen als notwendiges Maß eingestuft (Tabelle 24). Die meisten kritischen Anmerkungen betrafen wie schon beim Winterweizen die Insektizidmaßnahmen und teilweise die Fungizidanwendungen.

In den 10 Jahren wurden mit Behandlungsindices um 1,7 nahezu gleich hohe Intensitäten der **Herbizid**anwendungen registriert. Im Mittel der Jahre war die Behandlungsintensität im Norden signifikant kleiner als in den übrigen Großregionen, die keine bemerkenswerten Unterschiede aufwiesen. Die Aufwandmengen wurden um rund 1/3 reduziert. In Tankmischungen, die in den Jahren 2009 bis 2016 analysiert wurden und etwa zwei Drittel aller Maßnahmen ausmachten, waren die Dosierungen um ca. 1/3 reduziert. Teilflächenapplikationen von Herbiziden fanden häufiger auf großen Feldern statt, machten im Durchschnitt aber nur 4 % aller Maßnahmen aus und blieben damit ohne nennenswerte Auswirkungen auf den Behandlungsindex. Die Standardabweichungen der Behandlungsindices dokumentieren die schlagspezifischen Unterschiede, die vielseitige standortbezogene Ursachen haben können, wie z. B. Befahrbarkeit, Vorfrucht, Durchwuchs und Bodenbearbeitung.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag erwartungsgemäß im Vergleich zum Winterweizen deutlich niedriger – im Durchschnitt bei einem Behandlungsindex von 1,4. Zwischen den Jahren und auch zwischen den Großregionen waren trotz großer Unterschiede im Witterungsverlauf im Frühjahr der einzelnen Jahre und in den Großregionen nur geringe Unterschiede zu verzeichnen. Die in Winterweizen festgestellten höheren Fungizidaufwendungen im Norden und Westen zeigten sich in der Wintergerste bis zum Jahr 2013 nicht, waren aber in den Jahren 2014 und 2015 zu beobachten. Im Jahr 2016 wies der Süden witterungsbedingt erhöhte BI auf.

Die über die Jahre in allen Großregionen nahezu gleich hohen Fungizidaufwendungen in der Wintergerste resultierten aus der in der Regel notwendigen Bekämpfung von mindestens einer der Hauptkrankheiten – Netzflecken (*Pyrenophora teres*), Getreidemehltau (*Blumeria graminis*), Rhynchosporium-Blattflecken (*Rhynchosporium secalis*), Zwergrost (*Puccinia hordei*) und zunehmend von Ramularia (*Ramularia collo-cygni*) – im Verlauf der Vegetationsperiode. Regional wurde die Kontrolle von Netzflecken und Ramularia durch das Auftreten resistenter Populationen erschwert, was bei zusätzlichem Vorkommen von Zwergrost und Rhynchosporium die Ausnutzung aller Wirkstoffgruppen erforderte. Die angestrebte Beschränkung auf eine Behandlung wurde im Mittel der 10 Jahre tatsächlich nur auf ca. 30 % der Schläge verzeichnet.

Die Betriebe wendeten die Fungizide mit deutlich reduzierten Aufwandmengen an. Die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen war mit durchschnittlich 56 % sogar noch niedriger als in Winterweizen, obwohl in den letzten beiden Jahren eine geringfügig höhere Ausschöpfung (59 %) zu verzeichnen war. Teilflächenmaßnahmen spielten mit weniger als 1 % aller Anwendungen keine Rolle. Die Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder bewerteten die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen in den 10 Jahren recht unterschiedlich. So machten sie in einigen Jahren (2007, 2011 und 2012) nur bei ca. 7 %, aber in anderen Jahren, wie 2008 und 2009, bei mehr als 20 % der Fungizidmaßnahmen kritische Anmerkungen im Zusammenhang mit der Einhaltung des notwendigen Maßes. In den Jahren 2015 und 2016 wurden 9 % bzw. 14 % aller Fungizidmaßnahmen kritisch bewertet. Die kritischen Bewertungen betrafen hauptsächlich die Tatsache, dass das Reduktionspotential nicht ausgeschöpft wurde. Tendenzielle Erkenntnisse ließen sich hieraus jedoch nicht ableiten.

Tab. 24: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2007 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 221 | 173 | 84 | 114 | 592 |
| notwendiges Maß | 208 | 164 | 75 | 114 | 561 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 13 | 9 | 9 | 0 | 31 |
| | 5,9 % | 5,2 % | 10,7 % | 0,0 % | 5,2 % |
| 2008 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 425 | 394 | 120 | 264 | 1203 |
| notwendiges Maß | 402 | 300 | 81 | 238 | 1021 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 23 | 94 | 39 | 26 | 182 |
| | 5,4 % | 23,9 % | 32,5 % | 9,8 % | 15,1 % |
| 2009 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 430 | 442 | 67 | 293 | 1232 |
| notwendiges Maß | 410 | 347 | 48 | 255 | 1060 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 20 | 95 | 19 | 38 | 172 |
| | 4,7 % | 21,5 % | 28,4 % | 13,0 % | 14,0 % |
| 2010 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 481 | 515 | 57 | 299 | 1352 |
| notwendiges Maß | 466 | 429 | 39 | 293 | 1227 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 15 | 86 | 18 | 6 | 125 |
| | 3,1 % | 16,7 % | 31,6 % | 2,0 % | 9,2 % |

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2011 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 434 | 472 | 73 | 271 | 1250 |
| notwendiges Maß | 422 | 440 | 48 | 259 | 1169 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 12 | 32 | 25 | 12 | 81 |
| | 2,8 % | 6,8 % | 34,2 % | 4,4 % | 6,5 % |
| 2012 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 445 | 409 | 116 | 286 | 1256 |
| notwendiges Maß | 401 | 372 | 72 | 263 | 1108 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 44 | 37 | 44 | 23 | 148 |
| | 9,9 % | 9,0 % | 37,9 % | 8,0 % | 11,8 % |
| 2013 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 428 | 386 | 73 | 326 | 1213 |
| notwendiges Maß | 416 | 314 | 41 | 302 | 1073 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 12 | 72 | 32 | 24 | 140 |
| | 2,8 % | 18,7 % | 43,8 % | 7,4 % | 11,5 % |
| 2014 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 481 | 547 | 68 | 395 | 1491 |
| notwendiges Maß | 452 | 484 | 47 | 379 | 1362 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 29 | 63 | 21 | 16 | 129 |
| | 6,0 % | 11,5 % | 30,9 % | 4,1 % | 8,7 % |
| 2015 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 480 | 517 | 123 | 365 | 1485 |
| notwendiges Maß | 449 | 469 | 95 | 357 | 1370 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 31 | 48 | 28 | 8 | 115 |
| | 6,5 % | 9,3 % | 22,8 % | 2,2 % | 7,7 % |
| 2016 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 480 | 501 | 119 | 339 | 1439 |
| notwendiges Maß | 453 | 431 | 79 | 322 | 1285 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 27 | 70 | 40 | 17 | 154 |
| | 5,6 % | 14,0 % | 33,6 % | 5,0 % | 10,7 % |

Im Verlauf der 10 Jahre reichten die Anwendungen von **Insektiziden** im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe von 0,9 BI im Jahr 2007, als ein besonders starkes Auftreten der Blattläuse als Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) verzeichnet wurde, bis auf weniger

als 0,5 BI in Jahren mit geringem Blattlausauftreten und lagen damit niedriger als in Winterweizen. Insgesamt richteten sich die Maßnahmen nahezu ausnahmslos gegen die Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) im Herbst. Bedingt durch die regional milde Herbstwitterung 2014 kam es zu einem verstärkten Auftreten der Virusvektoren, was sich im Vergleich zum Vorjahr in der Verdoppelung des BI auf 0,6 des Jahres 2015 niederschlug und sich 2016 mit einem BI von 0,6 weiter fortsetzte. Im Frühjahr spielten Blattläuse als Saugschädlinge und andere Schädlinge in der Wintergerste kaum eine Rolle. Die Dosis wurde, wie von der Beratung empfohlen, selten reduziert. Teilflächenbehandlungen wurden selten durchgeführt (2 % aller Insektizidmaßnahmen). Die extrem hohe Streuung zwischen den Schlägen war Indiz für die wechselhaften schlagspezifischen Entscheidungen gegen oder für eine Bekämpfungsmaßnahme mit voller Aufwandmenge. Die Bewertungen der Länderexperten rechtfertigten zwar in der Mehrheit der Fälle die Entscheidungen der Landwirte als notwendiges Maß, allerdings wurde seit dem Jahr 2008 häufig, d. h. bei ca. einem Drittel der Insektizidanwendungen, auf unnötige Maßnahmen verwiesen, vor allem, wenn Behandlungen erfolgten, obwohl die Wintergerste nicht früh ausgesät wurde und der Blattlausbefall im Herbst deutlich unter dem Schwellenwert blieb. Es kann vermutet werden, dass einige Landwirte aufgrund der Blattlaus- bzw. Virusproblematik im Herbst 2007 in den Folgejahren dazu neigten, mit vorbeugenden Maßnahmen mögliche Infektionen abzuwenden. Deutlich wurde dies wiederum nach dem starken Auftreten des Gerstengelverzweigungsvirus im Jahr 2015, dem deutlich höhere Insektizidanwendungen 2016 folgten, die von den Experten zu einem Drittel als unnötige Maßnahmen eingeschätzt wurden und die kritischen Bewertungen dominierten.

Wie zu erwarten war, lag die Intensität der Anwendung von **Wachstumsreglern** etwas unter der in Winterweizen. Zwischen den Jahren gab es keine großen Schwankungen. Wie auch beim Winterweizen wurden die niedrigsten Intensitäten im Süden und bis 2014 die höchsten Werte im Norden festgestellt. In den Jahren 2015 und 2016 war im Osten die größte Behandlungsintensität zu verzeichnen. Allerdings offenbarten die Standardabweichungen beträchtliche und schlagspezifische Unterschiede. Im Durchschnitt wurden die Wachstumsregler mit halber Dosierung angewendet. Teilflächenbehandlungen erfolgten selten. Die Bewertungen lieferten relativ wenige Hinweise auf Nichteinhaltung des notwendigen Maßes.

6.1.6.3 Winterraps

Tabelle 25 informiert über die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps. In den Jahren 2007 bis 2016 wurden im Durchschnitt 87 % aller Pflanzenschutzmittel-Anwendungen als notwendiges Maß eingestuft, wobei die große Mehrheit der kritischen Kommentare den Insektizidmaßnahmen galt. Obwohl die berechneten Behandlungsindices von 5,4 im Jahr 2007 in den Folgejahren bis 7,7 im Jahr 2015 einen Anstieg zeigten (Tab. 14), war dies nicht mit gleichsam zunehmenden kritischen Kommentaren im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes verbunden.

In Winterraps wurden **Herbizide** bis 2012 über die Jahre mit einer einheitlichen Intensität angewendet (ca. 1,8 BI). Im Mittel der Jahre unterschied sich der Osten mit signifikant höheren Werten von den anderen Regionen. Herbizide wurden im Durchschnitt um 1/4 reduziert angewendet und damit nicht so stark wie bei den beiden Getreidearten. Tankmischungen, in

denen die Herbizide im Vergleich zu Einzelanwendungen um ca. ein Drittel reduziert wurden, machten im Untersuchungszeitraum etwas weniger als die Hälfte aller Herbizidanwendungen aus. Untersuchungen der Jahre 2007 bis 2012 belegten, dass Teilflächenanwendungen von Herbiziden in Winterraps bei ca. 5 % aller Maßnahmen, bevorzugt auf großen Schlägen, erfolgten. Die Bewertung des notwendigen Maßes durch die Experten wies geringe Abweichungen im Bereich von 6% in den Jahren 2015 und 2016 auf, davon betrafen im Jahr 2016 die kritischen Kommentare im Wesentlichen die fehlende Ausschöpfung des Reduktionspotentials.

Die Bewertung der Anwendung von **Fungiziden** und Wachstumsreglern in Winterraps erwies sich als schwierig, denn aufgrund der zweiseitigen Indikationen einiger Präparate mussten Wachstumsregler und Fungizide, die im Herbst und vor der Blüte appliziert wurden, zusammengefasst und Fungizide ab Blühbeginn als weitere Kategorie definiert werden. Im Vergleich der Jahre zeigte sich, dass die Blütenbehandlungen gegen die Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) zwischen 2008 und 2016 mit ca. 0,9 BI auf einem konstanten Niveau lagen. Lediglich im Jahr 2007 war der Wert deutlich niedriger. Seinerzeit führten Unschärfen des Prognosemodells dazu, dass Bekämpfungen ausblieben, obwohl sie nötig gewesen wären. Im Jahr 2007 kam es zu Spätinfektionen mit zum Teil hohem Befall mit Weißstängeligkeit. Daher erfolgten sicherlich ab 2008 die Blütenbehandlungen zur Absicherung der Erträge als Standardmaßnahme. Im Mittel der Untersuchungsjahre ließen sich signifikant niedrigere Behandlungsindices in der Großregion Süden feststellen. Trotz gleicher Mittelwerte der Behandlungsintensität von 2007 bis 2016, unterschied sich die Region Norden signifikant von der Region Westen. In der Blüte wurden bei den Fungizidanwendungen entsprechend der Indikation bzw. Empfehlungen der Pflanzenschutzdienste deutlich höhere Dosierungen gewählt als in der Kategorie Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte, was einerseits die Anwender zum Teil mit dem größeren Vegetationsvolumen begründeten und andererseits mit notwendigen höheren Aufwandmengen zur Kontrolle der pilzlichen Schaderreger zu erklären ist. Teilflächenapplikationen fanden nicht statt. Nachdem im Jahr 2007 kaum kritische Anmerkungen zu den Fungizidmaßnahmen erfolgten, verwiesen die Experten der Länder in den Folgejahren öfter auf unnötige Anwendungen, die teilweise mit den bereits oben angedeuteten Unsicherheiten bei der Befallsbewertung in Verbindung standen. Die kritischen Einwände betrafen im Mittel der Jahre ca. 10 % der Maßnahmen bis zum Jahr 2014. In den Jahren 2015 und 2016 betrug der Anteil der kritischen Kommentare ca. 6 %.

In der Kategorie **Wachstumsregler/Fungizide** stellte sich in den ersten Jahren ein relativ einheitlicher Level von ca. 1,0 BI ein, jedoch stiegen die Anwendungen in den Jahren 2012 bis 2016 auf ca. 1,3 BI. Die Großregion Süden unterschied sich mit signifikant geringeren Aufwendungen (bei deutlich geringerer Schlaganzahl). Die Mittel wurden im Herbst und Frühjahr etwa mit der halben Dosis appliziert und selten auf Teilflächen begrenzt (< 2 %). Im Hinblick auf das notwendige Maß wurden im Durchschnitt der Jahre ca. 9 % der Maßnahmen kritisch bewertet – eine ähnliche Rate wie bei den Fungizidanwendungen in der Blüte. Versuche der Länder belegten wiederholt, dass bei Herbestanwendungen von Fungiziden/Wachstumsreglern nur teilweise eine Wirtschaftlichkeit erreicht wurde. In den kritischen Bewertungen 2016 überwogen somit Hinweise auf unnötige Maßnahmen.

Insektizide wurden in Winterraps in erwartungsgemäß hoher Intensität appliziert, stetig zunehmend bis 2011. In den Folgejahren nahmen die Werte wieder leicht ab, mit Ausnahme

der höheren Intensitäten in 2015. Zwischen den Großregionen zeigten sich insbesondere in den letzten Jahren Unterschiede, wobei die höchsten Anwendungen im Norden, in den Jahren 2012 bis 2014 auch im Westen, vorkamen. In der Großregion Westen breitete sich in den letzten Jahren der Schwarze Kohltriebrüssler aus, was regional Insektizidmaßnahmen im Herbst erforderte. Im Jahr 2015 war in allen Großregionen ein Anstieg der Aufwendungen zu verzeichnen. Die Gründe dafür waren eine Zunahme der Herbstbehandlungen gegen den Rapserrdfloh, bedingt durch den Wegfall der neonikotinoidhaltigen Beizen. Im Jahr 2016 nahm die Behandlungsintensität insgesamt bis auf die Region Norden wieder ab. Insgesamt variierte das schlagspezifische Vorgehen in allen Regionen enorm. Die Varianz der Intensität der Insektizidanwendungen resultierte stets aus einer unterschiedlichen Anzahl der Maßnahmen und so gut wie nie aus der Reduktion der Aufwandmengen. Die Zurückhaltung, Insektizide mit reduzierten Aufwandmengen anzuwenden, korrespondierte mit den Empfehlungen der amtlichen Dienste, insbesondere in Winterraps die Dosis nicht zu reduzieren, um die Wirkung der Mittel voll auszunutzen und der Entwicklung von Resistenzen vorzubeugen. Die Bewertungen im Hinblick auf das notwendige Maß fielen differenziert aus. Es gab wiederholt Hinweise auf unnötige bzw. ungezielte Maßnahmen – im Durchschnitt der Jahre bei 20 % aller Insektizidanwendungen. Besonders im Herbst 2015 erfolgten Maßnahmen gegen Rapserrdfloh, obwohl die Bekämpfungsschwelle nicht überschritten wurde. Außerdem gab es Hinweise, dass bei der Fungizidanwendung gegen *Sclerotinia sclerotiorum* in der Blüte ein Insektizid gegen Schotenschädlinge vorsorglich zugesetzt wurde. In den Jahren 2015 und 2016 wurden nach wie vor auch bei der Stängelrüssler- und Rapsglanzkäferbekämpfung unnötige Maßnahmen konstatiert.

Tab. 25: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| Bewertung | Herbizide | Fungizide ¹ | Insektizide | Wachstumsregler ² | Gesamt |
|---|-----------|------------------------|-------------|------------------------------|--------|
| 2007 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 282 | 70 | 294 | 238 | 884 |
| notwendiges Maß | 268 | 69 | 228 | 210 | 775 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 14 | 1 | 66 | 28 | 109 |
| | 5,0 % | 1,4 % | 22,4 % | 11,8 % | 12,3 % |
| 2008 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 380 | 142 | 345 | 300 | 1167 |
| notwendiges Maß | 338 | 132 | 240 | 247 | 957 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 42 | 10 | 105 | 53 | 210 |
| | 11,1 % | 7,0 % | 30,4 % | 17,7 % | 18,0 % |
| 2009 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 393 | 158 | 437 | 346 | 1334 |
| notwendiges Maß | 355 | 139 | 366 | 306 | 1166 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 38 | 19 | 71 | 40 | 168 |
| | 9,7 % | 12,0 % | 16,2 % | 11,6 % | 12,6 % |

| Bewertung | Herbizide | Fungizide¹ | Insektizide | Wachstumsregler² | Gesamt |
|---|------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------|
| 2010 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 432 | 194 | 502 | 379 | 1507 |
| notwendiges Maß | 411 | 174 | 411 | 349 | 1345 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 21 | 20 | 91 | 30 | 162 |
| | 4,9 % | 10,3 % | 18,1 % | 7,9 % | 10,7 % |
| 2011 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 427 | 177 | 511 | 331 | 1448 |
| notwendiges Maß | 411 | 160 | 454 | 294 | 1321 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 16 | 17 | 57 | 37 | 127 |
| | 3,7 % | 9,6 % | 11,2 % | 11,2 % | 8,8 % |
| 2012 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 480 | 201 | 519 | 452 | 1652 |
| notwendiges Maß | 466 | 173 | 415 | 380 | 1434 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 14 | 28 | 104 | 72 | 218 |
| | 2,9 % | 13,9 % | 20,0 % | 15,9 % | 13,2 % |
| 2013 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 509 | 194 | 518 | 421 | 1642 |
| notwendiges Maß | 475 | 180 | 407 | 348 | 1410 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 34 | 14 | 111 | 73 | 232 |
| | 6,7 % | 7,2 % | 21,4 % | 17,3 % | 14,1 % |
| 2014 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 638 | 207 | 524 | 479 | 1848 |
| notwendiges Maß | 592 | 185 | 425 | 421 | 1623 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 46 | 22 | 99 | 58 | 225 |
| | 7,2 % | 10,6 % | 18,9 % | 12,1 % | 12,2 % |
| 2015 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 579 | 178 | 536 | 436 | 1729 |
| notwendiges Maß | 546 | 166 | 408 | 373 | 1493 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 33 | 12 | 128 | 63 | 236 |
| | 5,7 % | 6,7 % | 23,9 % | 14,4 % | 13,6 % |
| 2016 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 586 | 189 | 453 | 407 | 1635 |
| notwendiges Maß | 548 | 179 | 347 | 337 | 1411 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 38 | 10 | 106 | 70 | 224 |
| | 6,5 % | 5,3 % | 23,4 % | 17,2 % | 13,7 % |

¹ Fungizide in der Blüte

² Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte

6.1.6.4 Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

In speziellen statistischen Analysen konnten einige Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität identifiziert werden, wobei die Effekte oftmals durch ihren Einfluss auf den Schaderregerbefall zustande kamen.

Entgegen einiger Annahmen stand der Behandlungsindex in Winterweizen und Wintergerste in keinem Zusammenhang mit der **Schlaggröße**. Für Winterraps zeigte sich ein positiver signifikanter Zusammenhang. Eine fachliche Interpretation dieses Ergebnisses fällt schwer. Zwischen der **Betriebsgröße** und dem Behandlungsindex konnten für Winterweizen ein negativ signifikanter und Winterraps ein positiv signifikanter Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex identifiziert werden, die sich fachlich nicht interpretieren lässt. In Wintergerste bestand, ähnlich wie beim Prüffaktor Schlaggröße, kein statistisch gesicherter Zusammenhang.

Der Vergleich der **Ackerzahl** der Weizen- und Gerstenfelder mit dem Behandlungsindex ergab eine schwache, aber signifikante positive Korrelation. Bei Winterraps war auch ein signifikanter Zusammenhang nachzuweisen, allerdings genau umgekehrt. Im Hinblick auf die Behandlungsnotwendigkeit konnte für die entgegengesetzten Zusammenhänge in Getreide und Raps keine Begründung gefunden werden. An guten Standorten schienen die zu erwartenden höheren Erträge bei Winterweizen und Wintergerste mit höherem Aufwand abgesichert zu werden. Bei Winterraps schien man auf das gute Kompensationsvermögen von Winterraps auf guten Standorten zu bauen.

Zwischen dem **Ertrag** und dem Behandlungsindex bestand analog zur Ackerzahl bei Winterweizen und Wintergerste ein signifikanter positiver Zusammenhang, jedoch nicht bei Winterraps. Es ist zu vermuten, dass bei Getreide die Ertragserwartung eine Rolle spielte. Dennoch stellt sich die Frage, ob die höheren Intensitäten der Pflanzenschutzmittel-Anwendung auch zu höheren Erträgen beitragen. Dies ist aus den vorliegenden Daten nicht zu entnehmen und nur durch Versuche zu ermitteln.

Die **Vorfrucht** hatte einen unerwartet geringen Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung in den 3 Winterkulturen. Mehr Aufschluss im Hinblick auf die Rolle der Vorfrucht und Fruchtfolge könnten erweiterte Analysen von Daten zu den jeweiligen Vorvorfrüchten oder Fruchtfolgen liefern. Leider enthalten die Schlagkarteien der Vergleichsbetriebe keine derartigen Daten.

Die konservierende **Bodenbearbeitung** war in der Regel mit höherer Herbizidintensität verbunden. Insgesamt gesehen hielten sich die Mehraufwendungen von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste mit BI = 0,2 und Winterraps BI = 0,1 in Grenzen. Vor allem bei Winterraps wurde deutlich: Nicht alle pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt und wenn, dann überwiegend mit klar reduzierten Aufwandmengen.

In Winterweizen ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation zwischen dem **Aussattermin** und der Anwendungsintensität von Herbiziden und Wachstumsreglern, in 4 Jahren auch von Fungiziden, aber nur in 2 Jahren bei Insektiziden.

Entgegen der Erwartung ließ sich bei der Analyse der in den Jahren 2007 bis 2016 in den Vergleichsbetrieben angebauten Winterweizen- und Wintergerstensorten kein klarer Zusammenhang zwischen dem **Resistenzgrad der Sorte** gegenüber allen wichtigen pilzlichen Schaderregern und dem Behandlungsindex der Fungizide erkennen. Die angebauten Sorten wiesen mehrheitlich mäßige Resistenzwerte zwischen 4 und 6 im Durchschnitt der wichtigsten Krankheiten auf und ließen in dieser Gruppe keinen Einfluss auf die Behandlungsintensität erkennen. Für die Gruppe der resistenten Winterweizensorten schien im Jahr 2016 eine Anpassung der Fungizidmaßnahmen an diese Resistenzunterschiede aufzutreten.

6.1.6.5 Weitere Kulturen

Die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben ist Tabelle 26 zu entnehmen.

Die Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in **Kartoffeln** wurden bis 2012 durchweg als notwendiges Maß beurteilt. Nur in den Jahren 2013 und 2015 lieferten die Experten einige kritische Kommentare, insbesondere zu einigen Anwendungen von Fungiziden. Die auffällig höheren Fungizidanwendungen im Jahre 2007 und 2016 in Kartoffeln wurden als notwendiges Maß gewertet, da im Norden und Westen sowie im Jahr 2016 im Westen und Süden Deutschlands auf Grund anhaltender Niederschläge und warmer Temperaturen eine Epidemie der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) auftrat und die Beratung zu entsprechend häufigen Fungizidmaßnahmen aufrief.

Im **Mais** gab es in den Bewertungen relativ wenige kritische Anmerkungen. Es wurden fast nur Herbizide appliziert und deren Anwendung unterliegt bewährten Strategien. Dagegen wurden in **Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben** häufiger kritische Kommentare seitens der Experten der Länder geäußert, dennoch beurteilten sie im Durchschnitt ca. 93 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen als gezielt und angemessen. Die Daten deuten darauf hin, dass für Triticale und Winterroggen sehr ähnliche Pflanzenschutzintensitäten wie für Wintergerste gelten.

Bei den Zuckerrüben nehmen die Probleme mit wärmeliebenden Spätkeimern zu und vor allem im Westen Deutschlands werden die mittleren Behandlungsindices der Herbizide durch die geringere Bodenwirkung aufgrund von Trockenheit bestimmt.

Einflussfaktoren auf die Pflanzenschutzintensität wurden in den weiteren Kulturen nicht untersucht.

