

Bearbeitet von/ Compiled by:

Bernd Freier¹, Jörg Sellmann², Jörn Strassemeyer¹,
Jürgen Schwarz¹, Bettina Klocke¹,
Hella Kehlenbeck¹, Wolfgang Zornbach³

Unter Mitwirkung von/ in collaboration with:

Anita Herzer¹, Ute Müller¹, Andreas Schober¹,
Christina Wagner¹

und der
Pflanzenschutzdienste der Länder

**Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz
Jahresbericht 2013
Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013**

Network of reference farms for plant protection
Annual Report 2013
Analysis of Results of 2007 to 2013

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

¹Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

²Zentrale DV-Gruppe, Kleinmachnow

³Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn

Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

178



Kontaktadresse

Dr. Bernd Freier
Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz
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.jki.bund.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.jki.bund.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

ISSN 1866-590X

DOI 10.5073/berjki.2015.178.000



© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2015
Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersendung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

©Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, 2015

Copyrighted material. All rights reserved, especially the rights for conveyance, reprint, lecture, quotation of figures, radio transmission, photomechanical or similar reproduction and data storage, also for extracts.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Pflanzenschutzdienste der Länder, die bisher am Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz mitgewirkt haben

F. Ammer,
K. Bachmann, E. Bärmann, H. Becker, M. Bernhart, I. Bewarder, Dr. D. Beyme, Dr. J. Bibo,
M. Bitschinski, C. Bischur, R. Bode, W. Bogen, H. Bremeyer, Dr. K.-P. Brück, B. Bundschuh,
Dr. R. Bünthe,
C. Cent, K.-H. Claus, R. Cloos, L. Cordes,
U. Dederichs, Dr. A. Dissemond, K. Dömpke, N. Droste,
H. Ehlers, J. Eichhorn, S. Eickelberg, Dr. A. Engel, F. Ernst,
F. Falke, Dr. M. Feil,
P. Galli, Dr. R. Gebhardt, H. Gernoth, T. Gerstmeier, Dr. M. Glas, Dr. H.-J. Gleser,
Dr. S. Goltermann, K. Gößner, R. Götz, J. Gross, C. Groß, H. Große Enking, M. Grünewald,
H.-J. Güthle,
A. Häckel, Dr. K.-A. Hahn, U. Hahn, J. Hamm, Dr. P. Harmuth, U. Harzer, G. Hebbe,
G. Hilfert, W. Höpfl, L. Holling, U. Holz, A. Hoppe, W.-P. Hoppe, K. Horn, M. Hübner,
K. Hüsgen,
H. Hüwing,
H. Imgraben, R. Ipach,
Dr. E. Jörg, Dr. C. Jung,
Dr. R. Kälberer, Prof. Dr. H.-H. Kassemayer, Dr. W. Kast, J. Keßler, A. Klindt,
H. Klockenbusch, Dr. J. Köhler, H. Koop, Dr. H.-J. Krauthausen, Dr. C von Kröcher,
B. Krueger, Dr. J. Kuhlmann
M. Landschreiber, D. Lappas, M. Lenz, H. Lindner, B. Linneweber, N. López, Dr. F. Louis,
Dr. A. Maier, J. Maier, E. Maring, C. März, H. Mayer, H. Meißner, Dr. F. Merz, Dr. M. Michel,
Dr. A. Mittnacht, Dr. K. Möller, Dr. W. Moosherr, Dr. E. Müller, F. Müller, J. Müller,
Dr. S. Müller, G. Munkel,
S. Nauheimer, R. Nörthemann, U. Nöth,
H. Obermove, A. Oldenburg, Dr. K. Osmers, R. Ostermeier,
Dr. G. Palm, L. Pernpeintner, Dr. G. Petersen, W. Pfeil, G. Piening, F. Pollert, J. Portner,
D. Proff,
C. Rausch, Dr. A. Reichel, H. Reiner, M. Ries, B. Rüter,
H. Saddedine, G. Sauerwein, Dr. C. Scheer, Dr. L. Scheid, Dr. C. Schleich-Saidfar,
H. Schlemmer, F.-J. Schmidt, M. Schneider, R. Schneider, G. Schoch, H. Scholz-Döbelin,
G. Schröder, S. Schulz, M. Schwarzenau, H. Selhorst, M. Spieles, D. Sprute, F. Stamm,
M. Stauer,
J. Thalhammer, A. Thate, K. Theobald, Dr. H. Tischner, H. Tiedtke, Dr. A. Trapp, M. Trapp,
C. Tümmeler,
G. Viehweger, A. Vietmeier,
B. Weger, Dr. J. Wendt, A. Werner, K.-M. Weßler, R. Wiggerhorn, E. Winkelheide, M. Wirth,
H.-J. Wöppel,
Dr. B. Zange, M. Zäpernick

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des JKI, die bisher am Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz mitgewirkt haben

A. Fischer, Prof. Dr. B. Freier
Dr. V. Gutsche
A. Herzer, Dr. M. Hommes
Dr. M. Jahn,
Dr. B. Klocke
Dr. E. Moll, U. Müller
Dr. B. Pallutt
B. Schlage, A. Schober, M. Sellenriek, J. Sellmann, Dr. J. Schwarz, I. Schnabel,
Dr. J. Strassemeyer
C. Wagner

1. Einleitung	4
2. Der Indikator Behandlungsindex und das notwendige Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	5
3. Konzept zum Netz Vergleichsbetriebe	6
4. Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe	7
5. Anwendung der JKI-Schlagkartei, Aufbau einer Oracle-Datenbank und methodische Ansätze der Datenanalyse	12
6. Ergebnisse	14
6.1 Ackerbau	14
6.1.1 Datengrundlage	14
6.1.2 Behandlungsindices	15
6.1.2.1 Winterweizen	15
6.1.2.2 Wintergerste	20
6.1.2.3 Winterraps	24
6.1.2.4 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	28
6.1.2.5 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	30
6.1.2.6 Weitere Kulturen	32
6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	34
6.1.3.1 Übersicht	34