Tab. 26: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| Bewertung | Kartoffeln | Mais | Triticale | Winterroggen | Zuckerrüben |
|---|------------|-------|-----------|--------------|-------------|
| 2007 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 50 | 88 | 47 | 125 | 283 |
| notwendiges Maß | 50 | 88 | 47 | 123 | 262 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 0 | 0 | 2 | 21 |
| | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,6 % | 7,4 % |
| 2008 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 133 | 143 | 50 | 118 | 276 |
| notwendiges Maß | 133 | 141 | 42 | 105 | 230 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 2 | 8 | 13 | 46 |
| | 0,0 % | 1,4 % | 16,0 % | 11,0 % | 16,7 % |
| 2009 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 116 | 180 | 101 | 100 | 342 |
| notwendiges Maß | 116 | 180 | 90 | 91 | 303 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 0 | 11 | 9 | 39 |
| | 0,0 % | 0,0 % | 10,9 % | 9,0 % | 11,4 % |
| 2010 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 145 | 291 | 98 | 62 | 364 |
| notwendiges Maß | 145 | 285 | 89 | 60 | 340 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 6 | 9 | 2 | 24 |
| | 0,0 % | 2,1 % | 9,2 % | 3,2 % | 6,6 % |
| 2011 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 180 | 234 | 102 | 94 | 522 |
| notwendiges Maß | 180 | 225 | 90 | 87 | 472 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 9 | 12 | 7 | 50 |
| | 0,0 % | 3,8 % | 11,8 % | 7,4 % | 9,6 % |
| 2012 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 133 | 272 | 165 | 242 | 529 |
| notwendiges Maß | 132 | 270 | 149 | 230 | 482 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 2 | 16 | 12 | 47 |
| | 0,8 % | 0,7 % | 9,7 % | 5,0 % | 8,9 % |

| Bewertung | Kartoffeln | Mais | Triticale | Winterroggen | Zuckerrüben |
|---|-------------------|-------------|------------------|---------------------|--------------------|
| 2013 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 118 | 280 | 242 | 209 | 527 |
| notwendiges Maß | 111 | 271 | 215 | 188 | 485 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 7 | 9 | 27 | 21 | 42 |
| | 5,9 % | 3,2 % | 11,2 % | 10,0 % | 8,0 % |
| 2014 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 117 | 275 | 294 | 131 | 581 |
| notwendiges Maß | 117 | 258 | 284 | 123 | 536 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 17 | 10 | 8 | 45 |
| | 0,0 % | 6,2 % | 3,4 % | 6,1 % | 7,7 % |
| 2015 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 112 | 308 | 306 | 131 | 550 |
| notwendiges Maß | 109 | 300 | 285 | 129 | 519 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 8 | 21 | 2 | 31 |
| | 2,7 % | 2,6 % | 6,9 % | 1,5 % | 5,6 % |
| 2016 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 172 | 259 | 320 | 112 | 574 |
| notwendiges Maß | 172 | 253 | 301 | 103 | 535 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 6 | 19 | 9 | 39 |
| | 0,0 % | 2,3 % | 5,9 % | 8,0 % | 6,8 % |

6.2 Freilandgemüsebau

6.2.1 Datengrundlage

Wie schon in Tabelle 2 dokumentiert, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2016 22, 27, 28, 20, 27, 26, 25, 26, 24 bzw. 25 Betriebe mit Freilandgemüse-Anbau beteiligt. Die Anzahl der Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die in die Auswertung einbezogen werden konnten, zeigt Tabelle 27. Leider standen im Jahr 2010 bei Frischkohl und im Jahr 2007 und 2010 bei Zwiebeln deutlich weniger Schläge als in den anderen Jahren für die Auswertung zur Verfügung. Die Anwendung von Rodentiziden, Molluskiziden und Saatgutbehandlungen bzw. Behandlungen der Jungpflanzen in Anzuchtbetrieben bei Frischkohl wurden nicht berücksichtigt. Aufgrund der geringen Stichprobengrößen wurde auf die Zuordnung der Betriebe auf die Erhebungsregionen verzichtet. Dies war auch insofern sinnvoll, da innerhalb bestimmter Erhebungsregionen, wie z. B. 1009, keine einheitlichen Bedingungen für den Gemüseanbau vorlagen.

Tab. 27: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen)

| | Frischkohl | Möhren | Spargel | Zwiebeln |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 2007 | 14 (200) | 28 (249) | 12 (114) | 3 (58) |
| 2008 | 19 (186) | 33 (241) | 13 (119) | 9 (116) |
| 2009 | 14 (125) | 31 (249) | 14 (111) | 9 (122) |
| 2010 | 7 (63) | 26 (197) | 14 (139) | 6 (58) |
| 2011 | 16 (177) | 34 (303) | 14 (121) | 9 (141) |
| 2012 | 16 (140) | 30 (280) | 13 (110) | 9 (123) |
| 2013 | 13 (119) | 24 (199) | 14 (115) | 8 (109) |
| 2014 | 14 (120) | 20 (212) | 17 (138) | 7 (99) |
| 2015 | 22 (226) | 20 (189) | 17 (164) | 9 (141) |
| 2016 | 19 (199) | 26 (217) | 17 (146) | 9 (150) |
| 2007-2016 | 154 (1555) | 272 (2336) | 145 (1277) | 78 (1117) |

6.2.2 Behandlungsindices

In den Tabellen 28 bis 31 sind die Gesamt-Behandlungsindices der einzelnen Kulturen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 dargestellt.

Frischkohl

Die Behandlungsindices in Frischkohl (Weißkohl, Rotkohl, Spitzkohl und Wirsing) für alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Durchschnitt in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016 sind in Tabelle 28 dargestellt. Die höheren Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensitäten im Jahr 2007 wurden insbesondere durch Insektizidanwendungen, die den Hauptteil der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ausmachten, bestimmt. Eine Tendenz zu einer höheren oder niedrigeren Behandlungsintensität über die 10 Jahre war nicht festzustellen.

Tab. 28: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien, ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgut- bzw. Jungpflanzenbehandlungen) in Frischkohl in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 13,1 | 9,2 | 8,6 | 8,6 | 9,9 | 8,1 | 8,4 | 7,7 | 9,8 | 10,0 |

Da von Experten vermutet wurde, dass im Kohlanbau im Norden mehr Fungizide und weniger Insektizide als im Süden verwendet werden, wurden die Standorte der Jahre 2007 bis 2009 in zwei Gruppen eingeteilt: Norden und Westen/Süden. Die Ergebnisse wurden im Jahresbericht 2010 aufgezeigt (Freier et al., 2011). Sie bestätigen die oben geäußerte Vermutung, insbesondere bei den Insektizidanwendungen. Außerdem wurde geprüft, ob der Pflanztermin Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung hatte. Während sich die Herbizidanwendungen bei früher und später Pflanzung nicht signifikant unterschieden, stellte sich bei frühen Kohlsätzen eine im Vergleich zu späten Pflanzungen signifikant höhere Intensität der Fungizidanwendungen heraus (Paap, 2017). Zudem war eine um ca. 3,0 BI signifikant höhere Intensität der Insektizidspritzungen bei späten Kohlsätzen zu beobachten.

Möhren

Die mittleren Behandlungsindices bei Möhren (Bund- und Waschmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016 sind in Tabelle 29 zusammengefasst. Die höheren Werte im Jahr 2007, 2012, 2014 und 2015 ergaben sich aus Mehraufwendungen bei Herbiziden (2012, 2014 und 2015), Fungiziden (2007, 2012 und 2014) bzw. Insektiziden (2007, 2014 und 2015) im Vergleich zu den anderen Jahren. Auffällig waren die insgesamt relativ hohen Aufwendungen für Herbizide. Bei einem Vergleich von Bund- und Waschmöhren in den Jahren 2007 bis 2010 zeigte sich, dass mehr Herbizide und Fungizide bei Waschmöhren, aber deutlich mehr Insektizide bei Bundmöhren angewendet wurden (Schulz, 2011).

Untersuchungen der Daten (2007 bis 2014) hinsichtlich des Einflusses des Aussaattermins auf die Gesamt-Behandlungsintensität sowie der Fungizide ergaben, dass frühe Möhrenkulturen signifikant geringere Behandlungsindices aufwiesen als mittlere und späte Aussaaten (Paap, 2017).

Im Verlauf der 10 Jahre zeichnete sich kein Trend zu einer höheren oder niedrigeren Anwendungsintensität der Pflanzenschutzmittel ab.

Tab. 29: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in Möhren in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 7,1 | 5,5 | 6,0 | 5,1 | 6,4 | 6,8 | 5,5 | 7,4 | 6,8 | 5,6 |

Spargel

Die Ergebnisse der Behandlungsindices für Spargel in den Vergleichsbetrieben sind in Tabelle 30 dargestellt und waren in allen 10 Jahren durch die relativ hohen Fungizidanwendungen geprägt. Wenngleich die mittlere Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Spargel in den 10 Jahren ähnlich war, verwiesen die Standardabweichungen doch auf große Unterschiede zwischen den Feldern. Eine bestimmte Tendenz der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ließ sich im Verlauf der 10 Jahre nicht erkennen.

Tab. 30: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in Spargel in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 7,9 | 8,4 | 7,1 | 8,8 | 7,6 | 7,3 | 6,8 | 7,1 | 8,3 | 7,2 |

Zwiebeln

Für die Analyse der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Zwiebeln standen, wie Tabelle 27 zu entnehmen ist, über die Jahre sehr unterschiedliche Anzahlen von Betrieben und Flächen zur Verfügung, so dass bei dieser Datenlage ein Jahresvergleich nur bedingt vorgenommen werden konnte. Die mittleren Behandlungsindices sind in Tabelle 31 dargestellt. Die Mittelwerte verwiesen auf ähnliche Intensitäten, abgesehen von dem hohen Wert im Jahr 2007 und vom auffällig niedrigen Wert im Jahr 2010. Der hohe Wert im Jahr 2007 ergab sich in erster Linie aus den Anwendungen der Insektizide und Fungizide in einem Betrieb. Der erhöhte Behandlungsindex im Jahr 2016 ließ sich auf eine geringfügig höhere Intensität in der Anwendung der Herbizide und einen deutlich höheren Fungizid-Behandlungsindex zurückführen. Tendenzen der Behandlungsintensität innerhalb der 10 Jahre waren nicht auszumachen.

Tab. 31: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 16,1 | 9,1 | 8,9 | 6,4 | 9,9 | 9,2 | 9,0 | 11,2 | 10,9 | 12,9 |

Die Tabellen 32 und 33 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) für Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016. Wegen der begrenzten Stichprobengrößen erfolgte keine Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen Regionen oder Jahren.

Tab. 32: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

| Kultur | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Herbizide | | | | | | | | | | | |
| Frischkohl | 1,1 (0,6) | 1,1 (0,7) | 1,1 (0,8) | 1,4 (0,8) | 1,5 (0,8) | 1,5 (0,9) | 1,3 (0,8) | 1,4 (0,7) | 1,1 (1,0) | 0,9 (0,5) | 1,2 (0,8) |
| Möhren | 2,6 (1,1) | 2,6 (0,9) | 2,8 (1,0) | 2,3 (0,8) | 2,7 (0,9) | 2,8 (0,8) | 2,4 (0,9) | 2,8 (1,2) | 2,8 (1,0) | 2,4 (0,7) | 2,6 (0,9) |
| Spargel | 1,9 (0,8) | 1,4 (0,9) | 1,6 (0,7) | 1,7 (0,8) | 1,6 (0,9) | 1,7 (0,6) | 1,5 (0,7) | 1,4 (0,5) | 2,0 (0,8) | 1,8 (0,7) | 1,7 (0,8) |
| Zwiebeln | 4,8 (1,8) | 4,0 (0,8) | 3,4 (1,2) | 3,2 (0,3) | 4,2 (1,1) | 3,4 (1,5) | 2,9 (0,7) | 4,1 (0,9) | 4,9 (0,8) | 5,4 (0,9) | 4,0 (1,2) |
| Fungizide | | | | | | | | | | | |
| Frischkohl | 3,5 (1,3) | 3,0 (1,4) | 3,1 (2,2) | 2,0 (1,5) | 3,1 (1,7) | 1,8 (0,8) | 2,3 (1,6) | 1,9 (1,5) | 2,8 (1,1) | 2,9 (1,1) | 2,7 (1,5) |
| Möhren | 2,8 (1,4) | 2,3 (1,1) | 2,3 (1,5) | 1,6 (1,4) | 2,5 (2,2) | 2,8 (2,0) | 2,0 (1,4) | 2,7 (1,3) | 2,4 (1,1) | 2,3 (1,5) | 2,4 (1,6) |
| Spargel | 4,4 (1,5) | 5,3 (2,4) | 4,3 (2,6) | 5,3 (3,0) | 4,6 (2,5) | 4,3 (1,7) | 4,1 (2,0) | 4,4 (1,4) | 4,7 (2,1) | 3,9 (2,3) | 4,5 (2,2) |
| Zwiebeln | 6,6 (1,6) | 3,7 (1,6) | 3,9 (2,8) | 2,2 (0,4) | 4,3 (1,7) | 4,3 (2,0) | 4,9 (1,7) | 5,4 (2,0) | 4,7 (1,2) | 6,4 (1,3) | 4,5 (2,0) |
| Insektizide | | | | | | | | | | | |
| Frischkohl | 8,4 (5,3) | 5,1 (3,0) | 4,4 (2,3) | 5,2 (3,1) | 5,3 (2,5) | 4,8 (2,6) | 4,8 (2,3) | 4,4 (2,6) | 6,0 (3,1) | 6,2 (3,1) | 5,5 (3,2) |
| Möhren | 1,7 (1,4) | 0,7 (1,0) | 0,8 (0,9) | 1,1 (1,4) | 1,2 (1,3) | 1,1 (1,4) | 1,1 (1,0) | 2,0 (1,9) | 1,6 (1,2) | 1,0 (1,0) | 1,2 (1,3) |
| Spargel | 1,7 (1,4) | 1,8 (1,0) | 1,3 (1,2) | 1,7 (1,4) | 1,4 (1,6) | 1,3 (1,7) | 1,1 (1,2) | 1,4 (1,2) | 1,5 (1,3) | 1,5 (1,2) | 1,5 (1,3) |
| Zwiebeln | 4,7 (0,5) | 1,4 (1,2) | 1,7 (1,8) | 1,0 (0,0) | 1,2 (0,4) | 1,3 (1,3) | 1,0 (0,9) | 1,3 (0,7) | 1,3 (1,3) | 1,0 (0,8) | 1,4 (1,2) |

Tab. 33: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

| Kultur | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Wachstumsregler | | | | | | | | | | | |
| Frischkohl | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) |
| Möhren | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) |
| Spargel | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) |
| Zwiebeln | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,2 (0,2) | 0,1 (0,2) | 0,3 (0,3) | 0,4 (0,4) | 0,0 (0,0) | 0,0 (0,0) | 0,1 (0,2) |
| Gesamt | | | | | | | | | | | |
| Frischkohl | 13,1 (6,0) | 9,2 (4,5) | 8,6 (2,8) | 8,6 (3,2) | 9,9 (4,0) | 8,1 (3,1) | 8,4 (3,0) | 7,7 (4,1) | 9,8 (3,2) | 10,0 (3,6) | 9,4 (4,0) |
| Möhren | 7,1 (2,5) | 5,5 (1,8) | 6,0 (2,1) | 5,1 (2,5) | 6,4 (2,7) | 6,8 (2,9) | 5,5 (2,6) | 7,4 (3,0) | 6,8 (1,8) | 5,6 (2,3) | 6,2 (2,5) |
| Spargel | 7,9 (2,5) | 8,4 (3,6) | 7,1 (3,6) | 8,8 (3,9) | 7,6 (3,3) | 7,3 (3,2) | 6,8 (3,2) | 7,1 (2,4) | 8,3 (3,1) | 7,2 (3,3) | 7,6 (3,2) |
| Zwiebeln | 16,1 (3,5) | 9,1 (2,6) | 8,9 (5,5) | 6,4 (0,3) | 9,9 (1,1) | 9,2 (0,9) | 9,0 (1,1) | 11,2 (1,0) | 10,9 (1,9) | 12,9 (1,2) | 10,1 (3,0) |

6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Betriebe haben Herbizide in allen 4 Gemüsekulturen in der Regel mit um etwa ein Drittel reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tabelle 34). Auffällig waren die verhältnismäßig hohen Aufwandmengen in Zwiebeln im Jahr 2016 sowie in Frischkohl in den Jahren 2015 und 2016. Dagegen wurden Fungizide und Insektizide sowie Wachstumsregler (Anwendung nur in einigen Jahren in Zwiebeln) fast ausschließlich mit der zugelassenen Dosis appliziert. Zwischen den 10 Jahren konnten in den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien keine besonderen Tendenzen festgestellt werden. Bei den Herbizidanwendungen waren lediglich die schwankenden Dosierungen im Frischkohl und, wie schon angedeutet, die hohen Werte in den letzten beiden Jahren auffällig.

Tab. 34: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| Kategorie | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Frischkohl | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 56 % | 63 % | 79 % | 82 % | 61 % | 79 % | 65 % | 64 % | 77 % | 71 % | 69 % |
| Fungizide | 96 % | 94 % | 98 % | 100 % | 95 % | 96 % | 98 % | 98 % | 99 % | 96 % | 97 % |
| Insektizide | 98 % | 106 % | 100 % | 99 % | 98 % | 99 % | 100 % | 99 % | 99 % | 100 % | 100 % |
| Möhren | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 63 % | 61 % | 60 % | 59 % | 54 % | 52 % | 47 % | 49 % | 53 % | 49 % | 55 % |
| Fungizide | 97 % | 99 % | 96 % | 97 % | 102 % | 100 % | 99 % | 98 % | 94 % | 95 % | 98 % |
| Insektizide | 103 % | 101 % | 100 % | 100 % | 98 % | 98 % | 96 % | 96 % | 97 % | 94 % | 98 % |
| Spargel | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 66 % | 77 % | 69 % | 63 % | 63 % | 62 % | 53 % | 61 % | 65 % | 59 % | 63 % |
| Fungizide | 87 % | 95 % | 98 % | 98 % | 97 % | 96 % | 100 % | 98 % | 96 % | 99 % | 97 % |
| Insektizide | 100 % | 96 % | 100 % | 97 % | 100 % | 100 % | 98 % | 100 % | 97 % | 95 % | 98 % |
| Zwiebeln | | | | | | | | | | | |
| Herbizide | 63 % | 57 % | 50 % | 58 % | 50 % | 49 % | 46 % | 66 % | 55 % | 70 % | 56 % |
| Fungizide | 95 % | 100 % | 99 % | 100 % | 100 % | 100 % | 97 % | 98 % | 100 % | 98 % | 99 % |
| Insektizide | 100 % | 95 % | 82 % | 100 % | 95 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 96 % |
| Wachstumsregler | - | - | - | - | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | - | 100 % |

6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Während im Jahr 2007 für Frischkohl alle Bewertungen, für Möhren (Bund- und Waschmöhren) und Spargel nur teilweise und für Zwiebeln gar keine Bewertungen vorlagen, wurden ab dem Jahr 2008 nahezu alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen durch die Spezialisten der Pflanzenschutzdienste der Länder im Hinblick auf das notwendige Maß kommentiert und bewertet. Die Bewertungen erfolgten stets aus der Position des unmittelbaren Entscheidungszeitpunktes und unter Beachtung der realen Möglichkeiten des Praktikers und nicht retrospektiv auf der Basis des danach gewonnenen Wissens. In den nachfolgenden Tabellen 35, 36 und 37 wurden die Ergebnisse der Bewertungen in Frischkohl, Möhren und Spargel zusammengestellt. Wegen der geringen Datenbasis in Zwiebeln wurden die Ergebnisse der Bewertungen nur zusammenfassend dargelegt.

Für **Frischkohl** ließ sich festhalten, dass im Norden mehr Fungizide, im Süden/Westen jedoch mehr Herbizide und Insektizide verwendet wurden. Dies stand im Einklang mit einem oft klimatisch bedingten stärkeren Auftreten von pilzlichen Schaderregern im Norden und einem stärkeren Auftreten von Schädlingen im Süden. Im Vergleich der Pflanztermine wiesen frühe Sätze höhere Intensitäten der Fungizidanwendungen und späte Kohlsätze höhere Intensitäten von Insektizidanwendungen auf. Die große Streuung zwischen den Feldern ließ auf ein situationsbezogenes Handeln der Betriebe schließen. Situationsbezogen wurden auch die Aufwandmengen der Herbizide reduziert. Auffällig war, dass bis auf die Herbizide alle Pflanzenschutzmittel nahezu mit den vollen Aufwandmengen (im Durchschnitt mit 98 % der maximalen Aufwandmenge) appliziert wurden und damit für die Fungizide deutlich höher lagen als in den untersuchten Ackerbaukulturen.

In den beiden ersten Jahren bescheinigten die Experten der Länder bei ca. 86 % der Fälle die Einhaltung des notwendigen Maßes. Allerdings wurden in den Jahren 2009 und 2010 in 28 % bzw. 22 % aller Bewertungen kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale geäußert, obwohl in diesen Jahren der Behandlungsindex am geringsten war. Dies betraf alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden in den Jahren 2011 bis 2014 von den Experten immer weniger kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale abgegeben, wobei in diesen 4 Jahren im Mittel 93 % aller Maßnahmen positiv bestätigt wurden. Die kritischen Kommentare zu den Insektizidmaßnahmen in 2015 und 2016 verwiesen auf eine mögliche Nutzung von Kulturschutznetzen, die einen guten Schutz gegen beißende und saugende Schädlinge ermöglichen, dabei gleichzeitig jedoch zu höheren Herbizidanwendungen führen können. Die Hinweise für die Anwendungen der Fungizide in 2016 bezogen sich mehrheitlich auf eine nicht optimale Mittelwahl.

Tab. 35: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Frischkohl in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2007 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 27 | 52 | 121 | 200 |
| notwendiges Maß | 27 | 46 | 99 | 172 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 6 | 22 | 28 |
| | 0,0 % | 11,5 % | 18,2 % | 14,0 % |
| 2008 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 33 | 61 | 92 | 186 |
| notwendiges Maß | 30 | 53 | 76 | 159 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 8 | 16 | 27 |
| | 9,1 % | 13,1 % | 17,4 % | 14,5 % |
| 2009 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 18 | 43 | 60 | 121 |
| notwendiges Maß | 13 | 28 | 46 | 87 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 5 | 15 | 14 | 34 |
| | 27,8 % | 34,9 % | 23,3 % | 28,1 % |
| 2010 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 12 | 14 | 37 | 63 |
| notwendiges Maß | 9 | 12 | 28 | 49 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 2 | 9 | 14 |
| | 25,0 % | 14,3 % | 24,3 % | 22,2 % |
| 2011 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 38 | 53 | 86 | 177 |
| notwendiges Maß | 37 | 51 | 73 | 161 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 2 | 13 | 16 |
| | 2,6 % | 3,8 % | 15,1 % | 9,0 % |
| 2012 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 30 | 30 | 80 | 140 |
| notwendiges Maß | 27 | 30 | 71 | 128 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 0 | 9 | 12 |
| | 10,0 % | 0,0 % | 11,3 % | 8,6 % |

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2013 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 25 | 31 | 63 | 119 |
| notwendiges Maß | 24 | 26 | 60 | 110 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 5 | 3 | 9 |
| | 4,0 % | 16,1 % | 4,8 % | 7,6 % |
| 2014 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 30 | 28 | 62 | 120 |
| notwendiges Maß | 30 | 26 | 57 | 113 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 2 | 5 | 7 |
| | 0,0 % | 7,1 % | 8,1 % | 5,8 % |
| 2015 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 32 | 62 | 132 | 226 |
| notwendiges Maß | 32 | 61 | 88 | 181 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 1 | 44 | 45 |
| | 0,0 % | 1,6 % | 33,3 % | 19,9 % |
| 2016 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 25 | 57 | 117 | 199 |
| notwendiges Maß | 25 | 48 | 69 | 142 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 9 | 48 | 57 |
| | 0,0 % | 15,8 % | 41,0 % | 28,6 % |

Bei **Möhren** (Bund- und Waschmöhren) herrschte die niedrigste Intensität von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter den 4 Gemüsekulturen vor. Herbizide wurden mit stark reduzierten Aufwandmengen appliziert. Dagegen fanden die Anwendungen von Fungiziden und Insektiziden mit nahezu der vollen Aufwandmenge statt. Die Jahresunterschiede und die Streuungen innerhalb eines Jahres widerspiegelten eher geringe schlagspezifische Unterschiede bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Dabei wurde die große Mehrheit der Maßnahmen von den Experten als notwendiges Maß bestätigt, wobei die kritischen Äußerungen alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien einschlossen. In den Jahren 2015 und 2016 war eine größere Anzahl kritischer Hinweise auf unnötige Maßnahmen in den Anwendungen der Insektizide zu verzeichnen.

Tab. 36: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Bund- und Waschmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2007 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 88 | 57 | 27 | 172 |
| notwendiges Maß | 79 | 39 | 25 | 143 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 9 | 18 | 2 | 29 |
| | 10,2 % | 31,6 % | 7,4 % | 16,9 % |
| 2008 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 142 | 77 | 22 | 241 |
| notwendiges Maß | 127 | 60 | 21 | 208 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 15 | 17 | 1 | 33 |
| | 10,6 % | 22,1 % | 4,5 % | 13,7 % |
| 2009 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 150 | 73 | 26 | 249 |
| notwendiges Maß | 147 | 54 | 23 | 224 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 19 | 3 | 25 |
| | 2,0 % | 26,0 % | 11,5 % | 10,0 % |
| 2010 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 122 | 46 | 29 | 197 |
| notwendiges Maß | 121 | 42 | 22 | 185 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 4 | 7 | 12 |
| | 0,8 % | 8,7 % | 24,1 % | 6,1 % |
| 2011 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 178 | 84 | 41 | 303 |
| notwendiges Maß | 171 | 83 | 38 | 292 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 7 | 1 | 3 | 11 |
| | 3,9 % | 1,2 % | 7,3 % | 3,6 % |
| 2012 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 160 | 85 | 35 | 280 |
| notwendiges Maß | 145 | 82 | 35 | 262 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 15 | 3 | 0 | 18 |
| | 9,4 % | 3,5 % | 0,0 % | 6,4 % |

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2013 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 123 | 48 | 28 | 199 |
| notwendiges Maß | 112 | 45 | 22 | 179 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 11 | 3 | 6 | 20 |
| | 8,9 % | 6,3 % | 21,4 % | 10,1 % |
| 2014 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 113 | 56 | 41 | 210 |
| notwendiges Maß | 108 | 53 | 32 | 193 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 5 | 3 | 9 | 17 |
| | 4,4 % | 5,4 % | 22,0 % | 8,1 % |
| 2015 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 105 | 51 | 33 | 189 |
| notwendiges Maß | 105 | 49 | 17 | 171 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 2 | 16 | 18 |
| | 0,0 % | 3,9 % | 48,5 % | 9,5 % |
| 2016 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 128 | 62 | 27 | 217 |
| notwendiges Maß | 115 | 55 | 17 | 187 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 13 | 7 | 10 | 30 |
| | 10,2 % | 11,3 % | 37,0 % | 13,8 % |

Die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf den **Spargelfeldern** unterschieden sich in den 10 Jahren nur geringfügig, zwischen den einzelnen Feldern jedoch deutlich. Dies entsprach nach den Bewertungen der Experten weitestgehend den spezifischen Situationen und somit dem notwendigen Maß. Da im Jahr 2007 nur ein geringer Teil der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den 6 Spargelbetrieben bewertet wurde, bedeuteten die lediglich 4 kritisierten Maßnahmen schon 19 % aller Maßnahmen. Diese Zahl ist deshalb vorsichtig zu interpretieren. Während in den 6 Folgejahren 97 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen die Zustimmung der Experten fanden, lag der Anteil kritischer Kommentare im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes seit dem Jahr 2014 höher. Die kritischen Kommentare betrafen im Wesentlichen Fungizidanwendungen mit Hinweisen auf die Mittelwahl, die Terminierung von Maßnahmen sowie auch auf unnötige Maßnahmen.

Tab. 37: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2007¹ | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 5 | 14 | 2 | 21 |
| notwendiges Maß | 5 | 12 | 0 | 17 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 2 | 2 | 4 |
| | 0,0 % | 14,3 % | 100,0 % | 19,0 % |
| 2008 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 23 | 72 | 24 | 119 |
| notwendiges Maß | 22 | 71 | 23 | 116 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 4,3 % | 1,4 % | 4,2 % | 2,5 % |
| 2009 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 32 | 61 | 18 | 111 |
| notwendiges Maß | 30 | 61 | 18 | 109 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | 6,3 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,8 % |
| 2010 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 38 | 76 | 25 | 139 |
| notwendiges Maß | 38 | 69 | 25 | 132 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 7 | 0 | 7 |
| | 0,0 % | 9,2 % | 0,0 % | 5,0 % |
| 2011 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 35 | 66 | 20 | 121 |
| notwendiges Maß | 35 | 62 | 19 | 116 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 4 | 1 | 5 |
| | 0,0 % | 6,1 % | 5,0 % | 4,1 % |
| 2012 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 35 | 58 | 17 | 110 |
| notwendiges Maß | 35 | 55 | 17 | 107 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 3 | 0 | 3 |
| | 0,0 % | 5,2 % | 0,0 % | 2,7 % |

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2013 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 41 | 58 | 16 | 115 |
| notwendiges Maß | 41 | 56 | 16 | 113 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 2 | 0 | 2 |
| | 0,0 % | 3,4 % | 0,0 % | 1,7 % |
| 2014 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 39 | 76 | 23 | 138 |
| notwendiges Maß | 38 | 63 | 23 | 124 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 13 | 0 | 14 |
| | 2,6 % | 17,1 % | 0,0 % | 10,1 % |
| 2015 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 53 | 84 | 27 | 164 |
| notwendiges Maß | 50 | 63 | 23 | 136 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 21 | 4 | 28 |
| | 5,7 % | 25,0 % | 14,8 % | 17,1 % |
| 2016 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 52 | 67 | 27 | 146 |
| notwendiges Maß | 50 | 54 | 24 | 128 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 2 | 13 | 3 | 18 |
| | 3,8 % | 19,4 % | 11,1 % | 12,3 % |

¹ keine repräsentativen Werte

Besonders zurückhaltend sind, aufgrund der geringen Stichproben, die Daten der **Zwiebeln** produzierenden Betriebe zu bewerten. Während für 2007 noch keine Bewertungen vorlagen, ergab das Votum der Experten im Jahr 2008 nahezu bei allen Maßnahmen Zustimmung. Dies betraf auch die deutliche Reduzierung der Herbizid-Aufwandmengen und die Anwendung der weitestgehend maximalen Aufwandmengen bei Fungiziden und Insektiziden. Im Jahr 2009 wurden mehr kritische Anmerkungen, insbesondere zu den Herbizid- und Fungizidanwendungen, registriert. Dagegen entsprachen in den Jahren 2010 bis 2016 nahezu alle Herbizid- und Insektizidmaßnahmen dem notwendigen Maß. Allerdings verwiesen die Experten im Jahr 2010 auf mehrere unnötige Fungizidanwendungen hin, in den Jahren seit 2011 wurden jedoch alle Fungizidmaßnahmen als notwendiges Maß bewertet.

6.3 Obstbau

6.3.1 Datengrundlage

Tabelle 38 informiert über die Anzahl der Apfelanlagen und die ausgewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Deutschland und in den 3 definierten Großregionen Norden, Mitte und Süden. Neben Insektiziden wurden auch Akarizide gegen die Obstbauspinnmilbe (*Tetranychus ulmi*) und die Rostmilbe (*Aculus schlechtendali*) angewendet. Diese wurden bei den Analysen der Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität nicht gesondert betrachtet, sondern den Insektiziden zugeordnet, ebenso wie Granuloseviren und Pheromone. Rodentizide wurden wegen ungenauer Datenlage nicht ausgewertet.

Tab. 38: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Obstbau (Tafelapfel) im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Großregionen¹ (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide)

| Großregion | DE | Norden | Mitte | Süden |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 2007 | 37(1647) | 18 (795) | 7 (290) | 12 (562) |
| 2008 | 53(2094) | 17 (698) | 21 (709) | 15 (687) |
| 2009 | 56(2490) | 18 (774) | 23 (1003) | 15 (713) |
| 2010 | 59(2612) | 18 (776) | 23 (970) | 18 (866) |
| 2011 | 57(2247) | 18 (663) | 21 (793) | 18 (791) |
| 2012 | 60(2562) | 18 (786) | 24 (957) | 18 (819) |
| 2013 | 60(2431) | 18 (694) | 24 (944) | 18 (793) |
| 2014 | 59(2465) | 19 (819) | 22 (859) | 18 (787) |
| 2015 | 68(2449) | 25 (863) | 25 (894) | 18 (692) |
| 2016 | 60(2305) | 21 (774) | 21 (777) | 18 (754) |
| 2007-2016 | 569(23302) | 190 (7642) | 211 (8196) | 168 (7464) |

¹ vgl. Tab. 3

6.3.2 Behandlungsindices

Bei der Berechnung der Behandlungsindices im Obstbau (Tafelapfel) sind zunächst 3 Besonderheiten zu erwähnen:

- Die Streifenbehandlungen mit Herbiziden gelten als Teilflächenbehandlungen, in der Regel auf einem Drittel der Gesamtfläche. Die Dosierung bezieht sich auf die behandelte Teilfläche.
- Für die Berechnungen der Insektizidanwendungen werden chemisch-synthetische sowie für den ökologischen Landbau zugelassene Präparate, Akarizide und Granuloseviren ebenso wie biotechnische Maßnahmen (Pheromonanwendungen), berücksichtigt.

- Bei den Pheromonanwendungen (Verwirrungsmethode) wurde definiert, dass stets die maximal zugelassene und empfohlene Aufwandmenge (Anzahl Dispenser/ha) einen Behandlungsindex von 1,0 darstellt.

Die Behandlungsindices im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe der Jahre 2007 bis 2016 sind in der Tabelle 39 sowie für die Pflanzenschutzmittelkategorien in der Tabellen 40 und 41 dargestellt.

Tab. 39: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien, ohne Rodentizide) im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 33,4 | 29,9 | 34,0 | 33,7 | 29,5 | 33,0 | 32,3 | 33,9 | 29,9 | 31,7 |

Herbizidanwendungen fanden entweder ganzflächig (ca. 4 % aller Herbizidanwendungen) oder nur in den Baumstreifen (ca. 96 % aller Maßnahmen) statt. In einigen Fällen wurden die Unkräuter in den Baumreihen mechanisch kontrolliert. Somit spiegelten die in Tabelle 40 aufgeführten Behandlungsindices sowohl die Anzahl der Herbizidmaßnahmen, in der Regel 2 bzw. 3 Anwendungen, als auch die Dosierung und die real behandelte Fläche im Vergleich zur Gesamtfläche der Anlage wieder.

Wachstumsregler wurden nur sehr begrenzt angewendet. Sowohl bei den Herbizid- als auch bei den Wachstumsregleranwendungen waren keine regionalen Tendenzen zu erkennen.

Erwartungsgemäß war die Intensität der Fungizidanwendungen mit einem mittleren Behandlungsindex von 24,9 (2007 bis 2016) mit Abstand am höchsten. Die Intensitäten der Fungizidanwendungen streuten zwischen den Betrieben erheblich. Der Unterschied zwischen den 3 Großregionen – die höchsten Behandlungsindices traten oft im Norden auf – hielt sich jedoch in Grenzen.

Der Behandlungsindex für Insektizide betrug im Mittel der Jahre 5,9. In einer speziellen Analyse der Daten von 2007 stellte Ullrich (2009) fest, dass der Anteil biologischer/biotechnischer Bekämpfungsmaßnahmen an den Insektizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben immerhin 37 % betrug. In den Jahren 2015 und 2016 lag der Anteil dieser Maßnahmen bei ca. 25 %. Die jahresspezifischen und großregionalen Unterschiede der Insektizidanwendungen hielten sich in Grenzen. Tendenziell erfolgten in der Mitte und im Süden mehr Maßnahmen gegen Schädlinge als im Norden.

Tab. 40: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Herbizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 1,0 (0,9) | 0,6 (0,7) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,4) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,4) | 0,8 (0,3) | 0,9 (0,3) | 0,9 (0,9) | 1,0 (0,5) | 0,9 (0,5) |
| N | 0,8 (0,4) | 0,7 (0,4) | 0,8 (0,6) | 0,6 (0,3) | 0,8 (0,3) | 0,8 (0,3) | 0,6 (0,2) | 0,6 (0,3) | 0,5 (0,4) | 0,9 (0,5) | 0,7 (0,4) |
| M | 0,6 (1,1) | 0,3 (0,4) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,5) | 1,0 (0,3) | 1,0 (0,3) | 0,9 (0,3) | 1,0 (0,3) | 0,8 (0,4) | 0,9 (0,4) | 0,9 (0,4) |
| S | 1,6 (1,0) | 1,1 (1,0) | 0,8 (0,1) | 1,0 (0,3) | 1,2 (0,3) | 1,3 (0,4) | 1,0 (0,4) | 1,1 (0,2) | 1,7 (1,4) | 1,1 (0,4) | 1,2 (0,7) |
| Fungizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 24,4 (6,1) | 22,6 (7,6) | 26,2 (5,9) | 26,5 (6,6) | 22,6 (5,7) | 26,0 (5,8) | 25,3 (6,4) | 26,5 (5,8) | 23,8 (5,2) | 24,9 (5,4) | 24,9 (6,2) |
| N | 26,4 (3,8) | 24,6 (5,9) | 26,6 (6,9) | 28,0 (5,9) | 24,5 (5,9) | 29,7 (4,3) | 27,5 (7,2) | 29,3 (6,7) | 25,2 (6,1) | 24,4 (7,5) | 26,5 (6,3) |
| M | 24,7 (5,0) | 19,6 (8,7) | 27,0 (4,3) | 25,9 (5,1) | 22,5 (4,6) | 26,1 (4,6) | 25,0 (5,1) | 25,6 (4,0) | 24,2 (3,8) | 25,7 (3,2) | 24,7 (5,3) |
| S | 21,1 (8,3) | 24,5 (6,8) | 24,5 (6,9) | 25,8 (8,6) | 20,9 (6,3) | 22,3 (6,5) | 23,6 (6,8) | 24,7 (6,1) | 21,2 (4,8) | 24,6 (4,7) | 23,4 (6,7) |
| Insektizide | | | | | | | | | | | |
| DE | 7,7 (2,8) | 6,3 (3,3) | 6,7 (3,3) | 6,2 (2,8) | 5,8 (2,9) | 5,5 (1,7) | 5,6 (2,6) | 5,8 (2,3) | 4,8 (2,5) | 5,0 (2,0) | 5,9 (2,7) |
| N | 7,1 (1,8) | 6,4 (1,9) | 4,7 (1,0) | 3,9 (1,4) | 3,5 (1,5) | 4,3 (0,7) | 3,3 (1,0) | 3,5 (1,4) | 2,8 (0,7) | 3,8 (1,7) | 4,3 (1,8) |
| M | 8,9 (5,7) | 6,4 (4,9) | 8,2 (4,5) | 7,2 (3,1) | 7,1 (3,5) | 5,6 (2,1) | 6,7 (2,9) | 6,4 (2,1) | 5,7 (3,1) | 5,3 (2,2) | 6,6 (3,4) |
| S | 8,1 (1,7) | 6,2 (1,8) | 6,9 (1,6) | 7,2 (2,3) | 6,5 (1,9) | 6,6 (0,8) | 6,6 (1,7) | 7,4 (1,1) | 6,3 (1,0) | 6,2 (1,2) | 6,8 (1,6) |

Tab. 41: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

| Region | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Wachstumsregler | | | | | | | | | | | |
| DE | 0,2 (0,4) | 0,3 (0,6) | 0,2 (0,4) | 0,1 (0,4) | 0,1 (0,2) | 0,4 (0,7) | 0,5 (0,8) | 0,7 (0,8) | 0,4 (0,5) | 0,7 (1,0) | 0,4 (0,7) |
| N | 0,2 (0,3) | 0,7 (0,8) | 0,3 (0,4) | 0,0 (0,0) | 0,1 (0,3) | 0,1 (0,1) | 0,2 (0,3) | 0,6 (0,8) | 0,5 (0,6) | 1,2 (1,1) | 0,4 (0,7) |
| M | 0,0 (0,0) | 0,2 (0,3) | 0,1 (0,1) | 0,1 (0,2) | 0,2 (0,2) | 0,3 (0,4) | 0,2 (0,3) | 0,6 (0,5) | 0,2 (0,3) | 0,4 (0,5) | 0,2 (0,4) |
| S | 0,5 (0,6) | 0,2 (0,3) | 0,5 (0,6) | 0,4 (0,6) | 0,1 (0,3) | 1,0 (1,1) | 1,2 (1,3) | 1,0 (1,2) | 0,5 (0,5) | 0,6 (1,0) | 0,6 (0,9) |
| Gesamt | | | | | | | | | | | |
| DE | 33, (6,9) | 29, (10,2) | 34, (7,6) | 33, (8,4) | 29,5 (7,2) | 33,0 (6,6) | 32,3 (7,2) | 33,9 (6,2) | 29,9 (5,9) | 31,7 (6,5) | 32,1 (7,5) |
| N | 34, (4,7) | 32, (6,6) | 32, (6,9) | 32, (6,6) | 28,9 (7,1) | 34,9 (4,6) | 31,5 (6,7) | 34,0 (6,9) | 29,1 (6,5) | 30,3 (8,1) | 31,9 (6,7) |
| M | 34, (6,7) | 26, (12,6) | 36, (7,8) | 34, (7,4) | 30,7 (6,9) | 33,0 (6,5) | 32,9 (6,9) | 33,6 (5,2) | 30,9 (5,5) | 32,2 (4,6) | 32,4 (7,6) |
| S | 31, (9,6) | 32, (9,2) | 32, (7,8) | 34, (11,1) | 28,7 (7,8) | 31,2 (8,0) | 32,3 (8,2) | 34,2 (6,8) | 29,7 (5,5) | 32,6 (6,3) | 31,9 (8,1) |

6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Betriebe wendeten Herbizide in den Apfelanlagen, wie schon erwähnt, meistens nur in den Baumstreifen, d. h. auf ca. einem Drittel der Anlagenfläche, an. Auf den Applikationsflächen wurde mit um durchschnittlich 13 % reduzierten Aufwandmengen gearbeitet (Tabelle 42). Bei den Fungiziden wurde die Dosierung kaum reduziert, im Durchschnitt lag die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge bei 90 %. Insektizide (ohne Pheromonanwendungen, Akarizide und Granuloseviren) wurden tendenziell mit nahezu vollen Aufwandmengen appliziert. Bei den Akariziden lagen die Aufwandmengen in den ersten Jahren etwas höher, ab 2011 allerdings niedriger als die Aufwandmengen bei den Insektiziden. Die vorgeschlagene Anzahl Dispenser für Pheromone pro ha wurden zumindest in den letzten 8 Jahren strikt eingehalten. Die wenigen Wachstumsregleranwendungen erfolgten mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

Tab. 42: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| Kategorie | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|-----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Herbizide | 86 % | 68 % | 83 % | 84 % | 90 % | 83 % | 87 % | 92 % | 94 % | 91 % | 87 % |
| Fungizide | 88 % | 90 % | 89 % | 89 % | 85 % | 89 % | 91 % | 92 % | 93 % | 93 % | 90 % |
| Insektizide | 89 % | 89 % | 82 % | 82 % | 94 % | 95 % | 98 % | 98 % | 98 % | 97 % | 91 % |
| Pheromone | 73 % | 86 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 97 % |
| Akarizide | 98 % | 90 % | 85 % | 89 % | 85 % | 88 % | 93 % | 84 % | 94 % | 91 % | 89 % |
| Granuloseviren | 19 % | 25 % | 28 % | 21 % | 15 % | 14 % | 29 % | 39 % | 30 % | 40 % | 25 % |
| Wachstumsregler | 50 % | 70 % | 76 % | 76 % | 75 % | 54 % | 54 % | 76 % | 62 % | 62 % | 64 % |

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Tabelle 43 fasst die Ergebnisse der Bewertungen in den Jahren 2007 bis 2016 zusammen. Dabei fällt auf, dass in den 10 Jahren ein sehr hoher Anteil der Maßnahmen als notwendiges Maß eingestuft wurde. Die Fälle mit kritischen Kommentaren lagen in den Jahren 2007 bis 2016 bei nur ca. 6 %. Die Zahlen belegen, dass die Apfelbaubetriebe, die in der Regel nach Richtlinien der kontrollierten integrierten Produktion arbeiten und entsprechend beraten werden, die Pflanzenschutzmaßnahmen gezielt und maßvoll durchführten. Diese Einschätzung betraf alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien.

Tab. 43: Bewertung der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2007 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 82 | 1010 | 445 | 18 | 1555 |
| notwendiges Maß | 82 | 952 | 417 | 18 | 1469 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 58 | 28 | 0 | 86 |
| | 0,0 % | 5,7 % | 6,3 % | 0,0 % | 5,5 % |
| 2008 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 79 | 1412 | 513 | 46 | 2050 |
| notwendiges Maß | 79 | 1335 | 479 | 46 | 1939 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 77 | 34 | 0 | 111 |
| | 0,0 % | 5,5 % | 6,6 % | 0,0 % | 5,4 % |
| 2009 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 180 | 1695 | 533 | 20 | 2428 |
| notwendiges Maß | 179 | 1531 | 497 | 20 | 2227 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 1 | 164 | 36 | 0 | 201 |
| | 0,6 % | 9,7 % | 6,8 % | 0,0 % | 8,3 % |
| 2010 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 212 | 1882 | 499 | 19 | 2612 |
| notwendiges Maß | 209 | 1796 | 469 | 19 | 2493 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 86 | 30 | 0 | 119 |
| | 1,4 % | 4,6 % | 6,0 % | 0,0 % | 4,6 % |
| 2011 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 215 | 1571 | 446 | 15 | 2247 |
| notwendiges Maß | 215 | 1482 | 423 | 15 | 2135 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 89 | 23 | 0 | 112 |
| | 0,0 % | 5,7 % | 5,2 % | 0,0 % | 5,0 % |
| 2012 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 258 | 1818 | 430 | 56 | 2562 |
| notwendiges Maß | 255 | 1704 | 394 | 56 | 2409 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 114 | 36 | 0 | 153 |
| | 1,2 % | 6,3 % | 8,4 % | 0,0 % | 6,0 % |

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2013 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 204 | 1738 | 410 | 79 | 2431 |
| notwendiges Maß | 204 | 1633 | 403 | 79 | 2319 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 105 | 7 | 0 | 112 |
| | 0,0 % | 6,0 % | 1,7 % | 0,0 % | 4,6 % |
| 2014 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 200 | 1769 | 413 | 83 | 2465 |
| notwendiges Maß | 189 | 1657 | 394 | 78 | 2318 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 11 | 112 | 19 | 5 | 147 |
| | 5,5 % | 6,3 % | 4,6 % | 6,0 % | 6,0 % |
| 2015 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 195 | 1786 | 390 | 60 | 2431 |
| notwendiges Maß | 191 | 1674 | 376 | 53 | 2294 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 4 | 112 | 14 | 7 | 137 |
| | 2,1 % | 6,3 % | 3,6 % | 11,7 % | 5,6 % |
| 2016 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 195 | 1666 | 355 | 84 | 2300 |
| notwendiges Maß | 189 | 1536 | 327 | 75 | 2127 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 6 | 130 | 28 | 9 | 173 |
| | 3,1 % | 7,8 % | 7,9 % | 10,7 % | 7,5 % |

Herbizide wurden fast immer nur in den Baumstreifen angewendet, d. h. auf ca. 33 % der Gesamtfläche, und dort zumeist mit der vollen Aufwandmenge. Dabei handelte es sich in den Jahren 2015 und 2016 bei einem Drittel der Maßnahmen um glyphosathaltige Herbizide. Bei gelegentlichen Tankmischungen wurde oft der zweite Mischungspartner mit reduzierter Aufwandmenge angewendet. Der Apfel gehört neben Wein zu den wenigen Kulturen, in denen regelmäßig gezielte Teilflächenapplikationen der Herbizide stattfinden. Die Maßnahmen erfolgten in der Regel 2- bzw. 3-mal im Verlauf der Vegetation. Diese relativ geringe und mehrheitlich auf die Baumstreifen reduzierte Anwendung von Herbiziden entsprach nach Ansicht der Experten der Pflanzenschutzdienste im Wesentlichen dem notwendigen Maß.

Die hohe Intensität der Fungizidanwendungen konzentrierte sich auf den Apfelschorf (*Venturia inaequalis*), der in den Jahren 2007 bis 2014 gebietsweise unterschiedlich stark auftrat. So wurde Apfelschorf in den Jahren 2007 bis 2014 durchschnittlich 1102-mal als Indikation genannt. Auch in den Jahren 2015 und 2016 wurden die Fungizidanwendungen durch Apfelschorf bestimmt und machten ca. 75 % der durchgeführten Maßnahmen aus. Die allgemein hohen Fungizidanwendungen erklärten sich auch aus der Minderwirkung einiger Fungizide. Aufgrund der verstärkten Resistenzbildung bei Anilinopyrimidinen und Azolen wurden verstärkt protektiv wirkende Fungizide angewendet. Diese vorbeugende Strategie

erforderte in einigen Regionen nach mehrmaligen Starkniederschlägen umgehende Wiederholungsbehandlungen. Regional, vor allem in stärker kontinental geprägten Anbaugebieten Ostdeutschlands, entwickelte sich der Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) zum Problemschadpilz, worauf die Betriebe u. a. mit erhöhter Anwendung von Netzschwefel-Präparaten reagierten. Apfelmehltau wurde immerhin mit 440 Anwendungen im Mittel der Jahre 2007 bis 2016 und damit bei einem Viertel der Fungizidmaßnahmen als Indikationen erwähnt.

Die meisten Fungizidmaßnahmen waren nach Meinung der Experten gerechtfertigt. Die Rate der Abweichungen vom notwendigen Maß lag bei den Fungiziden stets unter 10 %. In mehreren Fällen verwiesen sie jedoch auf unnötige oder zeitlich falsch platzierte Maßnahmen gegen den Apfelschorf, insbesondere im Jahr 2009. In den Jahren 2015 und 2016 wiesen die kritischen Einschätzungen auf die Mittelwahl, den Behandlungszeitpunkt und unnötige Maßnahmen gegen Schorf hin.

In den Apfelanlagen wurden besonders häufig Maßnahmen gegen den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) angewendet, der Schädling wurde in den Jahren 2007 bis 2016 durchschnittlich 194-mal als Indikation genannt, die von 127 Nennungen in 2016 bis 286 Nennungen in 2008 reichten. Damit entsprachen diese Anwendungen gut einem Drittel der Maßnahmen insgesamt. Als zweitwichtigste Schädlingsgruppe stellten sich die Blattläuse heraus. In den Jahren 2007 bis 2016 galten im Mittel 131 Insektizidanwendungen diesen Saugschädlingen, z. B. von 67 (2007) bis 153 (2015) Nennungen als Indikation reichten. In den Jahren 2015 und 2016 machten sie ungefähr ein Viertel der Insektizidmaßnahmen aus. Bemerkenswert waren die im Vergleich zum Ackerbau deutlich reduzierten Aufwandmengen der Insektizide in den ersten 4 Jahren der Datensammlungen. Diese standen vor allem im Zusammenhang mit der Anwendung von Granulosevirus-Präparaten, die einen Anteil von etwa 1/3 aller Maßnahmen der Kategorie Insektizide ausmachten. Oftmals wurden diese Präparate bewusst mit stark reduzierten Aufwandmengen (z. B. 1/10 der zugelassenen Aufwandmenge) bei gleichzeitig häufiger Anwendung appliziert. Die Insektizid- und Akarizidanwendungen inklusive der Strategie häufiger, aber reduzierter Anwendungen von Granulosevirus-Präparaten fanden die Zustimmung der bewertenden Experten. Sie formulierten nur in wenigen Fällen kritische Einwände im Hinblick auf das notwendige Maß.

Eine ökonomische Auswertung der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Apfelanlagen der Vergleichsbetriebe wurde im Jahr 2007 von Ullrich und Freier (2010) angestellt. Sie zeigte, dass mit 1278 € pro ha im Durchschnitt hohe Aufwendungen für die Pflanzenschutzmittel geleistet wurden. Dabei machten die Fungizidanwendungen mit 50 % und die Insektizid- bzw. Akarizidanwendungen mit ca. 35 % den größten Teil aus. Betrachtet man jedoch die Behandlungskosten pro Anwendung, so fielen die relativ zu den anderen Pflanzenschutzmitteln geringen Kosten bei den Fungiziden auf. Da zusätzlich je nach Tankmischung und bei Einzelanwendung unterschiedlich hohe Überfahrtskosten anfallen, erhöhte sich der Aufwand pro ha, so dass im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe 1706 € pro ha für die Durchführung der Pflanzenschutzmaßnahmen ausgegeben wurden. Es zeigten sich jedoch korrespondierend mit unterschiedlichen Behandlungsindices bemerkenswert große Unterschiede zwischen den Betrieben. So lagen die geringsten und höchsten Aufwendungen in je einem Betrieb bei 1231 € und bei 2215 € pro ha. Dies lag am unterschiedlichen Schaderregerauftreten und an der unterschiedlichen Ertragserwartung, bedingt durch den Standort und das Alter der Ertragsanlagen.

6.4 Weinbau

6.4.1 Datengrundlage

Für das Netz Vergleichsbetriebe Weinbau standen 23, 27, 24 in den Jahren 2007-2009 und von 2010 bis 2013 insgesamt 27 und von 2014 bis 2016 jeweils 26 Anlagen bzw. Bewirtschaftungseinheiten zur Verfügung. Diese verteilten sich auf jeweils 9 Betriebe. Diese relativ geringe Grundgesamtheit erlaubt angesichts der Unterschiedlichkeit der Weinanbaugebiete in Deutschland nur eine begrenzte Interpretation der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Tabelle 44 veranschaulicht die Datengrundlage im Weinbau.

Tab. 44: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten¹ in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide)

| Anbau- gebiete | DE | 2 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 13 |
|-------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2007 | 23 (464) | 6 (130) | 3 (62) | 3 (64) | 3 (45) | 3 (82) | 3 (52) | 2 (29) |
| 2008 | 27 (521) | 6 (134) | 3 (68) | 3 (57) | 3 (54) | 3 (64) | 3 (50) | 6 (94) |
| 2009 | 24 (548) | 3 (72) | 3 (75) | 3 (70) | 3 (63) | 3 (77) | 3 (74) | 6 (117) |
| 2010 | 27 (561) | 6 (129) | 3 (67) | 3 (69) | 3 (55) | 3 (71) | 3 (68) | 6 (102) |
| 2011 | 27 (550) | 6 (122) | 3 (69) | 3 (67) | 3 (48) | 3 (72) | 3 (65) | 6 (107) |
| 2012 | 27 (621) | 6 (131) | 3 (72) | 3 (84) | 3 (57) | 3 (85) | 3 (63) | 6 (129) |
| 2013 | 27 (591) | 6 (150) | 3 (70) | 3 (75) | 3 (57) | 3 (70) | 3 (64) | 6 (105) |
| 2014 | 26 (635) | 6 (141) | 3 (80) | 3 (83) | 3 (71) | 3 (99) | 3 (75) | 5 (86) |
| 2015 | 26 (594) | 6 (144) | 3 (81) | 3 (78) | 3 (63) | 3 (88) | 3 (60) | 5 (80) |
| 2016 | 26 (706) | 6 (186) | 3 (83) | 3 (85) | 3 (69) | 3 (100) | 3 (75) | 5 (108) |
| 2007- 2016 | 260(5791) | 57 (1339) | 30 (727) | 30 (732) | 30 (582) | 30 (808) | 30 (646) | 53 (957) |

¹ vgl. Tab. 4

6.4.2 Behandlungsindices

Die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben Weinbau in den Jahren 2007 bis 2016 sind in Tabelle 45 sowie in Tabelle 46 für die Pflanzenschutzmittelkategorien dargestellt und lagen auf einem ähnlichen Niveau. Für die Berechnungen der Insektizidanwendungen wurden chemisch-synthetische sowie für den ökologischen Landbau zugelassene Präparate, Akarizide und biotechnische Maßnahmen (Pheromonanwendungen) berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Behandlungsindices im Weinbau ist zu beachten, dass bei den Pheromonanwendungen die maximal zugelassene und empfohlene Aufwandmenge (Anzahl Dispenser/ha) einem Behandlungsindex von 1,0 gleichgesetzt wurde.

Tab. 45: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien ohne Rodentizide) im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15,6 | 16,3 | 18,4 | 15,9 | 15,8 | 18,1 | 16,9 | 19,1 | 18,6 | 22,8 |

Die Behandlungsintensität wurde maßgeblich durch die Anwendung der Fungizide bestimmt. Die relativ hohen Werte in den Jahren 2014 und 2016 ergaben sich aus Mehraufwendungen von Fungiziden und Insektiziden. Bemerkenswert war die geringe Streuung der Behandlungsindices der Fungizide zwischen den Standorten bzw. Anlagen in den 10 Jahren. Bei den Herbiziden resultierten die niedrigen Behandlungsindices im Weinbau aus entweder einer oder 2 Maßnahmen mit voller oder kaum reduzierter Aufwandmenge bei gleichzeitiger Begrenzung auf Teilflächen (Bestandesreihen), was einem Flächenanteil von ca. 25 % entsprach. Die Anwendung von Insektiziden und Wachstumsreglern erfolgte nicht in jedem Jahr auf allen Flächen und war insgesamt gering. Dies hing unter anderem damit zusammen, dass bei den Insektiziden ein hoher Anteil der Maßnahmen unter Verwendung der Verwirrungsmethode mit Pheromonen erfolgte und Wachstumsregler nur bei bestimmten Sorten angewendet werden durften.

Tab. 46: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichung)

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|------------------|-----------|------------|-------------|-----------------|------------|
| 2007 | 0,3 (0,2) | 14,0 (3,6) | 1,3 (0,7) | 0,1 (0,2) | 15,6 (4,1) |
| 2008 | 0,2 (0,2) | 14,7 (3,6) | 1,2 (0,6) | 0,2 (0,4) | 16,3 (4,0) |
| 2009 | 0,3 (0,2) | 16,6 (2,1) | 1,4 (0,7) | 0,1 (0,3) | 18,4 (2,6) |
| 2010 | 0,3 (0,2) | 14,3 (3,3) | 1,3 (0,5) | 0,0 (0,0) | 15,9 (3,8) |
| 2011 | 0,4 (0,2) | 14,1 (3,1) | 1,3 (0,5) | 0,0 (0,0) | 15,8 (3,4) |
| 2012 | 0,3 (0,1) | 16,4 (3,2) | 1,4 (0,8) | 0,0 (0,0) | 18,1 (3,5) |
| 2013 | 0,3 (0,2) | 15,3 (2,8) | 1,2 (0,8) | 0,0 (0,0) | 16,9 (2,8) |
| 2014 | 0,4 (0,2) | 17,0 (2,9) | 1,7 (1,2) | 0,0 (0,0) | 19,1 (3,6) |
| 2015 | 0,3 (0,1) | 15,7 (3,2) | 2,5 (2,0) | 0,0 (0,1) | 18,6 (4,0) |
| 2016 | 0,3 (0,1) | 21,3 (4,3) | 1,2 (0,9) | 0,0 (0,1) | 22,8 (4,2) |
| 2007-2016 | 0,3 (0,2) | 15,9 (3,8) | 1,5 (1,0) | 0,1 (0,2) | 17,7 (4,1) |

6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Bei den Herbizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben wurde in den letzten 4 Jahren annähernd mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet (Tabelle 47), wobei sich die Anwendungen grundsätzlich auf die Unterstockstreifen bezogen. Im Vergleich zur Situation im Apfelanbau wurden die Fungizidaufwandmengen etwas stärker, jedoch mit 80 bis 90 % der zugelassenen Dosis maßvoll reduziert. Die Insektizide wurden entweder in der maximal möglichen Dosis oder bis zu einem Viertel reduziert angewendet. Der Wert des Jahres 2015 ergab sich mehrheitlich aus der Anwendung voller Aufwandmengen sowie geringfügigen Überdosierungen. Bei den Akariziden wurde die Aufwandmenge auch nur leicht reduziert, wengleich die Raten in den einzelnen Jahren zwischen einem Drittel (2007) und weniger als 10 % in den Jahren 2012, 2013 und 2015 variierten. Die Verwirrungsmethode mittels Pheromonen erfolgte in der Regel exakt nach den Vorgaben der Zulassung, d. h. die Dispenser wurden in der empfohlenen Stückzahl ausgebracht. Wurden Wachstumsregler angewendet, dann mit der vollen oder nahezu vollen Aufwandmenge.

Tab. 47: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| Kategorie | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Herbizide ¹ | 63 % | 67 % | 72 % | 86 % | 92 % | 98 % | 96 % | 93 % | 100 % | 97 % | 88 % |
| Fungizide | 77 % | 78 % | 87 % | 82 % | 85 % | 87 % | 85 % | 85 % | 86 % | 90 % | 85 % |
| Insektizide | 98 % | 94 % | 87 % | 100 % | 93 % | 99 % | 100 % | 89 % | 103 % | 100 % | 96 % |
| Pheromone | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| Akarizide | 48 % | 81 % | 84 % | 86 % | 92 % | 96 % | 94 % | 88 % | 94 % | 83 % | 88 % |
| Wachstumsregler | 100 % | 94 % | 100 % | - | - | - | - | 100 % | 100 % | 100 % | 98 % |

¹ Angaben bezogen auf gesamte Anlagenfläche

6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

In Tabelle 48 wurden die Bewertungen für alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien zusammengefasst. Bei fast allen Bewertungen bestätigten die Spezialisten die Korrektheit der Pflanzenschutzmaßnahmen und die Einhaltung des notwendigen Maßes. Im Jahr 2007 fiel der hohe Anteil von Positivbewertungen auf (nur eine Negativbewertung). Dies lag daran, dass die Experten nur eine geringe Anzahl Bewertungen durchführten und sich dabei auf die Fälle mit positiver Bewertung konzentrierten.

Insgesamt gesehen hielten sich die kritischen Kommentare zum notwendigen Maß in Grenzen (4,7 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen), da im Weinbau die Pflanzenschutz- und Anbauberatung zum integrierten Pflanzenschutz bzw. kontrollierten integrierten Anbau seit Jahren fest etabliert ist. In den Jahren 2014 und 2015 gab es jedoch verstärkt kritische Anmerkungen zur Anwendungen der Herbizide und teilweise auch zur Anwendung der

Insektizide (2014), wengleich die Behandlungsindices in diesen Pflanzenschutzmittel-Kategorien nur geringfügig über den Werten der Vorjahre lagen. So erschien auch der Anstieg des Insektizid-Behandlungsindex im Jahr 2015 nicht in den kritischen Kommentaren, ebenso wie die den niederschlagsreichen Witterungsbedingungen geschuldeten höheren Behandlungsintensitäten der Fungizide im Jahr 2016. Allerdings ist bei der Interpretation der Zahlen immer die verhältnismäßig geringe Datenbasis zu beachten.

Tab. 48: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2016

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|------------------|------------------|--------------------|------------------------|---------------|
| 2007 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 19 | 160 | 16 | 0 | 195 |
| notwendiges Maß | 19 | 159 | 16 | 0 | 194 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 0,0 % | 0,6 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,5 % |
| 2008 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 29 | 421 | 23 | 7 | 480 |
| notwendiges Maß | 25 | 406 | 23 | 5 | 459 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 4 | 15 | 0 | 2 | 21 |
| | 13,8 % | 3,6 % | 0,0 % | 28,6 % | 4,4 % |
| 2009 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 40 | 463 | 27 | 3 | 533 |
| notwendiges Maß | 37 | 457 | 27 | 3 | 524 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 6 | 0 | 0 | 9 |
| | 7,5 % | 1,3 % | 0,0 % | 0,0 % | 1,7 % |
| 2010 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 42 | 482 | 37 | 0 | 561 |
| notwendiges Maß | 42 | 470 | 37 | 0 | 549 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 12 | 0 | 0 | 12 |
| | 0,0 % | 2,5 % | 0,0 % | 0,0 % | 2,1 % |
| 2011 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 46 | 465 | 39 | 0 | 550 |
| notwendiges Maß | 46 | 445 | 37 | 0 | 528 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 20 | 2 | 0 | 22 |
| | 0,0 % | 4,3 % | 5,1 % | 0,0 % | 4,0 % |
| 2012 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 53 | 528 | 40 | 0 | 621 |
| notwendiges Maß | 51 | 503 | 38 | 0 | 592 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 2 | 25 | 2 | 0 | 29 |
| | 3,8 % | 4,7 % | 5,0 % | 0,0 % | 4,7 % |

| Bewertung | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Wachstumsregler | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| 2013 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 50 | 505 | 36 | 0 | 591 |
| notwendiges Maß | 50 | 492 | 36 | 0 | 578 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 13 | 0 | 0 | 13 |
| | 0,0 % | 2,6 % | 0,0 % | 0,0 % | 2,2 % |
| 2014 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 53 | 531 | 50 | 1 | 635 |
| notwendiges Maß | 38 | 496 | 44 | 1 | 579 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 15 | 35 | 6 | 0 | 56 |
| | 28,3 % | 6,6 % | 12,0 % | 0,0 % | 8,8 % |
| 2015 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 39 | 481 | 69 | 2 | 591 |
| notwendiges Maß | 29 | 457 | 66 | 2 | 554 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 10 | 24 | 3 | 0 | 37 |
| | 25,6 % | 5,0 % | 4,3 % | 0,0 % | 6,3 % |
| 2016 | | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 47 | 617 | 37 | 1 | 702 |
| notwendiges Maß | 43 | 565 | 37 | 1 | 646 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 4 | 52 | 0 | 0 | 56 |
| | 8,5 % | 8,4 % | 0,0 % | 0,0 % | 8,0 % |

Die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen wurde von den Pflanzenschutzdiensten zum Teil sehr genau erläutert. Das galt ganz besonders für die Bekämpfung des Echten Mehltaus der Rebe (*Uncinula necator*) mit 230 Anwendungen im Mittel der Jahre 2007 bis 2016. Die Anwendungen reichten von 167 (2007) bis maximal 297 (2016) Anwendungen. Die Reben-Peronospora (*Plasmopara viticola*) wurde im Mittel der Jahre 214-mal als Indikation benannt mit 144 Nennungen im Jahr 2007 und 306 Nennungen im Jahr 2010. Im Wesentlichen bestimmten diese beiden Pathogene mit jeweils fast der Hälfte die Anwendungen der Fungizide. Weitere wichtige Indikationen waren die Graufäule (*Botrytis cineria*) mit 26 Anwendungen und Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) mit 23 Anwendungen jeweils im Mittel der Jahre.

6.5 Hopfenbau

6.5.1 Datengrundlage

In den ersten 4 Jahren des Netzes Vergleichsbetriebe standen lediglich zwei (2007) bzw. drei (2008 bis 2010) Betriebe mit insgesamt 6, 17, 14 bzw. 10 Anlagen als Datenbasis für die Analyse der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen zur Verfügung (Tabelle 49). Im Jahr 2011 konnten erstmalig auch Betriebe aus dem Anbaugebiet 5 (Hallertau) ausgewertet werden. Damit war auch dieses bayerische Anbaugebiet seit dem Jahr 2011 mit 9 von insgesamt 18 Anlagen repräsentativ vertreten.

Tab. 49: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland (DE) und in den Anbaugebieten¹ in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide)

| Anbaugebiete | DE | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| 2007 | 6 (78) | 3 (34) | 3 (44) | - - | - - |
| 2008 | 17 (210) | 3 (33) | 3 (36) | 11 (141) | - - |
| 2009 | 14 (167) | 3 (26) | 3 (36) | 8 (105) | - - |
| 2010 | 10 (114) | 3 (34) | 3 (45) | 4 (35) | - - |
| 2011 | 18 (272) | 3 (36) | 3 (35) | 3 (38) | 9 (163) |
| 2012 | 18 (226) | 3 (29) | 3 (32) | 3 (47) | 9 (118) |
| 2013 | 18 (203) | 3 (29) | 3 (28) | 3 (26) | 9 (120) |
| 2014 | 18 (234) | 3 (28) | 3 (26) | 3 (31) | 9 (149) |
| 2015 | 18 (182) | 3 (29) | 3 (28) | 3 (33) | 9 (92) |
| 2016 | 18 (250) | 3 (30) | 3 (36) | 3 (33) | 9 (151) |
| 2007-2016 | 115 (1936) | 30 (308) | 30 (346) | 41 (489) | 54 (793) |

¹ vgl. Tab. 5

6.5.2 Behandlungsindices

Der Hopfen zählte hinter Tafelapfel und Wein noch zu den pflanzenschutzintensiven Kulturen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007 bis 2016. Die Behandlungsindices in der Tabelle 50 zeigen jahresspezifische witterungsabhängige Unterschiede, ein Trend war allerdings nicht zu erkennen.

Tab. 50: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien ohne Rodentizide) im Hopfenbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 12,7 | 8,7 | 10,1 | 9,1 | 12,6 | 9,6 | 8,2 | 10,0 | 8,2 | 10,7 |

Im Mittelpunkt stand die Anwendung von Fungiziden sowie Insektiziden, einschließlich Akariziden (Tabelle 51). Herbizide wurden in den Anlagen ein- bis zweimal als Bandbehandlung, auf ca. 1/3 der Gesamtfläche, angewendet.

Tab. 51: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide ¹ | Gesamt |
|-----------|-----------|-----------|--------------------------|------------|
| 2007 | 0,2 (0,1) | 8,0 (1,2) | 4,6 (0,5) | 12,7 (0,9) |
| 2008 | 0,1 (0,1) | 5,7 (1,5) | 2,9 (1,0) | 8,7 (2,4) |
| 2009 | 0,9 (0,6) | 5,5 (0,9) | 3,7 (0,6) | 10,1 (1,2) |
| 2010 | 0,3 (0,2) | 6,4 (2,7) | 2,4 (0,7) | 9,1 (3,3) |
| 2011 | 0,5 (0,3) | 8,8 (3,1) | 3,3 (0,7) | 12,6 (2,8) |
| 2012 | 0,5 (0,3) | 6,8 (1,0) | 2,3 (0,5) | 9,6 (1,4) |
| 2013 | 0,3 (0,2) | 5,5 (1,6) | 2,4 (0,5) | 8,2 (1,5) |
| 2014 | 0,2 (0,1) | 7,1 (2,4) | 2,6 (0,4) | 10,0 (2,6) |
| 2015 | 0,2 (0,1) | 5,3 (1,1) | 2,8 (0,6) | 8,2 (1,1) |
| 2016 | 0,2 (0,1) | 7,8 (1,8) | 2,7 (0,8) | 10,7 (2,2) |
| 2007-2016 | 0,3 (0,3) | 6,6 (2,2) | 2,9 (0,8) | 9,8 (2,5) |

¹ einschließlich Akarizide

6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Herbizide wurden in den Hopfenanlagen als Teilflächenbehandlung in der Regel mit der vollen Aufwandmenge auf der Applikationsfläche verwendet, jedoch war dies leider aus den Schlagkarteien nicht ablesbar, so dass sich die Zahlen in Tabelle 52 auf die Gesamtfläche der Anlagen beziehen. Die anderen Pflanzenschutzmittel wurden in den Hopfenanlagen zumeist mit den zugelassenen bzw. leicht reduzierten Aufwandmengen appliziert. Bei den Insektiziden wurden vor allem in den Jahren 2007, 2009, 2011 und 2014 wiederholt leichte Überdosierungen festgestellt (Tabelle 52).

Tab. 52: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2016

| Kategorie | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2007-2016 |
|------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Herbizide ¹ | 36 % | 36 % | 47 % | 27 % | 31 % | 31 % | 28 % | 28 % | 48 % | 59 % | 37 % |
| Fungizide | 98 % | 70 % | 87 % | 84 % | 85 % | 79 % | 71 % | 75 % | 80 % | 78 % | 79 % |
| Insektizide | 117 % | 98 % | 101 % | 88 % | 105 % | 100 % | 100 % | 102 % | 100 % | 100 % | 101 % |
| Akarizide | 83 % | 95 % | 100 % | 92 % | 99 % | 91 % | 101 % | 100 % | 93 % | 77 % | 94 % |

¹ Angaben bezogen auf gesamte Anlagenfläche

6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Nahezu alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen wurden von den beteiligten Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder bewertet. Die Zahlen in Tabelle 53 dokumentieren die Ergebnisse der Bewertungen.

Die Experten stufte alle bewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Mittel der Jahre mit 92,9 % als überwiegend maßvoll ein. Wobei die kritischen Kommentare ausschließlich Fungizide und Insektizide betrafen. Auffällig war, dass sich die kritischen Hinweise im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes auf einzelne Jahre konzentrierten: 2010, 2012 und 2015 mit ca. 10 – 20 % bei den Fungizidanwendungen und ca. 11 – 30 % in den Jahren 2010 bis 2012 sowie 2014 bis 2016 bei den Insektiziden.

Die gezielten Maßnahmen (2007 bis 2016) richteten sich im Wesentlichen gegen den Falschen Mehltau des Hopfens (*Pseudoperonospora humuli*) mit durchschnittlich 91 Anwendungen, und den Echten Mehltau des Hopfens (*Spaerotheca humuli*), der im Mittel der Jahre mit 32 Maßnahmen, bekämpft wurde. Die Kontrolle der tierischen Hauptschaderreger umfasste Anwendungen gegen die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) mit 15 Maßnahmen und 18 Maßnahmen gegen die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) im Mittel der Jahre.

Tab. 53: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2016

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2007 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 3 | 47 | 26 | 76 |
| notwendiges Maß | 3 | 47 | 26 | 76 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| 2008 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 3 | 153 | 51 | 207 |
| notwendiges Maß | 3 | 149 | 48 | 200 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 4 | 3 | 7 |
| | 0,0 % | 2,6 % | 5,9 % | 3,4 % |
| 2009 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 27 | 88 | 52 | 167 |
| notwendiges Maß | 27 | 88 | 50 | 165 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 0 | 2 | 2 |
| | 0,0 % | 0,0 % | 3,8 % | 1,2 % |
| 2010 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 11 | 76 | 27 | 114 |
| notwendiges Maß | 11 | 61 | 22 | 94 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 15 | 5 | 20 |
| | 0,0 % | 19,7 % | 18,5 % | 17,5 % |
| 2011 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 27 | 187 | 58 | 272 |
| notwendiges Maß | 27 | 182 | 41 | 250 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 5 | 17 | 22 |
| | 0,0 % | 2,7 % | 29,3 % | 8,1 % |
| 2012 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 28 | 155 | 43 | 226 |
| notwendiges Maß | 25 | 137 | 37 | 199 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 3 | 18 | 6 | 27 |
| | 10,7 % | 11,6 % | 14,0 % | 11,9 % |

| | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Gesamt |
|---|-----------|-----------|-------------|--------|
| 2013 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 21 | 139 | 43 | 203 |
| notwendiges Maß | 21 | 133 | 43 | 197 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 6 | 0 | 6 |
| | 0,0 % | 4,3 % | 0,0 % | 3,0 % |
| 2014 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 16 | 171 | 47 | 234 |
| notwendiges Maß | 16 | 160 | 37 | 213 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 11 | 10 | 21 |
| | 0,0 % | 6,4 % | 21,3 % | 9,0 % |
| 2015 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 11 | 118 | 53 | 182 |
| notwendiges Maß | 11 | 107 | 47 | 165 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 11 | 6 | 17 |
| | 0,0 % | 9,3 % | 11,3 % | 9,3 % |
| 2016 | | | | |
| Anzahl Bewertungen | 19 | 178 | 53 | 250 |
| notwendiges Maß | 19 | 168 | 47 | 234 |
| Abweichungen vom notwendigen Maß | 0 | 10 | 6 | 16 |
| | 0,0 % | 5,6 % | 11,3 % | 6,4 % |

7. Berechnung des Umweltrisikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben mittels SYNOPS

In diesem Kapitel wird SYNOPS als ein Modell für eine umfassende räumliche Umweltrisikobewertung von Pflanzenschutzmitteln vorgestellt und für die Bewertung der Daten aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz angewandt.

Das Modell SYNOPS wird in den Anwendungsmodi SYNOPS-WEB, SYNOPS-GIS und SYNOPS-Trend verwendet. Den drei Modi liegen die gleichen Modelle zugrunde, sie unterscheiden sich jedoch im Anwendungsbereich und den Eingangsdaten. Im Rahmen des NAP wird SYNOPS-Trend für Trend-Berechnungen des Risikos von Pflanzenschutzmitteln basierend auf Absatzzahlen angewandt. Dabei berechnet SYNOPS aquatische und terrestrische Risikoindeizes für einzelne Indikationen unter Annahmen von „worst-case“-Umweltszenarien und aggregiert diese auf nationaler Ebene (Gutsche and Strassemeyer, 2007). Außerdem wird SYNOPS eingesetzt, um das Umweltrisiko von Pflanzenschutzstrategien für definierte Raumeinheiten unter Berücksichtigung der räumlich spezifischen Umweltbedingungen zu analysieren (SYNOPS-GIS). SYNOPS verknüpft dafür, mit Hilfe von GIS-Datenbanken und GIS-Prozeduren, Daten über die Exposition mit den Umweltbedingungen der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (Strassemeyer and Gutsche, 2010). Für eine Bewertung von Pflanzenschutzstrategien und Minderungsmaßnahmen auf Schlagebene wurde der Modus SYNOPS-WEB (Strassemeyer et al., 2017) entwickelt. Die nachfolgende Analyse des Umweltrisikos der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz beinhaltet alle Anwendungsmuster seit 2007 der drei Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps und der beiden Raumkulturen Tafelapfel und Wein im Untersuchungszeitraum 2007 bis 2016. Sie wurde mit dem Anwendungsmodus SYNOPS-GIS durchgeführt und betrachtet insbesondere das chronische aquatische Risiko und das Risiko für Nichtzielarthropoden.

7.1 Methode

7.1.1 Datenbasis

Eine wesentliche Datengrundlage für SYNOPS-GIS ist das Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) des Amtlich-Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) der Bundesländer (AdV, 2008, 2015). Das ATKIS-Basis-DLM (ATKIS) beschreibt die topographischen Objekte der Landschaft im Vektorformat und modelliert diese als Punkt, Linie oder Fläche für einen Verwendungsmaßstab von 1:10000 bis 1:30000.

Aus ATKIS können die Lage und Nachbarschaften landwirtschaftlich genutzter Flächen zu Nichtzielflächen und anderen relevanten Strukturelementen in der Agrarlandschaft (Gewässer, Wege, Gehölze etc.) ermittelt werden. Zusätzliche GIS-Prozeduren ermöglichen es, die digitale Bodenkarte BÜK1000N (BGR, 1996) für die Beschreibung der Bodenparameter sowie das digitale Geländemodell DGM-10 (BKG, 2016) für die Beschreibung des Reliefs der Landschaft mit den ATKIS-Daten zu verknüpfen. Im Ergebnis werden feldbezogene Bodenparameter und die Hangneigungen der einzelnen Flächen abgeleitet, wobei die Hangneigung auf einen Maximalwert von 20 % begrenzt wurde. Die angebauten Ackerkulturen werden entsprechend der Anbau-Statistiken auf Ebene der Landkreise (DeSTATIS, 2017) zufällig auf die einzelnen Flächenstücke verteilt. Die Information über die Lage der Raumkulturen (Obst, Wein, Hopfen) ist in ATKIS enthalten. Der verwendete Klimadatensatz,

bestehend aus den Daten von ca. 280 Klimastationen und 2800 Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes, wird ebenfalls über GIS-Prozeduren regionalisiert (Abb. 12). Mit der beschriebenen Datengrundlage kann SYNOPSIS für alle ca. 1,5 Millionen landwirtschaftlich genutzten Flächenstücke in Deutschland das akute und chronische Risiko analysieren.

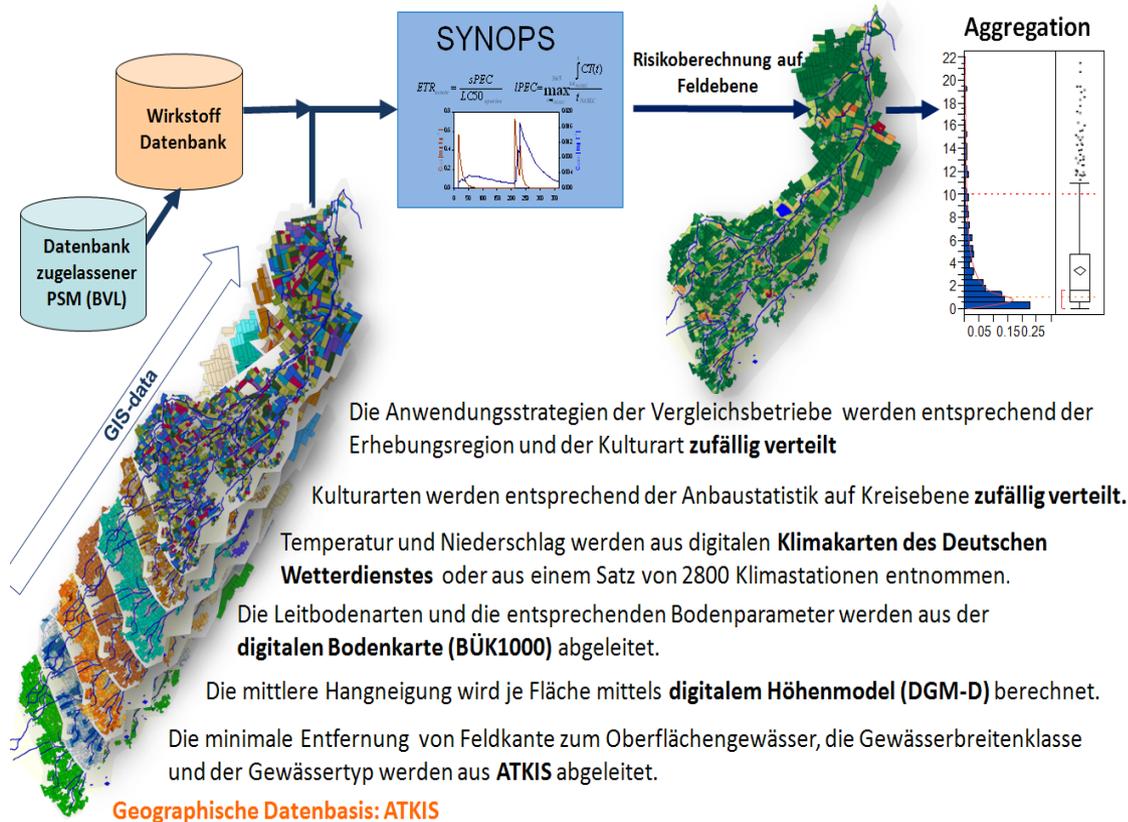


Abb. 12: Ablaufschema der GIS-basierten Risikoanalyse mit dem Indikator-Modell SYNOPSIS-GIS.

7.1.2 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung

Die Risikoanalysen werden basierend auf den Angaben der Vergleichsbetriebe durchgeführt. Dabei werden die erhobenen Applikationsmuster den Modellflächen über eine Zufallsverteilung innerhalb der entsprechenden Großregion zugeordnet, für die schlagspezifische Feld- und Umweltparameter zur Verfügung stehen (vgl. 7.2.1). SYNOPSIS-GIS kann mit diesem Datensatz flächenspezifisch Risikowerte für die Pflanzenschutzmittel-Applikationen in den drei Hauptkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps berechnen. Die Information bezüglich der Wirkstoffgehalte und Anwendungsaufgaben der angewandten Pflanzenschutzmittel wurden der Pflanzenschutzmittel-Datenbank des BVL entnommen (BVL, 2016).

Die Methoden zur Berechnung des Umweltrisikos mit SYNOPSIS wurden in Strassemeyer et al. (2017) ausführlich dargestellt. Hier werden die wesentlichen Berechnungsmethoden zusammengefasst:

Das Modell berücksichtigt bislang folgende Indikatororganismen: Algen, Daphnien, Fische, Wasserlinsen und Sedimentorganismen stellvertretend für aquatische Organismen, Regenwurm und Springschwänze stellvertretend für Bodenorganismen sowie Bienen, Brackwespen und Raubmilben stellvertretend für Bewohner von Saumbiotopen.

Als Basis der Risikoberechnung erfolgt eine Berechnung der möglichen Pflanzenschutzmittel-Exposition von Nichtzielorganismen. Die Beladung der einzelnen Kompartimente wird für jede Anwendung des Wirkstoffes berechnet und darauf basierend eine zeitabhängige Kurve der Wirkstoffkonzentration abgeleitet. Das Risiko für Nichtzielorganismen wird als Quotient der möglichen Exposition und der Toxizität der Wirkstoffe dargestellt (*ETR* für Exposure Toxicity Ratio). Zur Beschreibung der akuten und chronischen Risiken werden die halbmaximale Letale bzw. Effekt-Konzentration (LC_{50} , EC_{50}) und die No-Effect-Konzentration ($NOEC$) der einzelnen Wirkstoffe verwendet. Diese wurden der *Pesticide Properties Data Base* - PPDB (Lewis et al., 2016) entnommen.

Die Beladung der Wirkstoffe (W) der einzelnen Kompartimente wird für jede Anwendung des Wirkstoffs berechnet und basierend darauf eine zeitabhängige Kurve der Wirkstoffkonzentration (*PEC* für predicted environmental concentration) abgeleitet.

Über einen Zeitraum von einem Jahr, beginnend mit dem Anfang der Vegetationsperiode, werden das 90. Perzentil der zeitabhängigen *PEC*-Kurven (PEC_{P90} , Gleichung 1) und das 90. Perzentil der zeitlich gewichteten Durchschnittskonzentration von sieben Tagen ($PEC_{TWA.P90}$, Gleichung 2) als worst-case-Wert der akuten und chronischen Exposition berechnet.

$$PEC_{P90} = \underset{1 \leq t \leq 365}{P90} PEC(t) \quad (1)$$

$$PEC_{TWA.P90} = \underset{1 \leq t \leq 365}{P90} PEC_{TWA}(t) \quad \text{wobei } PEC_{TWA}(t) = \frac{\int_{t-7}^t PEC(t)}{7} \quad (2)$$

Zur Beschreibung der akuten und chronischen Toxizität werden LC_{50} bzw. EC_{50} und $NOEC$ der einzelnen Wirkstoffe verwendet. Für die verschiedenen Referenzorganismen (RO) werden aus den Expositions- und Toxizitätswerten ein akutes Risiko ($ETR_{A(RO,W)}$, Gleichung 3) und ein chronisches Risiko ($ETR_{C(RO,W)}$, Gleichung 4) berechnet. Akute Risikoindizes werden mit einem Sicherheitsfaktor von 10 multipliziert.

$$ETR_{A(RO,W)} = \frac{PEC_{P90}}{L/EC_{50(RO,W)}} * 10 \quad (3)$$

$$ETR_{C(RO,W)} = \frac{PEC_{TWA.P90}}{NOEC(RO,W)} \quad (4)$$

Gleichungen 3 und 4 stellen das Risiko eines Wirkstoffs auf einer spezifischen Fläche dar. Jedoch umfassen Pflanzenschutzstrategien typischerweise mehrere Mittelanwendungen, und ein Mittel kann mehrere Wirkstoffe enthalten.

Die akuten und chronischen Risikowerte der einzelnen Wirkstoffe werden nach dem Konzept der Konzentrationsaddition additiv aggregiert, um das Risiko der gesamten Pflanzenschutzstrategie darzustellen. Im Gegensatz zu der Modellbeschreibung in Strassemeyer et al. (2017) wird das Konzept der Konzentrationsaddition in dieser Untersuchung auch für das akute Risiko angewandt. Wirkstoffe mit identischen Wirkmechanismen können zusammenwirken und synergistische Effekte erzielen, die größer sind als die Effekte der einzelnen Wirkstoffe. Die Risikoaggregation eines Applikationsmusters erfolgt in zwei Schritten. Zuerst werden die akuten (Gleichung 5) und chronischen (Gleichung 6) Risikowerte für jeden angewandten Wirkstoff berechnet und auf täglicher Basis addiert, um Kurven der *ETR*-Summen abzuleiten. Anschließend wird das 90. Perzentil dieser *ETR*-

Summenkurven abgeleitet, welches das akute und chronische Risiko der gesamten Anwendungsstrategie darstellt.

$$ETR_{A(RO)} = \text{P90}_{1 \leq t \leq 365} \sum_{1 \leq i \leq n} \frac{PEC(t, W_i)}{L/EC50(RO, W_i)} \quad (5)$$

$$ETR_{C(RO)} = \text{P90}_{1 \leq t \leq 365} \sum_{1 \leq i \leq n} \frac{PECTWA(t, W_i)}{NOEC(RO, W_i)} \quad (6)$$

wobei n die Anzahl, der auf derselben Fläche angewendeten Wirkstoffe, repräsentiert.

Die Risikoindizes werden für jeden aquatischen Referenzorganismus separat berechnet. Das zusammengefasste akute (Gleichung 7) und das chronische aquatische Risiko (Gleichung 8) werden als Maximum der Risikoindizes der fünf aquatischen Referenzorganismen Fische (fi), Algen (al), Wasserlinsen (*Lemna*; le), Wasserflöhe (*Daphnia*; da) und Sedimentorganismen (*Chironomus*; ch) zusammengefasst.

$$ETR_{A(aqu)} = \max(ETR_{A(al)}, ETR_{A(da)}, ETR_{A(fi)}, ETR_{A(le)}, ETR_{A(ch)}) \quad (7)$$

$$ETR_{C(aqu)} = \max(ETR_{C(al)}, ETR_{C(da)}, ETR_{C(fi)}, ETR_{C(le)}, ETR_{C(ch)}) \quad (8)$$

Die Risikoindizes für Bodenorganismen werden entsprechend berechnet (Gleichung 9 -10). Toxizitätsdaten der Referenzorganismen im Boden waren für Regenwürmer (re) und Springschwänze (*Collembolae*; co) verfügbar.

$$ETR_{A(aqu)} = \max(ETR_{A(re)}, ETR_{A(co)}) \quad (9)$$

$$ETR_{C(aqu)} = \max(ETR_{C(re)}, ETR_{C(co)}) \quad (10)$$

Für die drei Referenzorganismen von Saumbiotopen Honigbienen (bi), Raubmilben (*Typhlodromus pyri*; tp) und Brackwespen (*Aphidius rhopalosiphii*; ar) werden im Rahmen der Zulassung nur akute Toxizitätswerte erhoben. Daher wurden nur die akuten Risiken als Maximum der Indizes der drei Referenzorganismen im Saum berechnet (Gleichung 11).

$$ETR_{A(Saum)} = \max(ETR_{A(bi)}; ETR_{A(ar)}; ETR_{A(tp)}) \quad (11)$$

Alle Berechnungen wurden mit SYNOPS-GIS für die Anbaujahre 2007 bis 2016 mit der Annahme durchgeführt, dass die Abstandsauflagen zu Gewässern und terrestrischen Kleinstrukturen wie auch die Run-Off-Auflagen eingehalten wurden.

Die berechneten ETR-Werte (Exposure-Toxicity-Ratio) für Organismen in Oberflächengewässern, Nichtzielarthropoden (NTA) im Saum und für Bodenorganismen werden entsprechend Tab. 54, in vier Risikoklassen eingeteilt.

Tab. 54: Risikoklassen der mit SYNOPS berechneten ETR-Werte

| Risikoklassen | Wertebereiche |
|-----------------------|---------------|
| sehr niedriges Risiko | ETR < 0,1 |
| niedriges Risiko | 0,1 < ETR < 1 |
| mittleres Risiko | 1 < ETR < 10 |
| hohes Risiko | ETR > 10 |

7.1.3 Aggregation der Risikowerte je Applikationsmuster

Entsprechend der flächenspezifischen Umweltbedingungen berechnet SYNOPS-GIS eine Bandbreite an Risikopotentialen für jedes Applikationsmuster. Diese werden in einer räumlichen Datenbank gespeichert und aggregiert, indem für jede Anwendungsstrategie, die zuvor zufällig innerhalb der entsprechenden Großregion verteilt wurde, das 90. Perzentil ermittelt wird. Diesem 90. Perzentil-Wert liegt eine bestimmte Kombination an Umweltbedingungen und Bodeneigenschaften zugrunde, die als realistisches worst-case-Szenario betrachtet werden kann. Jedes einzelne Applikationsmuster hat demnach sein spezifisches realistisches worst-case-Szenario. Basierend auf dieser Auswertung sind ein Ranking und eine Bewertung einzelner Applikationsmuster möglich. Muster mit hohen Risikopotentialen können im Hinblick auf eine mögliche Risikominderung analysiert werden.

7.1.4 Räumliche Aggregation der Risikowerte

Für die Aggregation der Risikowerte auf Deutschland-Ebene und für die Analyse der Risikotrends wurden die 90. Perzentile aus allen deutschlandweit berechneten Risikowerten ermittelt.

7.2 Ergebnisse

Aufgrund der zufälligen Verteilung der Applikationsmuster werden die Risikowerte für jedes Applikationsmuster 492 bis 12502 mal mit unterschiedlichen Umwelt-, Feld- und Klimabedingungen berechnet und daraus das 90. Perzentil abgeleitet. Die Häufigkeitsverteilungen der 90. Perzentile der aquatischen Risikoindizes sind für Winterweizen exemplarisch in Abb. 13 dargestellt.

In den einzelnen Jahren lagen stets einige der Anwendungsmuster im mittleren und teilweise sogar im hohen Risikobereich. Die Identifikation und Analyse von Anwendungsmustern mit hohem Risikoindex und die Minderung dieser Anwendungsmuster auf ein niedriges Risikolevel sind mögliche Ansatzpunkte für eine deutschlandweite Risikoreduktion.

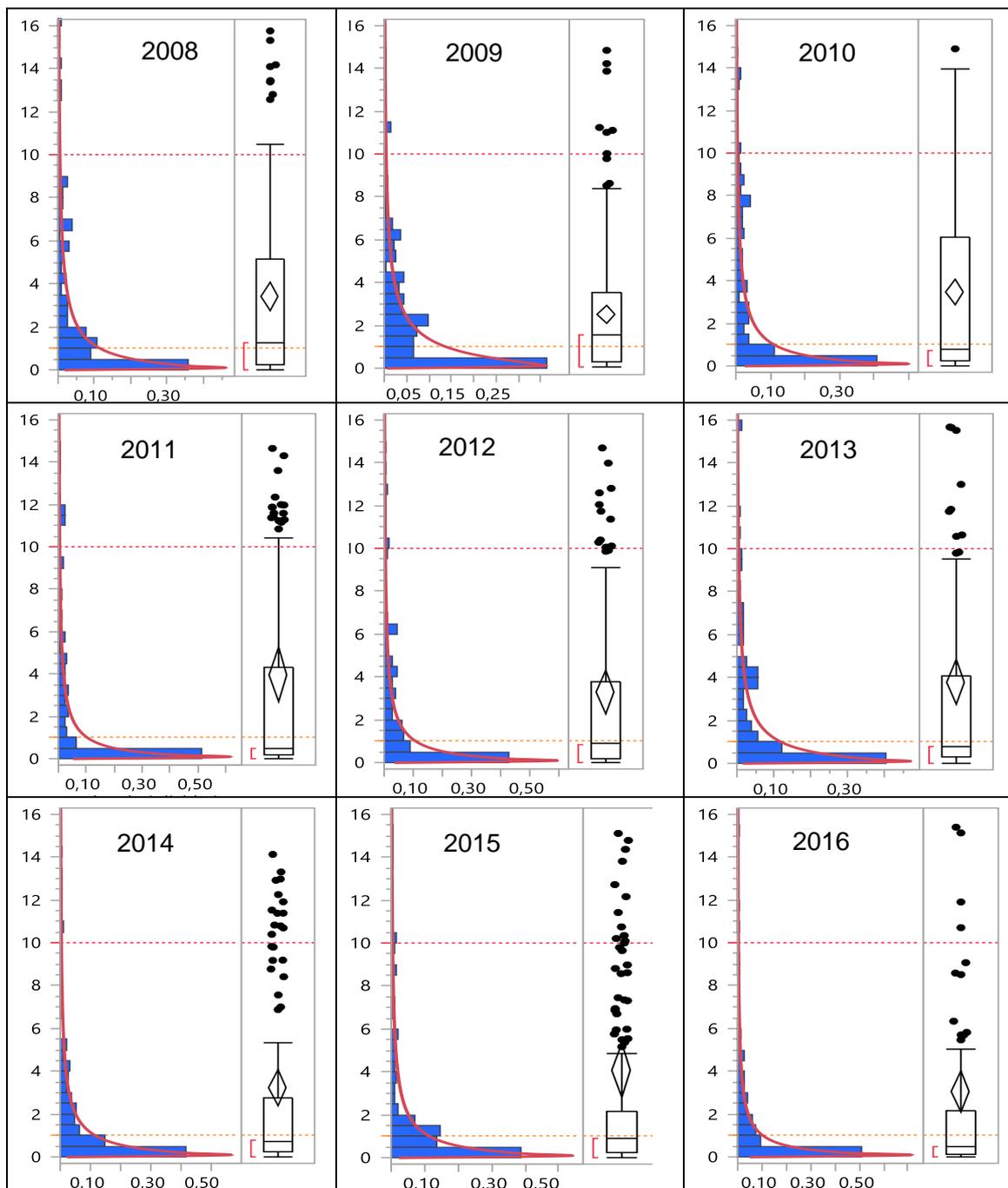


Abb. 13: Verteilung der 90. Perzentil-Werte des aquatischen Risikos, der für Winterweizen erhobenen Applikationsmuster im gesamten Bundesgebiet (n = Anzahl der Applikationsmuster)

In Abb. 14 werden die 90. Perzentile der Risikoindizes dem Behandlungsindex der einzelnen Applikationsmuster gegenübergestellt. Ein Zusammenhang zwischen den Behandlungsindizes der Applikationsmuster und den berechneten Risikoindizes konnte in keiner Kultur festgestellt werden ($R^2 < 0,15$). Auch separate Analysen der einzelnen Jahre, der unterschiedlichen Erhebungsregionen und der drei Wirkstoffgruppen ergaben keine eindeutigen Zusammenhänge von Behandlungsindex und berechnetem Risiko ($R^2 < 0,25$). Der

Grund hierfür ist, dass die Risikoindizes der einzelnen Applikationsmuster oft nur durch einzelne oder wenige Wirkstoffe bzw. Pflanzenschutzmittel bestimmt werden. Werden diese sowohl in Applikationsmustern mit hohem als auch mit niedrigem Behandlungsindex angewandt, so unterscheiden sie sich nicht hinsichtlich ihrer Risikoindizes.

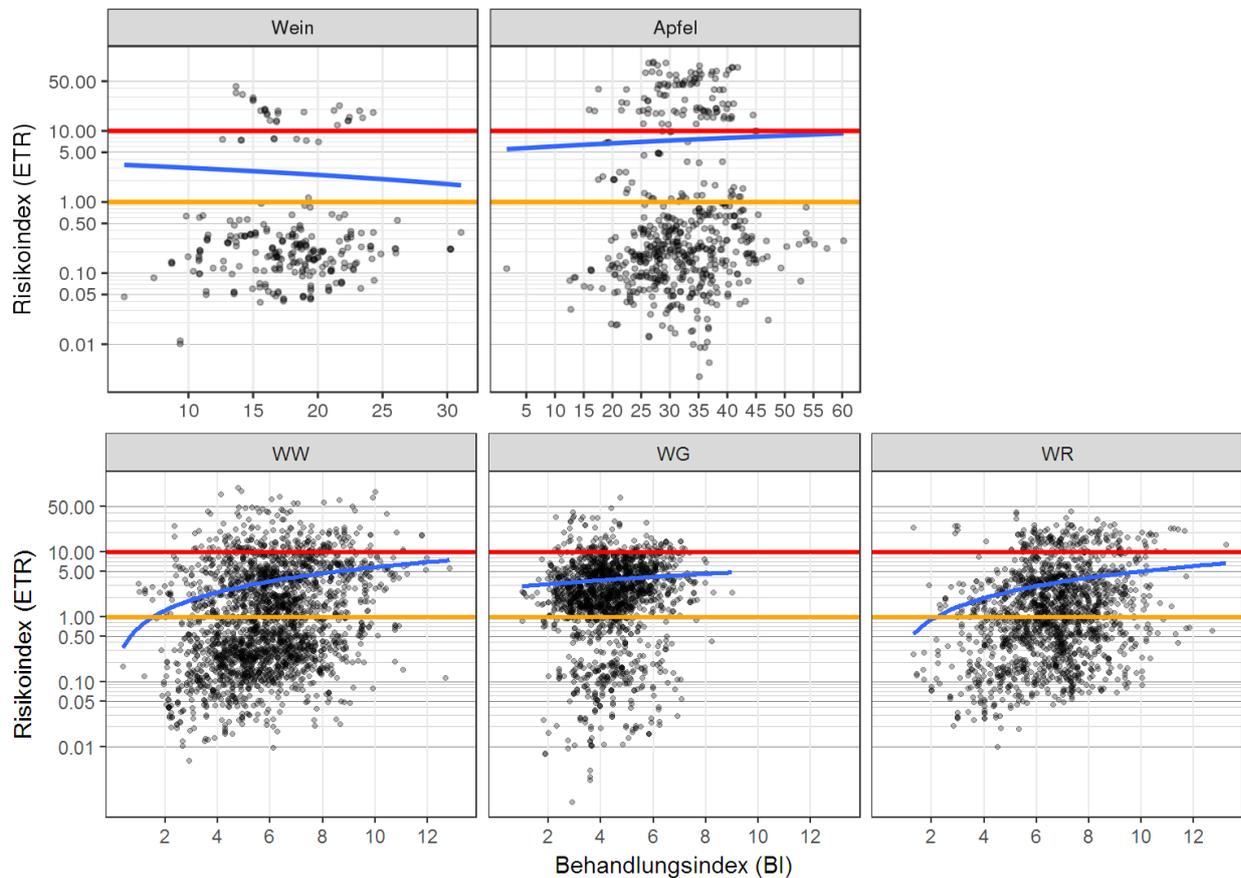


Abb. 14: Behandlungsindex der Applikationsmuster gegen die 90. Perzentil-Werte des chronischen aquatischen Risikos in Wein, Tafelapfel, Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

7.2.1 Risikoindizes für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Für die räumliche Aggregation der Risikowerte auf Deutschland-Ebene und für die Analyse der Risikotrends wurden die 90. Perzentile für die Jahre 2007 bis 2016 aus allen deutschlandweit berechneten Risikoindizes ermittelt. Diese Werte sind in Tab. 55 zusammengefasst. Auf die Darstellung der Risikoindizes für Bodenorganismen wird hier verzichtet, da sie ausschließlich im niedrigen bis sehr niedrigen Risikobereich lagen.

7.2.1.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Die chronischen aquatischen Risikoindizes lagen insgesamt höher als die terrestrischen Risikoindizes (Tab. 55 und Abb. 15). Dabei zeigte Winterraps über die Jahre die größte Variabilität der 90. Perzentile des aquatischen Risikos mit ETR von 0,424 bis 4,432. Diese Werte entsprechen der Kategorie *niedriges bis mittleres Risiko*. Die aquatischen Risikoindizes von Winterweizen und Wintergerste waren im Vergleich zum Winterraps zumindest in den Jahren 2012 bis 2016 etwas niedriger. Die Risikowerte beider Getreidekulturen lagen in der gleichen Größenordnung und variierten im Bereich der Kategorie *mittleres Risiko* von 0,968 bis 1,951 beim Winterweizen und von 2,985 bis 1,323 bei der Wintergerste.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Fungizidapplikationen in allen drei Kulturen nur geringe Auswirkungen auf das aquatische Risiko hatten. Die Risikoindizes lagen in allen Jahren unter dem Wert von $ETR < 0,1$ und waren damit der Risikokategorie *sehr niedrig* zuzuordnen.

Auch die Risikoindizes der Insektizidanwendungen lagen für Winterweizen und Wintergerste mit $ETR < 0,1$ im sehr niedrigen Risikobereich. Nur in den Jahren 2012 und 2013 wurden im Winterraps Risikoindizes in der niedrigen Risikokategorie ermittelt.

Die Herbizidanwendungen hatten dagegen in allen drei Kulturen einen großen Anteil am Risiko für Oberflächengewässer. Die Risikoindizes der Herbizidanwendungen in den beiden Getreidekulturen lagen durchweg in der mittleren Risikokategorie. Es konnte tendenziell eine Reduktion des Risikos durch Herbizidanwendungen beobachtet werden. Im Winterweizen verringerte sich der ETR von 1,923 im Jahr 2007 auf 0,904 im Jahr 2016 und in der Wintergerste von 2,949 auf 1,283. Die höchsten Risikowerte durch Herbizidanwendungen traten im Winterraps in den Jahren 2013 und 2014 auf und lagen bei $ETR > 4,0$.

Tab. 55: 90. Perzentile des aquatischen chronischen Risikos und des akuten Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA akut) basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, WR: Winterrraps): mittleres Risiko - gelb, niedriges Risiko - hellgrün, sehr niedriges Risiko – dunkelgrün

| Jahr | Kultur | Anzahl | Chronisch aquatisch | | | | NTA akut | | | | |
|------|--------|--------|---------------------|-----------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|-------|
| | | | Alle PSM | Herbizide | Fungizide | Insektizide | Alle PSM | Herbizide | Fungizide | Insektizide | |
| 2007 | WW | 355064 | 179 | 1.951 | 1.923 | 0.070 | 0.029 | 1.032 | 0.001 | 0.068 | 0.992 |
| 2008 | WW | 355064 | 204 | 1.662 | 1.634 | 0.055 | 0.016 | 0.763 | 0.002 | 0.073 | 0.725 |
| 2009 | WW | 355065 | 226 | 1.537 | 1.489 | 0.063 | 0.007 | 0.852 | 0.002 | 0.089 | 0.794 |
| 2010 | WW | 414419 | 246 | 1.425 | 1.375 | 0.060 | 0.002 | 0.812 | 0.002 | 0.097 | 0.754 |
| 2011 | WW | 414419 | 244 | 1.052 | 1.017 | 0.053 | 0.010 | 1.112 | 0.002 | 0.101 | 1.045 |
| 2012 | WW | 414419 | 230 | 1.198 | 1.162 | 0.057 | 0.003 | 1.067 | 0.002 | 0.102 | 1.019 |
| 2013 | WW | 414418 | 257 | 1.290 | 1.236 | 0.080 | 0.002 | 0.629 | 0.002 | 0.118 | 0.578 |
| 2014 | WW | 414419 | 261 | 1.049 | 1.006 | 0.074 | 0.003 | 0.226 | 0.004 | 0.152 | 0.082 |
| 2015 | WW | 414418 | 248 | 1.457 | 1.433 | 0.063 | 0.001 | 0.283 | 0.002 | 0.135 | 0.219 |
| 2016 | WW | 414418 | 241 | 0.968 | 0.904 | 0.075 | 0.001 | 0.293 | 0.001 | 0.148 | 0.205 |
| 2007 | WG | 199422 | 110 | 2.985 | 2.949 | 0.034 | 0.031 | 1.002 | 0.006 | 0.092 | 0.991 |
| 2008 | WG | 199422 | 154 | 2.862 | 2.849 | 0.031 | 0.033 | 0.791 | 0.010 | 0.083 | 0.780 |
| 2009 | WG | 199422 | 177 | 2.098 | 2.092 | 0.037 | 0.002 | 0.732 | 0.005 | 0.079 | 0.716 |
| 2010 | WG | 250355 | 198 | 2.402 | 2.398 | 0.025 | 0.003 | 0.672 | 0.003 | 0.082 | 0.668 |
| 2011 | WG | 250354 | 186 | 2.204 | 2.190 | 0.025 | 0.007 | 0.584 | 0.003 | 0.086 | 0.562 |
| 2012 | WG | 250354 | 167 | 2.179 | 2.155 | 0.021 | 0.019 | 0.803 | 0.003 | 0.093 | 0.794 |
| 2013 | WG | 250355 | 178 | 2.881 | 2.869 | 0.035 | 0.017 | 0.570 | 0.002 | 0.090 | 0.569 |
| 2014 | WG | 250355 | 199 | 1.976 | 1.963 | 0.030 | 0.003 | 0.100 | 0.003 | 0.086 | 0.046 |
| 2015 | WG | 250355 | 199 | 2.203 | 2.199 | 0.013 | 0.009 | 0.284 | 0.002 | 0.106 | 0.278 |
| 2016 | WG | 250355 | 189 | 1.323 | 1.283 | 0.036 | 0.009 | 0.128 | 0.001 | 0.064 | 0.061 |
| 2007 | WR | 163148 | 137 | 0.424 | 0.199 | 0.058 | 0.064 | 1.167 | 0.007 | 0.088 | 1.131 |
| 2008 | WR | 163148 | 143 | 0.805 | 0.579 | 0.064 | 0.080 | 1.267 | 0.027 | 0.105 | 1.202 |
| 2009 | WR | 163147 | 154 | 0.913 | 0.539 | 0.070 | 0.337 | 1.480 | 0.022 | 0.115 | 1.414 |
| 2010 | WR | 148891 | 168 | 1.033 | 0.521 | 0.079 | 0.370 | 2.405 | 0.015 | 0.115 | 2.303 |
| 2011 | WR | 148892 | 166 | 1.082 | 0.895 | 0.069 | 0.074 | 1.745 | 0.020 | 0.110 | 1.671 |
| 2012 | WR | 148892 | 175 | 2.407 | 2.287 | 0.060 | 0.046 | 1.365 | 0.014 | 0.110 | 1.316 |
| 2013 | WR | 148892 | 177 | 4.214 | 4.092 | 0.091 | 0.064 | 3.546 | 0.015 | 0.107 | 3.496 |
| 2014 | WR | 148892 | 192 | 4.342 | 4.265 | 0.053 | 0.046 | 7.365 | 0.017 | 0.112 | 7.316 |
| 2015 | WR | 148892 | 164 | 2.917 | 2.696 | 0.057 | 0.081 | 5.882 | 0.015 | 0.123 | 5.818 |
| 2016 | WR | 148892 | 176 | 2.883 | 2.670 | 0.062 | 0.035 | 4.101 | 0.018 | 0.121 | 4.040 |

7.2.1.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die akuten Risikoindizes für die Nichtzielarthropoden (Tab. 55 und Abb. 16) lagen für die beiden Getreidekulturen überwiegend im *niedrigen* Risikobereich ($0,1 < \text{ETR} < 1,112$). Die Anwendungsmuster im Winterraps zeigten dagegen deutlich höhere Risikoindizes für Nichtzielarthropoden als die beiden Getreidekulturen mit Werten in der *mittleren* Risikokategorie ($1,167 < \text{ETR} < 7,365$).

Die Herbizidanwendungen hatten in allen drei Kulturen nur eine geringe Auswirkung auf die Risikoindizes der Nichtzielarthropoden. Der Risikoindex für Herbizidanwendungen lag stets im *niedrigen* Risikobereich mit $\text{ETR} < 0,027$. Auch die Risikoindizes für Fungizidanwendungen lagen für die Nichtzielarthropoden in allen drei Kulturen in der sehr *niedrigen* Risikokategorie oder im unteren Bereich der *niedrigen* Risikokategorie mit $\text{ETR} < 1,148$.

Die Insektizidanwendungen der analysierten Applikationsmuster verursachten in allen drei Kulturen den überwiegenden Anteil am Gesamtrisiko für Nichtzielarthropoden. In den beiden Getreidekulturen lagen Risikoindizes in der *niedrigen* Risikokategorie (Ausnahme Winterweizen 2011 und 2012), im Winterraps dagegen ausschließlich in der *mittleren* Risikokategorie.

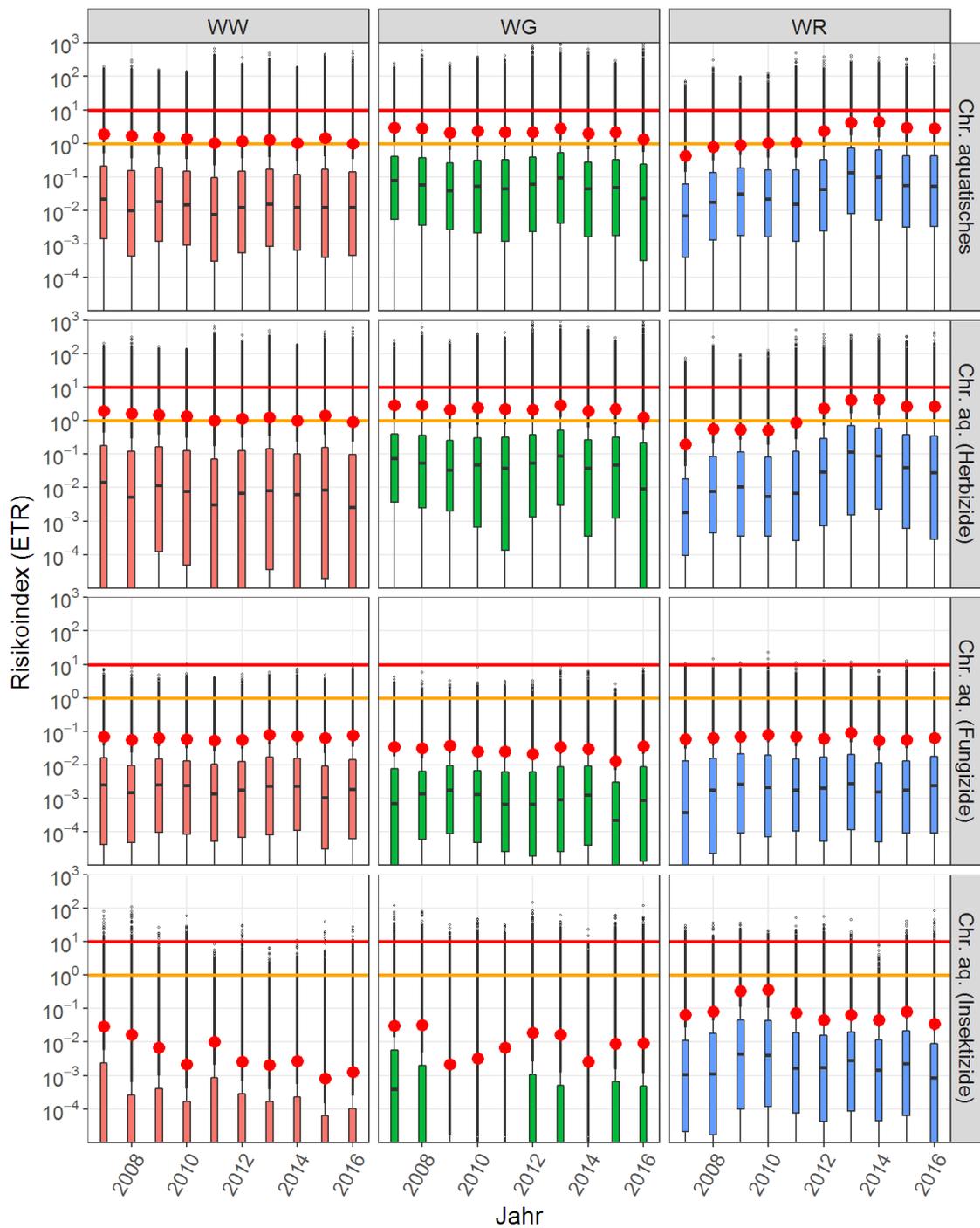


Abb. 15: Box-Plots der berechneten chronischen aquatischen Risikoindizes der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar

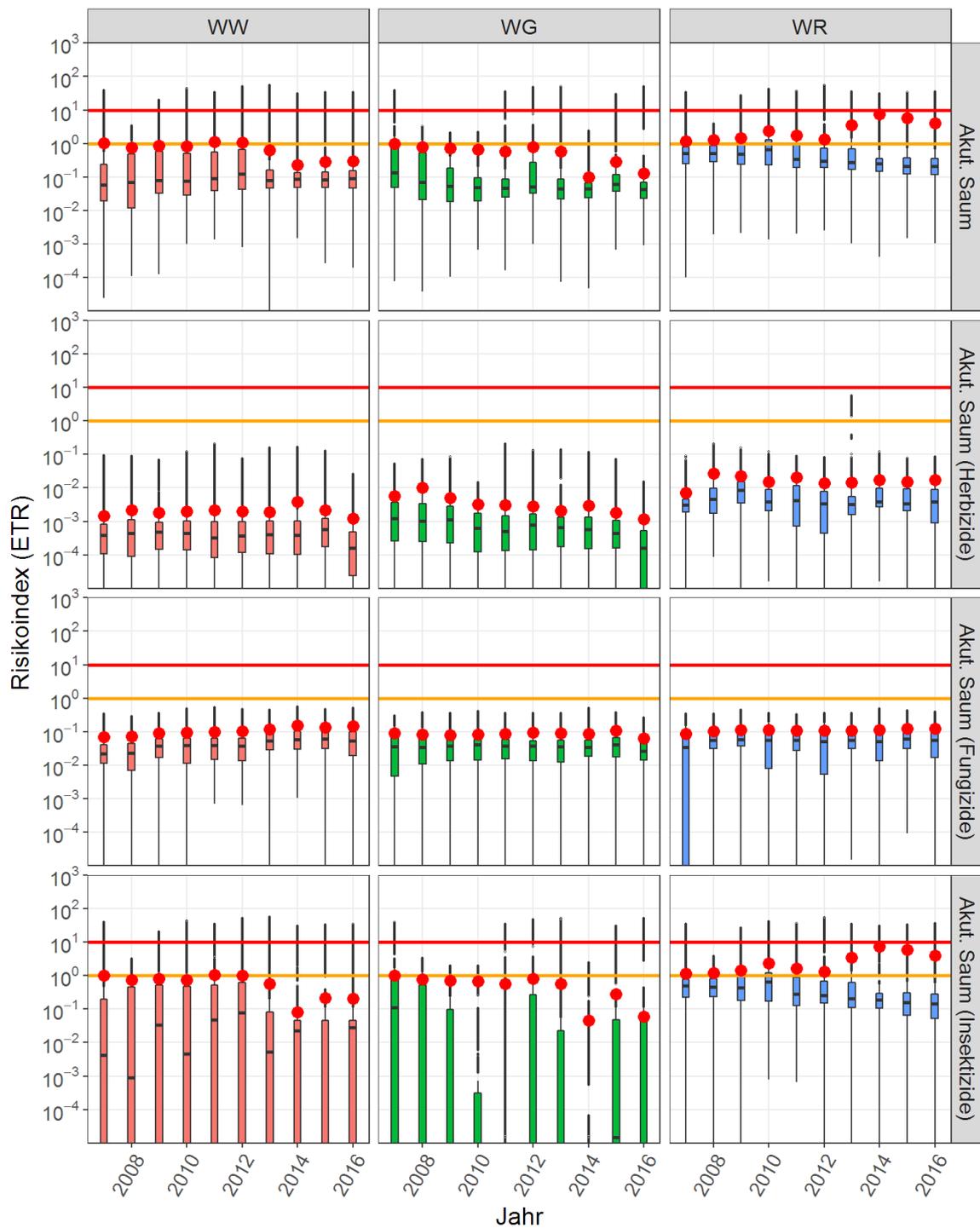


Abb. 16: Box-Plots der berechneten Risikoindizes für Nichtzielarthropoden (NTA) der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar

7.2.2 Relative Risikotrends für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Um den zeitlichen Verlauf des Gesamtrisikos der drei Kulturen vergleichend darzustellen, werden in Abb. 17 die 90. Perzentile der Risikoindizes als relativer Wert dargestellt. Jeder Jahreswert einer Kultur wird durch den Mittelwert des gesamten Erhebungszeitraums (2007 bis 2016) dividiert. Der Referenzwert entspricht demnach dem Mittelwert des Erhebungszeitraums. Auf der Ordinate ist die relative Veränderung der Jahreswerte dargestellt.

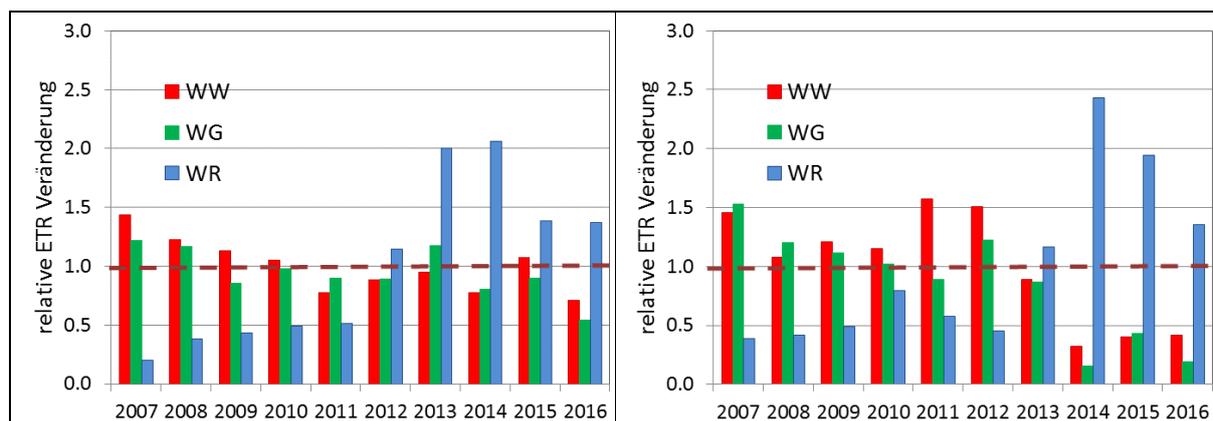


Abb. 17: Trend des Risikos (90. Perzentile) für aquatische Organismen (links), und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (rechts) in Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

7.2.2.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Aus Abb. 17 ist ersichtlich, dass das aquatische Risiko bezogen auf den Gesamtzeitraum in beiden Getreidekulturen von 2007 bis 2016 deutlich abnahm (WW: -29 % und WG: -43 %). Im Winterraps konnte dagegen eine Zunahme des aquatischen Risikos von 44 % über den gesamten Untersuchungszeitraum beobachtet werden. Dabei ist auffällig, dass das aquatische Risiko ab 2012 zunahm und bis 2014 um 106 % gegenüber dem Referenzwert anstieg. Dies wurde unter anderem durch die Wirkstoffe Dimethenamid-P ab 2012 und Metazachlor ab 2013 auf den Rapsflächen der Vergleichsbetriebe, mit Peaks in 2013 und 2014 (Tab. 56) verursacht. Beide Wirkstoffe haben für Algen und Wasserlinse sehr niedrige NOEC-Werte ($>1,0 \mu\text{g}$) und können daher schon bei geringen Wirkstoffkonzentrationen hohe Risikowerte verursachen. Ab 2015 nahmen die Anzahl der Anwendungen und damit die Wirkstoffmenge wieder ab, wodurch es zu der Abnahme des aquatischen Risikos im Winterraps kam.

Der deutliche Anstieg des chronischen aquatischen Risikos im Winterraps (Abb.17) und die Zunahme der Anwendungen von Dimethenamid-P ab 2012 und Metazachlor ab 2013 stand im Zusammenhang mit einem kurzzeitigen Ruhen der Zulassung von clomazonehaltigen Herbiziden in 2011 und den strengen Anwendungsbestimmungen seit 2012 (Tab. 56). Als Ersatz für clomazonehaltige Herbizide wurden in den frühen Nachaufbehandlungen Metazachlor- und Dimethenamid-P-haltige Herbizide verwendet.

Tab. 56: Summe der Aufwandmengen (ΣAR) und Anzahl der Anwendungen von Dimethenamid-P, Metazachlor und Clomazone auf den Rapsflächen der Vergleichsbetriebe

| | Dimethenamid-P | | Metazachlor | | Clomazone | |
|------|-----------------------|---------------|--------------------|---------------|------------------|---------------|
| | Applikationen | ΣAR) | Applikationen | ΣAR) | Applikationen | ΣAR) |
| | n | [kg/ha] | n | [kg/ha] | n | [kg/ha] |
| 2010 | 12 | 4,135 | 151 | 81,581 | 102 | 8,603 |
| 2011 | 23 | 4,675 | 169 | 86,648 | 77 | 6,426 |
| 2012 | 80 | 31,089 | 151 | 65,383 | 109 | 9,29 |
| 2013 | 143 | 56,284 | 206 | 82,119 | 40 | 3,117 |
| 2014 | 145 | 54,859 | 225 | 97,069 | 48 | 3,227 |
| 2015 | 105 | 38,306 | 182 | 77,328 | 49 | 3,513 |
| 2016 | 113 | 39,393 | 188 | 82,386 | 41 | 3,053 |

7.2.2.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die 90. Perzentile der Risikoindizes für Nichtzielorganismen in Abb. 17 zeigen in den beiden Getreidekulturen eine sehr starke Abnahme von -59 % für Winterweizen und von -77 % für Wintergerste. Beim Winterraps konnte in 2013 ein Anstieg des Risikos für Nichtzielarthropoden um 17 % bezogen auf den Gesamtzeitraum beobachtet werden. In 2014 stieg dieser Wert auf 143 % über dem Referenzwert weiter stark an um dann in den darauffolgenden Jahren wieder auf 35 % über dem Referenzwert abzunehmen. In Abb.16 wird ersichtlich, dass die 75. Perzentile und die Mediane der Risikoindizes für Winterraps abnahmen.

Der Anstieg des akuten Risikos für Nichtzielorganismen ab 2013 kann mit der Zulassung von Cypermetrin begründet werden. Cypermetrin wurde zwar nur in wenigen Applikationsmustern angewandt, verursachte jedoch aufgrund der niedrigen LR50 Werte für *Typhlodromus pyri* (0,0029 g/ha) stets hohe Risikoindizes. Deswegen hatten die wenigen Cypermetrin-Applikationen überwiegend Auswirkung auf das 90. Perzentil und nur geringe Auswirkungen auf das 75. Perzentil und den Median. Die kontinuierliche Abnahme in diesen Perzentilbereichen (Abb. 16) lässt vermuten, dass das akute Risiko für Nichtzielorganismen ohne Cypermetrin-Anwendungen auch im 90. Perzentil abnehmen würde.

7.2.3 Risikoindizes für Tafelapfel und Wein

Erstmals werden in diesem Bericht die Ergebnisse der Risikobewertung der Anwendungsmuster auch für Tafelapfel und Wein vorgestellt. Grundsätzlich sind bei der Interpretation der Ergebnisse die deutlich kleineren Anlagenzahlen, für Tafelapfel ca. 56 Anlagen und im Weinbau ca. 26 Anlagen, im Mittel der Jahre im Vergleich zu den Ackerbaukulturen zu beachten.

7.2.3.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Die chronischen aquatischen Risikoindizes der Applikationsmuster zeigten unterschiedliche Risikolevel und Risikotrends in den Kulturen Tafelapfel und Wein (Tab. 57 und Abb. 18). Über den Analysezeitraum von 2007 bis 2016 lagen die aquatischen Risikoindizes im Weinbau überwiegend im *niedrigen* Risikobereich ($0,167 < \text{ETR} < 1,470$). Ausnahme hiervon sind die Jahre 2012 und 2014 mit deutlich höheren ETR-Werten von 1,470 und 4,598. Die aquatischen Risikoindizes im Obstbau zeigten dagegen einen deutlich abnehmenden Trend über die Jahre. In den ersten vier Jahren des Analysezeitraums wurden im Apfelanbau *hohe* Risikoindizes ($\text{ETR} > 11,9$), in den drei darauffolgenden *moderate* Risikoindizes ($5,973 < \text{ETR} > 1,124$) und in den letzten Jahren *niedrige* ETR ($< 0,808$) beobachtet.

In Tab. 57 bzw. Abb. 18 (rechte Spalte) ist ersichtlich, dass die Fungizidapplikationen im Apfelanbau den wesentlichen Anteil des Gesamtrisikos der Anwendungsmuster verursachten. Im Vergleich zu den Fungizidanwendungen leisteten die Herbizid- und Insektizidanwendungen nur einen geringen Beitrag zum aquatischen Risiko. Die Risikoindizes der Herbizid- und Insektizidanwendungen waren in allen Jahren unter dem Wert von $\text{ETR} < 0,54$ und sind damit der *niedrigen* und *sehr niedrigen* Risikokategorie zuzuordnen.

Auch im Weinbau dominierten, mit Ausnahme von 2014, die Fungizidapplikationen das Gesamtrisiko der Applikationsmuster. Allerdings lagen die Werte im Weinbau deutlich niedriger als im Apfelanbau im *niedrigen* Risikobereich. Die Risikoindizes der Herbizid- und Insektizidanwendungen lagen in allen Jahren unter dem Wert von 0,783 im niedrigen bis sehr niedrigen Risikobereich, mit Ausnahme der Herbizidanwendungen in 2014 ($\text{ETR} = 4,319$). Dieser Anstieg beruhte auf einer erhöhten Anzahl von Flazasulfuron-Anwendungen in 2014 gegenüber den vorherigen Jahren (+ 200 %). Flazasulfuron weist für Algen und Wasserlinse sehr niedrige NOEC-Werte ($< 1,0 \mu\text{g}$) auf und kann somit bereits durch geringe Wirkstoffeinträge hohe Risikowerte verursachen.

Die erhöhten Risikoindizes durch Fungizide wurden überwiegend durch die beiden Wirkstoffe Kupferoxychlorid und Schwefel verursacht, die aufgrund ihrer niedrigen NOEC-Werte für Algen (Kupferoxychlorid: $\text{NOEC} = 0,004 \text{ mg/l}$) und Fische (Schwefel: $\text{NOEC} = 0,075 \text{ mg/l}$) ein hohes aquatisches Risiko auslösen.

Tab. 57: 90. Perzentile des aquatischen chronischen Risikos und des akuten Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA akut) basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten: hohes Risiko – rot, mittleres Risiko - gelb, niedriges Risiko - hellgrün, sehr niedriges Risiko - dunkelgrün

| Jahr | Kultur | Anzahl | Chronisch aquatisch | | | | NTA akut | | | | |
|------|------------|--------|---------------------|------------|------------|--------------|----------|------------|------------|--------------|-------|
| | | | Alle PSM | Herbi-zide | Fungi-zide | Insekti-zide | Alle PSM | Herbi-zide | Fungi-zide | Insekti-zide | |
| 2007 | Tafelapfel | 14016 | 37 | 20,456 | 0,076 | 19,618 | 0,540 | 4,766 | 0,012 | 3,919 | 0,747 |
| 2008 | Tafelapfel | 14016 | 53 | 18,752 | 0,013 | 18,752 | 0,057 | 5,176 | 0,012 | 4,934 | 0,352 |
| 2009 | Tafelapfel | 14016 | 56 | 11,900 | 0,053 | 11,714 | 0,076 | 4,848 | 0,002 | 4,671 | 0,377 |
| 2010 | Tafelapfel | 14016 | 59 | 14,920 | 0,158 | 14,920 | 0,060 | 4,344 | 0,004 | 4,201 | 0,652 |
| 2011 | Tafelapfel | 14016 | 57 | 5,973 | 0,210 | 4,993 | 0,077 | 4,385 | 0,004 | 3,981 | 0,338 |
| 2012 | Tafelapfel | 14016 | 60 | 2,219 | 0,201 | 1,184 | 0,122 | 4,447 | 0,004 | 4,389 | 0,363 |
| 2013 | Tafelapfel | 14016 | 60 | 1,124 | 0,096 | 0,656 | 0,106 | 3,701 | 0,004 | 3,558 | 0,513 |
| 2014 | Tafelapfel | 14016 | 59 | 0,770 | 0,122 | 0,517 | 0,216 | 2,010 | 0,004 | 0,357 | 1,434 |
| 2015 | Tafelapfel | 14016 | 68 | 0,802 | 0,202 | 0,460 | 0,164 | 3,111 | 0,004 | 1,004 | 2,192 |
| 2016 | Tafelapfel | 14016 | 60 | 0,388 | 0,274 | 0,147 | 0,002 | 0,225 | 0,004 | 0,202 | 0,029 |
| 2007 | Wein | 54471 | 23 | 0,435 | 0,002 | 0,378 | 0,001 | 1,151 | 0,004 | 0,860 | 0,011 |
| 2008 | Wein | 54471 | 27 | 0,189 | 0,000 | 0,170 | 0,000 | 0,344 | 0,002 | 0,343 | 0,003 |
| 2009 | Wein | 54471 | 24 | 0,712 | 0,002 | 0,295 | 0,000 | 0,399 | 0,002 | 0,367 | 0,006 |
| 2010 | Wein | 54471 | 27 | 0,552 | 0,001 | 0,256 | 0,000 | 0,689 | 0,002 | 0,353 | 0,589 |
| 2011 | Wein | 54471 | 27 | 0,697 | 0,168 | 0,189 | 0,000 | 0,392 | 0,002 | 0,384 | 0,009 |
| 2012 | Wein | 54471 | 27 | 1,470 | 0,783 | 0,234 | 0,000 | 0,234 | 0,003 | 0,213 | 0,015 |
| 2013 | Wein | 54471 | 27 | 0,434 | 0,002 | 0,155 | 0,000 | 0,322 | 0,002 | 0,322 | 0,029 |
| 2014 | Wein | 54471 | 26 | 4,598 | 4,319 | 0,167 | 0,000 | 0,244 | 0,002 | 0,242 | 0,006 |
| 2015 | Wein | 54471 | 26 | 0,601 | 0,236 | 0,057 | 0,000 | 0,595 | 0,002 | 0,552 | 0,003 |
| 2016 | Wein | 54471 | 26 | 0,167 | 0,000 | 0,167 | 0,000 | 0,611 | 0,002 | 0,611 | 0,000 |

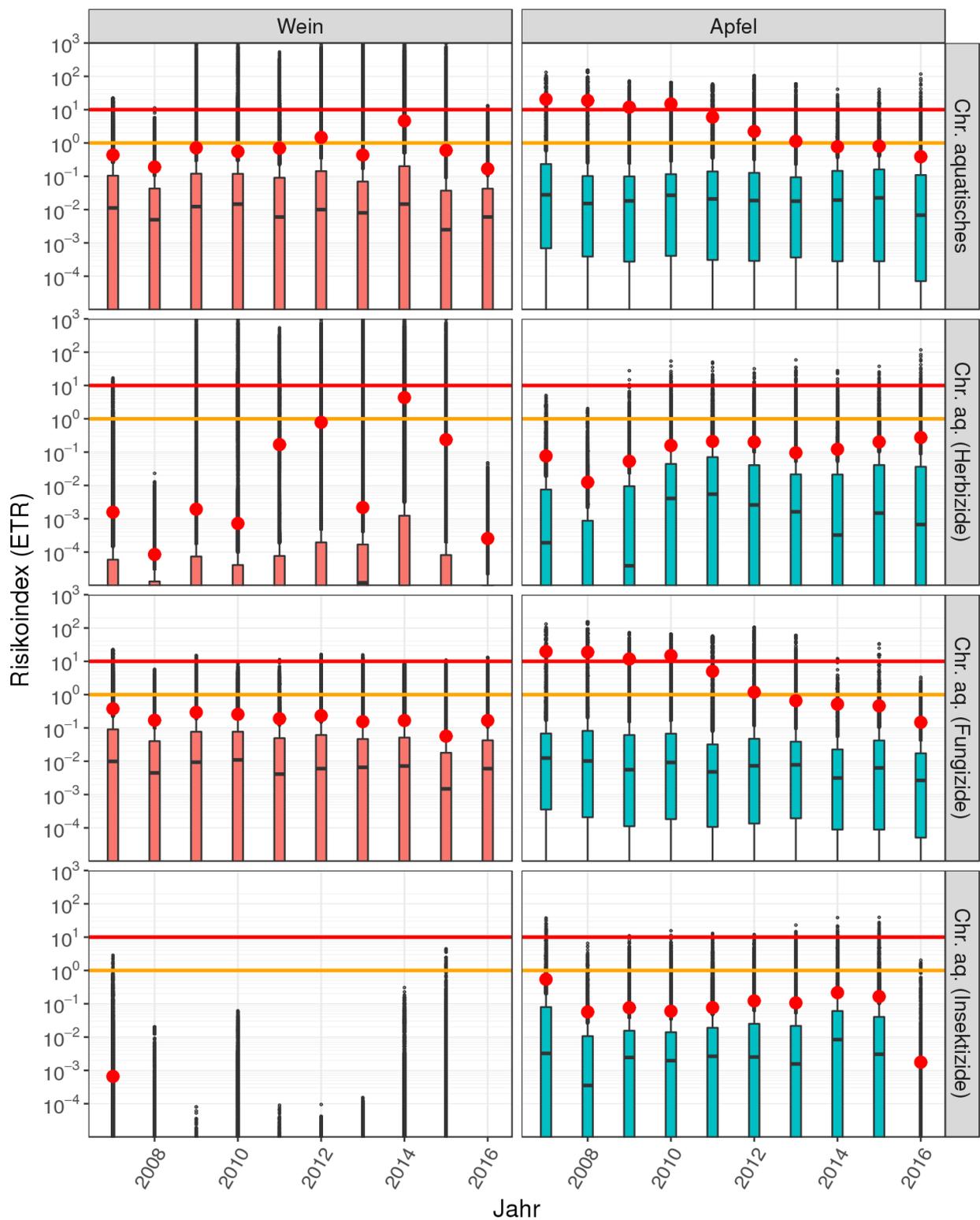


Abb. 18: Box-Plots der berechneten chronischen aquatischen Risikoindizes der Kulturen Tafelapfel und Wein. Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar

7.2.3.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die akuten Risikoindizes für die Nichtzielarthropoden (Tab. 57 und Abb. 19) zeigten ebenfalls unterschiedliche Risikolevel in den Kulturen Tafelapfel und Wein. Im Weinbau lagen, mit Ausnahme von 2007 (ETR=1,151), alle Risikoindizes im *niedrigen* Risikobereich ($0,234 < \text{ETR} < 1,151$). Der Apfelanbau zeigte dagegen deutlich höhere Risikoindizes für Nichtzielarthropoden mit Werten in der *mittleren* Risikokategorie ($1,167 < \text{ETR} < 7,365$).

Auch bei den Nichtzielarthropoden dominierten die Fungizidanwendungen in beiden Kulturen das Gesamtrisiko der Applikationsmuster. Im Apfelanbau lagen die Risikoindizes für Fungizidanwendungen etwas niedriger als das Gesamtrisiko jedoch ebenfalls im *mittleren* Risikobereich. Auch im Weinbau lagen die Risikoindizes für Fungizidanwendungen in der *niedrigen* Risikokategorie etwas niedriger als das Gesamtrisiko. Die Herbizidanwendungen hatten dagegen keine Auswirkungen auf das Gesamtrisiko. Die Risikoindizes für Herbizide lagen durchweg im *sehr niedrigen* Risikobereich mit $\text{ETR} < 0,012$.

Die Risikoindizes der Insektizidanwendungen im Weinbau lagen ähnlich wie die Herbizidanwendungen durchweg im *sehr niedrigen* Risikobereich (Ausnahme: 2010). Im Apfelanbau trugen die Insektizidanwendungen bis 2013 ebenfalls nur geringfügig zum Gesamtrisiko bei. Bis zu diesem Zeitpunkt lagen die ETR im *niedrigen* Risikobereich ($< 0,747$). In 2014 stieg der Risikoindex für Nichtzielarthropoden dann auf einen Wert von 1,434 und in 2015 auf 2,191 an. In diesen beiden Jahren wurden die Anwendungen von Confidor WG 70 durch Warrant 700 WG-Anwendungen ersetzt. Beide Mittel enthalten Imidacloprid mit gleichen Wirkstoffgehalten (750 g/kg) und Regelaufwandmengen (0,5 kg/ha), allerdings unterscheiden sich die Anwendungsbestimmungen zum Schutz von Saumstrukturen. Mit abdriftmindernder Technik von 90 % hat Confidor WG 70 eine Abstandauflage von 5 m und Warrant 700 WG dagegen nur eine Auflage von 1 m. Diese Unterschiede verursachten die erhöhten Risikowerte für Nichtzielarthropoden in 2014 und 2015. In 2016 wurde kein Imidacloprid in den analysierten Applikationsmustern eingesetzt, so dass der Risikoindex im *sehr niedrigen* Risikobereich lag.

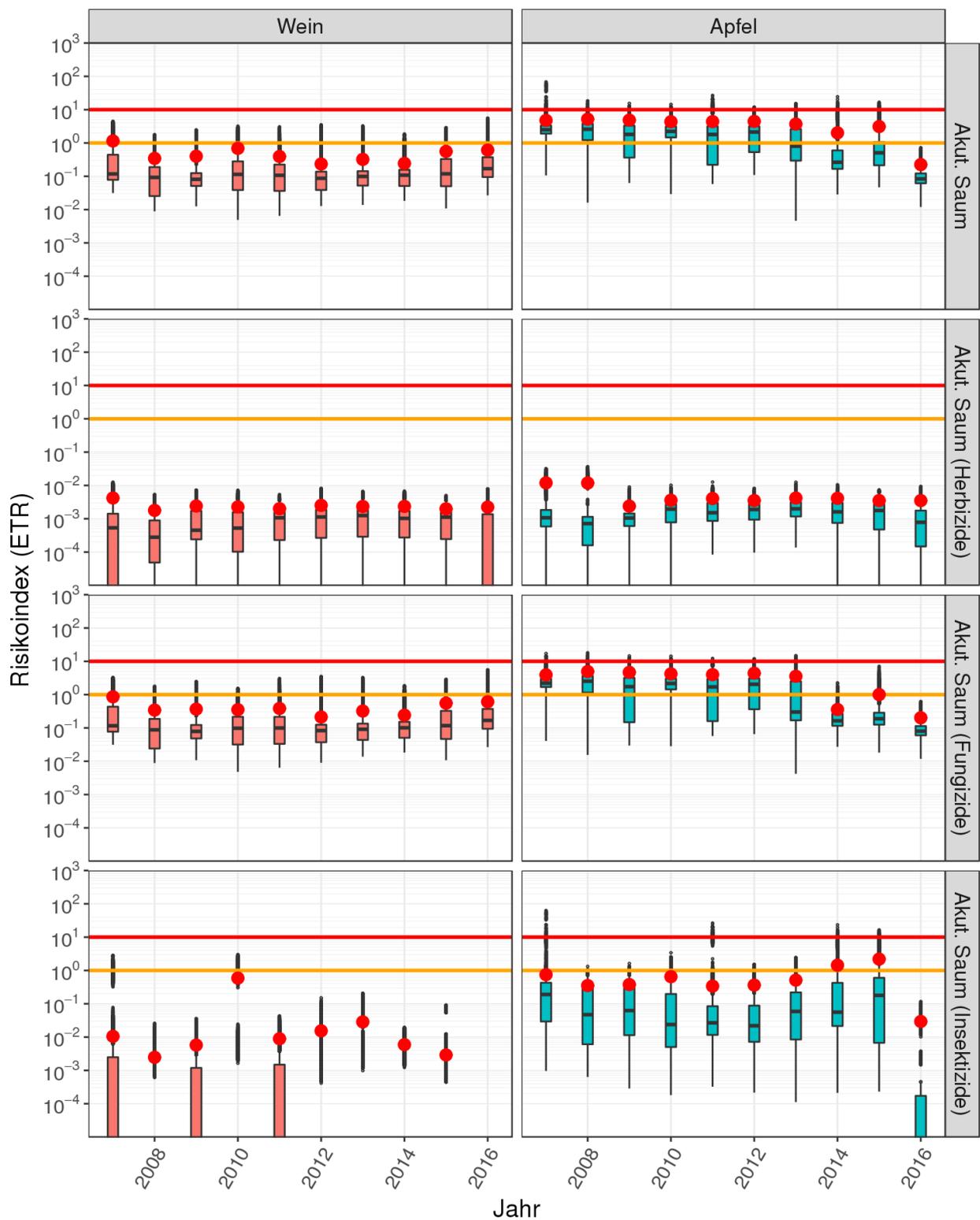


Abb. 19: Box-Plots der berechneten Risikoindizes für Nichtzielarthropoden (NTA) der Kulturen Tafelapfel und Wein. Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar

7.2.4 Relative Risikotrends für Apfel und Wein

Um den zeitlichen Verlauf des Gesamtrisikos darzustellen, werden in Abb. 20 die 90. Perzentile der Risikoindizes als relativer Wert dargestellt (vgl. 7.2)

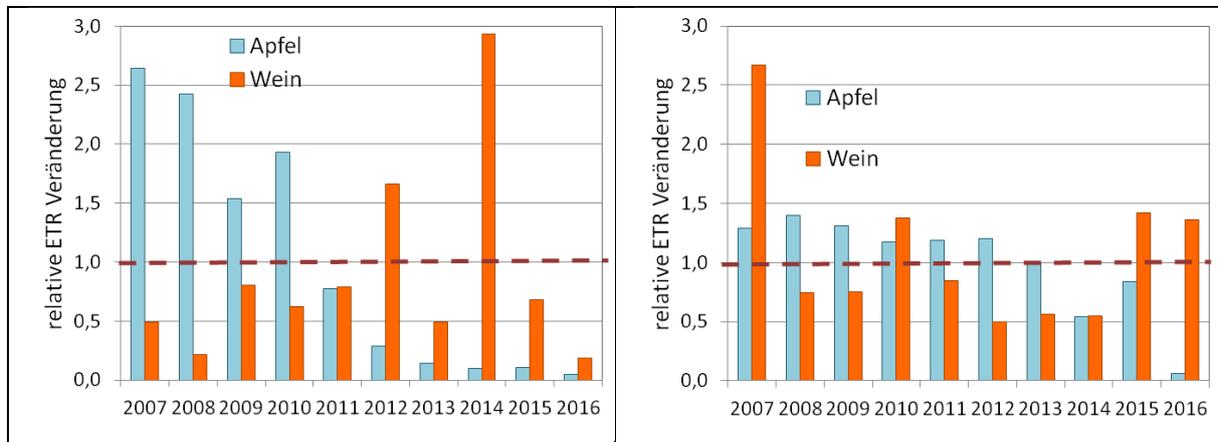


Abb. 20: Trend des Risikos (90. Perzentile) für aquatische Organismen (links), und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (rechts) im Apfelanbau und Weinbau

7.2.4.1 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Aus Abb. 20 ist ersichtlich, dass das aquatische Risiko bezogen auf den Gesamtzeitraum im Obstanbau (-95 %) und Weinbau (-81 %) von 2007 bis 2016 deutlich abnahm. Ein wesentlicher Grund für diese starke Abnahme war der Wechsel vom Wirkstoff Kupferoxychlorid zu Kupferhydroxid, der deutlich günstigere Toxizitätswerte für aquatische Organismen aufweist. Aufgrund der hohen Anzahl der Kupferanwendungen wirkte sich die günstigere Toxizität erheblich auf das 90. Perzentil der Risikoindizes aus. In Tab. 58 wird dargestellt, dass die Anwendungen von Kupferoxychlorid über die Jahre abnahmen und die von Kupferhydroxid zunahmen.

Tab. 58: Wirkstoffanwendungen von Kupferoxychlorid und Kupferhydroxid

| Wirkstoff | Jahr | Anzahl Flächen gesamt | Anzahl Flächen mit Wirkst. Anwend. | Anzahl Appl.muster gesamt | Anzahl Appl.muster mit Wirkst Anwend. | Anzahl der Applikationen |
|------------------|-------------|----------------------------------|---|--|--|-------------------------------------|
| Kupferoxychlorid | 2007 | 14016 | 12139 | 37 | 35 | 17234 |
| Kupferhydroxid | 2007 | 14016 | 733 | 37 | 1 | 1466 |
| Kupferoxychlorid | 2008 | 14016 | 10801 | 53 | 46 | 20061 |
| Kupferhydroxid | 2008 | 14016 | 0 | 53 | 0 | 0 |
| Kupferoxychlorid | 2009 | 14016 | 9118 | 56 | 42 | 13318 |
| Kupferhydroxid | 2009 | 14016 | 2304 | 56 | 9 | 2440 |
| Kupferoxychlorid | 2010 | 14016 | 10772 | 59 | 49 | 16826 |
| Kupferhydroxid | 2010 | 14016 | 3479 | 59 | 12 | 4697 |
| Kupferoxychlorid | 2011 | 14016 | 8181 | 57 | 42 | 15545 |
| Kupferhydroxid | 2011 | 14016 | 4941 | 57 | 16 | 5349 |
| Kupferoxychlorid | 2012 | 14016 | 10393 | 60 | 45 | 14313 |
| Kupferhydroxid | 2012 | 14016 | 1747 | 60 | 18 | 3435 |
| Kupferoxychlorid | 2013 | 14016 | 5851 | 60 | 25 | 6274 |
| Kupferhydroxid | 2013 | 14016 | 6308 | 60 | 35 | 10636 |
| Kupferoxychlorid | 2014 | 14016 | 431 | 59 | 4 | 431 |
| Kupferhydroxid | 2014 | 14016 | 11657 | 59 | 44 | 18742 |
| Kupferoxychlorid | 2015 | 14016 | 263 | 68 | 3 | 263 |
| Kupferhydroxid | 2015 | 14016 | 11084 | 68 | 59 | 19135 |
| Kupferoxychlorid | 2016 | 14016 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| Kupferhydroxid | 2016 | 14016 | 11137 | 60 | 51 | 17510 |

In Abb. 20 ist auffällig, dass das aquatische Risiko im Weinbau in 2012 und 2014 gegenüber dem Referenzwert deutlich anstieg (2012: 70 % und 2014: 260 %). Dies wurde unter anderem durch die Zunahme der Wirkstoffanwendungen von Flazasulfuron verursacht (vgl. 7.2.3.1). Ab 2015 nahmen die Anzahl der Anwendungen und damit die Wirkstoffmenge wieder ab, was zu einer Abnahme des aquatischen Risikos im Weinbau führte.

7.2.4.2 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die 90. Perzentile der Risikoindizes für Nichtzielorganismen lagen im Apfelanbau von 2007 bis 2012 auf einem ETR-Wert um 4,3 (13 - 38 % über dem Referenzwert) und nahmen dann ab 2013 bis 2016 auf -94 % im Vergleich zum Referenzwert ab. Diese Abnahme wurde, wie beim aquatischen Risiko, überwiegend durch den Wechsel von Kupferoxychlorid zu Kupferhydroxid verursacht.

Im Weinbau konnte kein eindeutiger Trend der Risikoindizes für Nichtzielorganismen beobachtet werden. Der relative Risikowert nahm in 2008 zunächst um -31 % ab, um dann bis 2010 auf einen relativen Risikoindex von 128 % anzusteigen. Von 2011 bis 2014 fiel der relative Risikoindex wiederum auf einen Wert von um die 50 % unter dem Referenzwert und stieg dann in 2015 und 2016 auf 28 % über dem Referenzwert an. Der Anstieg wurde durch einen erhöhten Risikoindex des Wirkstoffs Schwefel in diesen beiden Jahren verursacht.

7.3 Diskussion der Risikoanalyse

Die Ergebnisse der Risikoanalyse zeigen, dass in den drei Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps das aquatische Risiko überwiegend durch die Anwendung von Herbiziden verursacht wurde. Die Herbizidanwendungen fanden meist in Phasen mit geringem Interzeptionspotential der Kulturen statt. In Kombination mit starken Regenereignissen und einer starken Hangneigung kann dies zu hohen Einträgen durch Abschwemmung in die Oberflächengewässer führen. Das belegen auch die in Abb. 15 und 16 dargestellten Boxplots mit Einzelwerten im sehr hohen Risikobereich (z.B. ETR >100). Diese hohen Risikoindizes wurden durch eine ungünstige Kombination der angewandten Pflanzenschutzmittel und den spezifischen Umweltbedingungen verursacht. Die gezielte Anwendung von Minderungsmaßnahmen auf solchen Flächen würde das Risiko effizient reduzieren.

Die statistischen Auswertungen der einzelnen Applikationsmuster in Abb. 13 belegen aber auch, dass einige Anwendungsmuster unter worst-case Bedingungen deutlich höhere Risikoindizes aufwiesen als der überwiegende Anteil der Anwendungsmuster. Da die Applikationsmuster unter vergleichbaren (worst-case) Umweltbedingungen ausgewertet werden, kann man ausschließen, dass die Ausreißer auf ungünstige Umweltbedingungen zurückzuführen waren. Demnach ist die Ursache für das erhöhte Umweltrisiko auf die Auswahl der angewandten Pflanzenschutzmittel bzw. Wirkstoffe zurückzuführen. Eine Identifikation solcher Anwendungsmuster und die Umgestaltung dieser Anwendungsmuster hin zu einem niedrigen Risikolevel durch ein alternatives Pflanzenschutzmittel ist ein möglicher Ansatzpunkt für eine deutschlandweite Risikoreduktion. Ein praxistauglicher Weg, um bei der Gestaltung von Anwendungsmustern auch das Umweltrisiko einzubeziehen, zeigt das Projekt H₂O-T-Spot Manager NRW (Claus-Krupp et al., 2016). Hier wurde eine Web-Anwendung basierend auf SYNOPSIS als Analyse- und Beratungswerkzeug zur Eintragsvermeidung von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer entwickelt und für die zielgerichtete risikomindernde Pflanzenschutzberatung eingesetzt.

Die hier vorgestellte Risikoanalyse basiert auf einer zufälligen räumlichen Verteilung der Ackerbaukulturen und der erhobenen Applikationsmuster. In den beiden Raumkulturen wurden nur die Applikationsmuster zufällig verteilt, da die Information über die Lage von Weinbau- und Obstbauflächen in ATKIS enthalten ist. Durch diese zufällige Verteilung wird gewährleistet, dass die einzelnen Applikationsmuster mit einer großen Bandbreite realer

Umweltbedingungen berechnet werden. Dabei kann es auch zu extrem ungünstigen Konstellationen kommen. Es ist unrealistisch anzunehmen, dass Kulturen wie Getreide und Raps auf Flächen mit sehr großer Hangneigung (z.B. 20 %) angebaut werden. In Kombination mit großen Regenereignissen würde dies zu unrealistisch hohen Run-off-Einträgen führen. Eine einfache Lösung, um solche Ausreißer aus der Bewertung auszuschließen, ist die hier vorgeschlagene Berechnung der 90. Perzentile für die deutschlandweite Analyse bzw. der Bewertung der einzelnen Applikationsmuster. Auch ist darauf hinzuweisen, dass bei einer zufälligen und von den Umweltbedingungen unabhängigen Verteilung der Applikationsmuster möglicherweise Anwendungsstrategien auf Flächen in Gewässernähe verteilt werden, die explizit für gewässerferne Anwendungen vorgesehen waren. Da mit SYNOPSIS aber auch die zulassungsrelevanten Auflagen für Drift und Run-off berücksichtigt werden, sollte dies nicht zu erhöhten Risikoindizes führen. Bei einer Rechnung ohne die Berücksichtigung von Auflagen würden sich Applikationsmuster für gewässerferne Flächen in Gewässernähe stärker auf das Risiko auswirken.

In einer räumlich zeitlichen Betrachtung entspricht das gesamte 90. Perzentil einer Zielvariablen, die aus einer Kombination der räumlichen und der zeitlichen Komponente der Gesamtverteilung besteht. In der vorliegenden Auswertung wird das 90. Perzentil sowohl für die zeitliche Aggregation der Risikowerte (Gleichung 1 und 2) als auch für die räumliche Aggregation berechnet. In Bezug auf die täglichen Risikowerte innerhalb eines Raumes, in unserem Fall ganz Deutschland, bedeutet dies, dass die Kombination aus zeitlich und räumlich aggregierten Tageswerten des Risikos aller Pflanzenschutzmittel-Anwendungen nicht dem 90. Perzentil, sondern eher dem 97. Perzentil entsprechen. Bach et al. (2017) schlagen vor, für die räumliche und zeitliche Aggregation jeweils das 80. Perzentil zu betrachten, um in der Gesamtbetrachtung das 90. Perzentil für die zeitlich-räumliche Aggregation zu erreichen. Eine Anwendung dieses Ansatzes würde die zeitlich-räumlich aggregierten Risikowerte reduzieren. Da in dieser Untersuchung das 90. Perzentil als räumlicher Risikowert dargestellt wird, kann es zu einer Erhöhung des räumlichen Risikopotentials kommen, wenn in mehr als 10 % der Applikationsmuster ein Wirkstoff angewendet wird, der sehr niedrige Toxizitätswerte hat und damit tendenziell einen hohen Risikoindex auslöst. Da die Applikationsmuster durch eine zufällige Gleichverteilung den Flächen zugewiesen werden, wird im genannten Fall auch die Wirkstoffanwendung mit dem potentiell hohen Risiko auf mehr als 10 % der Flächen verteilt. In der räumlichen Analyse wirkt sich dies dann auf das 90. Perzentil aus. Wird der Wirkstoff in weniger als 10 % der Applikationsmuster, bzw. weniger als 10 % der Flächen angewendet, hat dies nur geringen Einfluss auf das 90. Perzentil, da diese Risikoindizes in den oberen 10 % also über dem 90. Perzentil liegen. Dies erklärt in einigen Fällen die Spitzen der relativen Risikotrends in den einzelnen Jahren.

8. Zusammenfassung

Das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz ist ein gemeinsames Projekt des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, der Pflanzenschutzdienste der Länder und des Julius Kühn-Instituts. Es wurde 2007 etabliert und ist Bestandteil des nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP). Ziel ist die jährliche Erfassung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Hauptkulturen und anderer pflanzenschutzrelevanter Daten in repräsentativen Betrieben und die Bewertung aller Maßnahmen durch Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes.

Der vorliegende Jahresbericht stellt die Ergebnisse der Auswertungen der Daten von 2007 bis 2016 vor. Es wurden insgesamt 100.188 Datensätze zusammengetragen und ausgewertet. Im Jahr 2016 wurden im Ackerbau die Pflanzenschutzmaßnahmen in 89 Betrieben mit insgesamt 820 Feldern (vorrangig Winterweizen, Wintergerste und Winterraps) analysiert – außerdem im Freilandgemüsebau in 25 Betrieben mit 71 Feldern (Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln), im Obstbau (Tafelapfel) in 20 Betrieben mit 60 Anlagen, im Weinbau in 9 Betrieben mit 26 Bewirtschaftungseinheiten und in 6 Hopfenanbau-Betrieben mit insgesamt 18 Anlagen. Die Daten und Expertenbewertungen wurden nach einer Plausibilitätsprüfung in einer Oracle-Datenbank abgelegt und statistisch analysiert. Zur Erfassung der Behandlungsintensität wurden die Behandlungsindices (BI) ermittelt.

In den Vergleichsbetrieben Ackerbau wurden im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2016 folgende Behandlungsindices berechnet: für Winterweizen 5,9, für Wintergerste 4,3, und für Winterraps 6,6. Die Unterschiede zwischen den Jahren erwiesen sich auch bei Betrachtung der einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien als moderat. Trends waren zumeist nicht zu erkennen. Lediglich bei Winterraps stieg der Behandlungsindex leicht an. Zwischen den Regionen und vor allem zwischen den Feldern innerhalb der Regionen konnten im Hinblick auf die BI jedoch erhebliche Unterschiede festgestellt werden. Besonders im Ackerbau wurden Herbizide, Fungizide und Wachstumsregler mit reduzierten Aufwandmengen angewendet, z. B. in Winterweizen im Mittel der 10 Jahre um 29 %, 40 % bzw. 56 %. Bei Insektiziden wurde die maximal mögliche Aufwandmenge selten reduziert.

Die Analyse der fachlichen Bewertungen durch die Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf das notwendige Maß zeigte, dass insbesondere regionale Besonderheiten des Schaderregerauftretens die Pflanzenschutzintensität bestimmten und die Maßnahmen überwiegend gezielt und maßvoll erfolgten. Der Anteil der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lagen im Durchschnitt der 10 Jahre in Winterweizen bei 89 %, in Wintergerste bei 90 %, in Winterraps bei 87 %, im Freilandgemüsebau bei 90 %, im Obstbau (Tafelapfel) bei 94 %, im Weinbau bei ca. 95 % und im Hopfenbau bei ca. 93 %. Einsparungspotentiale zeigten sich zum Beispiel bei Insektizidanwendungen in den drei Ackerbaukulturen, insbesondere Winterweizen, und Wintergerste, aber nach wie vor auch in Winterraps.

Folgende Einflussfaktoren auf die Behandlungsindices wurden insbesondere für die Ackerbaukulturen analysiert: Schlaggröße und Betriebsgröße, Ackerzahl, Ertrag, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Aussattermin und Resistenzeigenschaften der Sorten.

Berechnungen des aquatischen Risikopotentials der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Vergleichsbetrieben mit dem Indikator-Modell SYNOPS-GIS ergaben, dass das aquatische Risiko bezogen auf den Gesamtzeitraum in beiden Getreidekulturen sowie in den Raumkulturen Tafelapfel und Wein deutlich abnahm, hingegen im Winterraps eine Zunahme

des aquatischen Risikos zu beobachten war. Die Risikowerte für Nichtzielarthropoden zeigten in den beiden Getreidekulturen eine sehr starke Abnahme, jedoch im Winterraps stark schwankende hohe Risikowerte in der Betrachtung der 90. Perzentile. Bei der Betrachtung der 75. Perzentile und der Mediane der Risikoindizes wurde jedoch ersichtlich, dass die Risikoindizes für Winterraps abnahmen. In den Kulturen Tafelapfel und Wein zeigten die akuten Risikoindizes für die Nichtzielarthropoden ebenfalls unterschiedliche Risikolevel. Im Weinbau lagen fast alle Risikoindizes im niedrigen Risikobereich, ohne dass ein eindeutiger Trend erkennbar ist. Im Apfelanbau dagegen ist in den Jahren 2013 bis 2016 eine Abnahme der Risikoindizes zu erkennen.

Die höheren Werte in einzelnen Jahren standen mit der Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel, veränderten Anwendungsbestimmungen sowie der veränderten Zulassungssituation von Pflanzenschutzmitteln im Zusammenhang.

Die Ergebnisse aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz liefern wichtige Schlussfolgerungen für die Beratung zum integrierten Pflanzenschutz und werden für den Indikator „Einhaltung des notwendigen Maßes“ im NAP verwendet.

9. Abstract

The Reference Farms Network, a joint project of the Federal Ministry for Food and Agriculture, the State Plant Protection Services and the Julius Kühn-Institut, was established in 2007 as part of the German National Action Plan on Sustainable Use of Plant Protection Products. Its aim is to conduct annual surveys of pesticide use in main crops on representative farms and to collect other data related to plant protection. Treatment Frequency Index (TFI) scores were calculated and assessed with respect to the necessary minimum pesticide use by experts from the plant protection services.

This report presents the results of data analyses of the years 2007 to 2016. Overall, 100.188 data sets were collected and analysed. In 2016, pesticide treatments in 820 fields (mainly winter wheat, winter barley and winter oilseed rape) on 89 arable cropping farms, 71 fields on 25 vegetable producing farms (cabbage, carrots, asparagus or onion), 60 apple orchards on 20 fruit growing farms, 26 vineyards on 9 viticulture farms, and 18 hop yards on 6 hop farms were analysed. All data and assessments were checked for plausibility and entered in an Oracle database for further processing and statistical analyses.

The following mean TFI were calculated for 2007 to 2016: winter wheat – 5.9, winter barley – 4.3, winter oilseed rape – 6.6. The annual differences between the mean TFI were relatively low, for both overall and individual pesticide groups. Mostly, no trends were observed in winter wheat and winter barley but the TFI slightly increased in winter oilseed rape. However, there were remarkable TFI differences between regions and, particularly, between individual fields. Reduced doses of herbicides, fungicides and growth regulators were generally used, especially in arable crops. For example, in winter wheat, doses were reduced by 29 % (herbicides), 40 % (fungicides) and 56 % (growth regulators), calculated as the mean of the 10 years. In contrast, insecticides were used at the full authorised dose.

The evaluation of treatments regarding the necessary minimum by the plant protection services experts showed that especially regional, mainly climatic, conditions for pest and disease occurrence influenced pesticide use. The experts judged the overall pesticide use as specifically targeted and reasonable. Altogether, pesticide uses complied with the necessary minimum in 89 % in winter wheat, 90 % in winter barley, 87 % in winter oilseed rape, 90 % in

field vegetables, 94 % in apples, 96 % in viticulture, and 93 % in hops (means of the 10 years). However, the assessments indicated reduction potentials, especially for insecticide use in cereals but also winter oilseed rape.

Furthermore the factors field and farm size, soil quality, yield, pre-crops, tillage, sowing date and variety resistance to fungal diseases were evaluated for their effect on the treatment index, particularly in arable crops.

Assessments of the potential aquatic risk of pesticide use with the indicator model SYNOPSIS-GIS showed a decrease of the risk values for winter wheat and winter barley, as well as for apples orchards and vineyards whereas in winter oilseed rape an increase was observed compared to the risk values of the overall period 2007 to 2016. The risk values for non-target arthropods showed a strong decrease in the cereals, but very fluctuating and high risk values of the 90. percentile in winter oilseed rape; whereas a decrease of risk indices was shown for the 75. percentile and the median risk values. Also between the orchards and vineyards, the risk varied for non-target arthropods. In vineyards, almost all risk indices were low, but without showing a trend over the years. In apple orchards, decreasing risks was observed from 2013 to 2016. The higher values in individual years corresponded with the use of specific pesticides. The Reference Farms Network data provide important conclusions regarding integrated plant protection and for the use of indicator “Compliance with the necessary minimum” in National Action Plan on Sustainable Use of Plant Protection Products.

10. Literaturverzeichnis

- AdV, 2008: Dokumentation zu Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok), ATKIS-Katalogwerke; ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM; Version 6.0. Stand: 11.04.2008. - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, pp. -.
- AdV, 2015: Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok); Erläuterungen zum ATKIS® Basis-DLM; Version 6.0.1; Stand: 25.08.2015 - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV).
- Anonymus, 1996: Bundesanzeiger. Bundesministerium der Justiz 95 a, 23.05.1996, 1-37
- Anonymus, 2008: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-32.
- Anonymus, 2012: Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen, i. d. F. der Bekanntmachung vom 6. Februar 2012, BGB1 I, S. 148, 1281, zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 84 des Gesetzes vom 18. Juli 2016. BGB1. I, S. 1666.
- Anonymus, 2013: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-75.
- Anonymus, 2017: Beschreibende Sortenliste 2017. Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte. Bundessortenamt Hannover.
- Bach, M., Diesner, M., Großmann, D., Guerniche, D., Hommen, U., Klein, M., Kubiak, R., Müller, A., Preuss, T.G., Priegnitz, J., Reichenberger, S., Thomas, K., Trapp, M., 2017: Pesticide exposure assessment for surface waters in the EU. Part 2: Determination of statistically based run-off and drainage scenarios for Germany. Pest Management Science, n/a-n/a.
- BGR, 1996: Digital Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland. BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, pp. -.
- BKG, 2016: Digitales Basis-Landschaftsmodell (AAA_Modelierung). Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), pp. -.
- Brendler, F.; Scheid, L., 2007: Pflanzenschutz-Rückblick 2007 aus west-, ost-, nord- und süddeutscher Sicht. Kartoffelbau 58, 480-493.
- Bürger, J.; de Mol, F.; Gerowitt, B., 2008: The „necessary extent“ of pesticide use – thoughts about a key term in German pesticide policy. Crop Protection 27, 343-351.
- BVL, 2016: Online data base on plant protection products. The Federal Office for Consumer Protection and Food Safety (BVL), www.bvl.bund.de/EN/04_PlantProtectionProducts/02_AuthorizedPlantProtectionProducts/02_OnlineDatabase/PlantProtectionProducts_onlineDB_node.html.
- Claus-Krupp, A., Böhmer, J., Tecklenburg, J., Dominic, A.R., Golla, B., Strassemeyer, J., 2016: H2Ot-Spot Manager NRW - ein Analyse und Beratungswerkzeug für den Einsatz in der konkreten Gewässerschutzberatung. Proceedings of the Deutsche Pflanzenschutztagung: 20. - 23. September, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2016, Halle.
- DeSTATIS, 2017: Anbauflächen nach Hauptfruchtarten: www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/Tabellen/AckerlandHauptfruchtgruppenFruchtarten.html
- Ferguson, A.; Evans, N., 2010: Reducing pesticide inputs in winter cropping systems in the UK. WCCS, Case Study, Guide Number 3, 1-8.
- Freier, B.; Pallutt, B.; Jahn, M.; Sellmann, J.; Gutsche, V.; Zornbach, W., 2008: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2007. Berichte JKI 144, 1-53.

- Freier, B.; Pallutt, B.; Jahn, M.; Sellmann, J.; Gutsche, V.; Zornbach, W., 2009: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2008. Berichte JKI 149, 1-64.
- Freier, B.; Sellmann, J.; Schwarz, J.; Jahn, M.; Moll, E.; Gutsche, V.; Zornbach, W., 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2009. Berichte JKI 156, 1-83.
- Freier, B.; Sellmann, J.; Schwarz, J.; Jahn, M.; Moll, E.; Gutsche, V.; Zornbach, W., 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2010. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2010. Berichte JKI 161, 1-86
- Freier, B.; Sellmann, J.; Schwarz, J.; Klocke, B.; Moll, E.; Gutsche, V.; Zornbach, W., 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2011. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011 Berichte JKI 166, 1-104
- Freier, B.; Sellmann, J.; Schwarz, J.; Klocke, B.; Moll, E.; Gutsche, V.; Zornbach, W., 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2012. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2012 Berichte JKI 172, 1-111
- Freier, B.; Sellmann, J.; Strassemeyer, J.; Schwarz, J.; Klocke, B.; Kehlenbeck, H.; Zornbach, W., 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2013. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013 Berichte JKI 178, 1-103
- Freier, B., Sellmann, J., Strassemeyer, J., Schwarz, J., Klocke, B., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kehlenbeck, H., Zornbach, W., 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2014 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2014, Berichte aus dem Julius-Kühn-Institut. Julius Kühn-Institut, Braunschweig.
- Gutsche, V.; Strassemeyer, J., 2007: SYNOPSIS - ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 59, 197-210.
- Kamrath, K.; Freier, B.; Beyer, N., 2012: Analyse der Kosten für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Winterweizen und Winterweizen auf der Grundlage des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz 2007 bis 2010. J. Kulturpflanzen 64, 416-420.
- Kudsk, P., 1989: Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. Proceed. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 545-554.
- Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D.J., Green, A., 2016: An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment 22, 1050-1064.
- Paap, M., 2017: Untersuchungen zur Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen in Möhre und Frischkohl – Analyse der Daten aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz und Schlussfolgerungen für das Projekt Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz. M. Sc.-Arbeit, HU Berlin.
- Roßberg, D., 2008: Definition der Erhebungsregionen Ackerbau. Arbeitsdokument JKI. Schriftliche Mitteilung vom 07.04.2008.
- Roßberg, D., 2009: NEPTUN 2007 – Obstbau. Berichte JKI 147, 1-71.
- Roßberg, D.; Michel, V.; Graf, R.; Neukampf, R., 2007: Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland, Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 59, 155-161.
- Sattler, C.; Kächele, H.; Verch, G., 2007: Assessing the intensity of pesticide use in agriculture. Agric. Ecosyst. Environ. 119, 299-304.
- Schulz, R., 2011: Auswertung einer deutschlandweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Möhrenanbau. B.Sc.-Arbeit, Beuth HS Berlin, 1-37.

- Strassemeyer, J., Daehmlow, D., Dominic, A.R., Lorenz, S., Golla, B., 2017: SYNOPS-WEB, an online tool for environmental risk assessment to evaluate pesticide strategies on field level. Crop Protection.
- Strassemeyer & Gutsche 2010: The approach of the German pesticide risk indicator SYNOPS in frame of the National Action Plan for Sustainable Use of pesticides. OECD Workshop on Agri-Environmental Indicators, Leysin, Switzerland. <http://www.oecd.org/dataoecd/32/16/44806454.pdf>
- Ullrich, C., 2009: Auswertung einer deutschlandweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Obstbaubetrieben. B.Sc.-Arbeit, HU Berlin, 1-51
- Ullrich, C.; Freier, B., 2010: Auswertung einer bundesweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Obstbaubetrieben. Julius-Kühn-Archiv 424, 61-64

11. Anlagen

Anlage 1: Kriterien zur Bewertung des notwendigen Maßes

Bewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen:

- notwendiges Maß
- unnötige Maßnahme
- Ersatz des Pflanzenschutzmittel (F, H, I) durch alternative Maßnahme wäre möglich
- Insektizidanwendung hätte durch selektives Mittel ersetzt werden können
- Maßnahme zu früh
- Maßnahme zu spät
- Mittelwahl nicht optimal
- Resistenzmanagement / Wirkstoff- oder -mechanismenwechsel wurde nicht beachtet
- Sortenresistenz wurde nicht beachtet
- Reduktionspotential nicht ausgeschöpft
- überdosiert
- zu stark reduziert
- Unterlassung einer (zusätzlichen) notwendigen Maßnahme
- Möglichkeit zur Teilflächenbehandlung nicht genutzt
- Indikationsfehler

Anlage 3: Betriebsdatenblatt (Beispiel)

| Ackerbau | |
|--|------------------------------------|
| Jahr: | 2016 |
| Betriebs-Nr.: | 16A02NN1 |
| Bundesland: | NN |
| Erhebungsregion: | 1002 |
| Bodenklimaregion:* | |
| * Zuordnung unter geoportal.julius-kuehn.de unter Boden-Klima-Raum -> zur Anwendung -> oben links Postleitzahl eingeben | |
| Ansprechpartner Land: | Herr Mustermann |
| Adresse: | Musterstr. 44, Musterhausen |
| Telefonnummer: | 0000/0000000 |
| E-Mail: | mustermann@mustermail.de |
| | |
| Gesamtgröße der bewirtschafteten Fläche des Betriebes (ha): | 823 |
| | |
| Betriebsfläche Kultur (ha): | |
| Kultur *1 | ha |
| Winterweizen | 333 |
| Wintergerste | 222 |
| Winterraps | 111 |
| | |
| | |
| *1 erfasst werden sollen nur diese Kulturen, deren Daten auch in der Schlagkartei erfasst werden. | |
| Teilnahme an regionalen Programmen, z. B. Vertragsanbau: | Agrar-Umwelt-Maßnahmen |
| | |
| Informationen zur Vermarktung der Hauptkulturen: | Vermarktung über regionale Händler |
| | |

Anlage 2: Schlagkartei Wintergerste (Beispiel)

| Schlagkartei Ackerbau | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------|------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------------|
| Betriebs-Nr. | 16A02NN1 | Schlagname | Musterschlag | Kultur | Wintergerste | Aussaat-Datum | 30.09.2015 | Erntejahr | 2016 | | | |
| Schlag-Nr. | wird vom JKI ausgefüllt | Schlagfläche (ha) | 5 | Vorfrucht | Sommergerste | Sorte | Lomerit | Ertrag [dt/ha]* | 70,8 | | | |
| | | Ackerzahl | 55 | Zwischenfrucht | | Beizmittel | Landor CT | | | | | |
| | | Bodenart | schluffig-toniger Lehm | Bodenbearbeitung | gepflügt | direkte Maßnahme als Ersatz der Pflanzenschutzmittel-anwendung* ² | keine | | | | | |
| Bei Auswahl der Kategorie erscheinen die entsprechenden Pflanzenschutzmittel in der Dropdown-Liste | | | | | | | | | | | | |
| Maßnahme Landwirt | | | | | | | | | | | Bewertung durch das Land (insbesondere im Hinblick auf das 'notwendige Maß') ^{*3} | sonstige Bemerkungen |
| Kategorie | Schadorganismus | BBCH | Datum | Pflanzenschutzmittel | TM/EM/Pack* ¹ | Aufwandsmenge je ha | Einheit (l/ha o. kg/ha) | behandelte Fläche (ha) | Entscheidungsgrundlage ^{*3} | Bemerkung Landwirt | | |
| H | Melde, Klettenlabkraut | 21 | 01.11.2015 | Bacara | TM | 1,0000 | l/ha | 5 | Feldbegehung | | notwendiges Maß | |
| I | Blattläuse | 21 | 01.11.2015 | Decis forte | TM | 0,0500 | l/ha | 5 | Feldbegehung | starker Zuflug | zu stark reduziert | AWM Virusvektoren 0,075 l/ha |
| F | Netzflecken, Mehltau | 39 | 25.04.2016 | Aviator Xpro | TM | 0,7500 | l/ha | 5 | Feldbegehung | | notwendiges Maß | |
| W | Standfestigkeit | 39 | 25.04.2016 | Cerone 660 | TM | 0,4500 | l/ha | 5 | Feldbegehung | | notwendiges Maß | |
| | | | | | | | | | | | | |
| * optional kann auch der durchschnittliche Ertrag der Kultur im Betrieb angegeben werden (bitte kennzeichnen); | | | | * ¹ TM = Tankmischung / EM = Einzelmaßnahme; | | * ² Erfassung von direkten (z.B.: Ausbringung von Nützlingen, Kulturschutznetzen, etc.) oder physikalischen Maßnahmen, die anstelle (als Ersatz) von Pflanzenschutzmittel durchgeführt wurden. Angabe bezogen auf den Zeitraum Aussaat/Pflanzung bis Ernte | | | | * ³ Mehrfachnennungen können in dieser Spalte oder in den Spalten Bemerkung Landwirt, bzw. sonstige Bemerkungen ergänzt werden | | |

„Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ erscheinen seit 1995 in zwangloser Folge

Seit 2008 werden sie unter neuem Namen weitergeführt:
„Berichte aus dem Julius Kühn-Institut“

- Heft 168, 2013: Untersuchungen zur Bildung von Furoocumarinen in Knollensellerie in Abhängigkeit von Pathogenbefall und Pflanzenschutz. Andy Hintenaus, 92 S.
- Heft 169, 2013: Pine Wilt Disease, Conference 2013, 15th to 18th Oct. 2013, Braunschweig / Germany, Scientific Conference, IUFRO unit 7.02.10 and FP7 EU-Research Project REPHRAME – Abstracts –. Thomas Schröder, 141 S.
- Heft 170, 2013: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“, Berlin-Dahlem, 7. Dezember 2012. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 89 S.
- Heft 171, 2013: Sechstes Nachwuchswissenschaftlerforum 2013, 27. - 29. November in Quedlinburg - Abstracts - , 52 S.
- Heft 172, 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2012, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2012. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 111 S.
- Heft 173, 2014 Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2013. Johannes A. Jehle, Annette Herz, Brigitte Keller, Regina G. Kleespies, Eckhard Koch, Andreas Larem, Annegret Schmitt, Dietrich Stephan, 117 S.
- Heft 174, 2014 47th ANNUAL MEETING of the SOCIETY FOR INVERTEBRATE PATHOLOGY and INTERNATIONAL CONGRESS ON INVERTEBRATE PATHOLOGY AND MICROBIAL CONTROL, 176 S.
- Heft 175, 2014 NEPTUN-Gemüsebau 2013. Dietmar Roßberg, Martin Hommes, 44 S.
- Heft 176, 2014 Rodentizidresistenz. Dr. Alexandra Esther, Karl-Heinz Berendes, Dr. Jona F. Freise, 52 S.
- Heft 177, 2014 Siebentes Nachwuchswissenschaftlerforum 2014, 26. - 28. November in Quedlinburg - Abstracts - , 57 S.
- Heft 178, 2015 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2013, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 103 S.
- Heft 179, 2015 Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“ Berlin-Dahlem, 21. November 2014. Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 56 S.
- Heft 180, 2015 Fachgespräch: „Gesunderhaltung von Pflanzen im Ökolandbau im Spannungsfeld von Grundwerteorientierung, Innovation und regulatorischen Hemmnissen“ Berlin-Dahlem, 20. November 2014. Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 40 S.
- Heft 181, 2015 Achtes Nachwuchswissenschaftlerforum 2015, 19. - 21. Oktober in Quedlinburg - Abstracts - , 42 S.
- Heft 182, 2015 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2014, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2014. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Silke Dachbrodt-Saaydeh, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 42 S.
- Heft 183, 2016 Pflanzen für die Bioökonomie – Welche Herausforderungen ergeben sich für die Qualität nachwachsender Rohstoffe? 50. Vortragstagung - Abstracts - , 94 S.
- Heft 184, 2016 23rd International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for the cold climates. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Peder Lombnæs, Ewald Schnug. Son (Norway), September 8-10, 2015, 30 S.
- Heft 185, 2016 24th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for specialty crops. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Eduardo Rosa, Ewald Schnug. Coimbra (Portugal), September 6-8, 2016, 65 S.
- Heft 186, 2016 9th Young Scientists Meeting 2016, 9th - 11th November in Quedlinburg – Abstracts – , 2016, 59 S.
- Heft 187, 2017 Handlungsempfehlung zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung der Bund-Länder-Expertengruppe. 11 S.
- Heft 188, 2017 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung 13./14. März 2017 in Quedlinburg – Abstracts – , 2017, 48 S.
- Heft 189, 2017 Bericht über Erkenntnisse wissenschaftlicher Untersuchungen über mögliche direkte und indirekte Einflüsse des Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Bearbeitet von/ Compiled by Bernd Freier, Sandra Krengel, Christine Kula, Stefan Kühne, Hella Kehlenbeck, 2017, 72 S.
- Heft 190, 2017 Schlussbericht zum Vorhaben Thema des Verbundprojektes: Untersuchung zur Epidemiologie bodenbürtiger Viren in Triticale mit dem Ziel der Entwicklung von virusresistenten Sorten mit hohen Biomasseerträgen für die Biogas- und Ethanolgewinnung. Ute Kastirr, Angelika Ziegler, 2017, 50 S.
- Heft 191, 2017 25th International Symposium of the Scientific Centre for Fertilizers “Significance of Sulfur in High-Input Cropping Systems“ Groningen (Netherlands), September 5-8, 2017. Bearbeitet von/ Compiled by: Luit J. De Kok, Silvia Haneklaus, Ewald Schnug, 2017, 58 S.
- Heft 192, 2017 9th Young Scientists Meeting 2017, 6th – 7th November in Siebeldingen - Abstracts - , 2017, 80 S.
- Heft 193, 2018 Sekundäre Pflanzenstoffe – Rohstoffe, Verarbeitung und biologische Wirksamkeiten, 52. Vortragstagung, 2018, 65 S.

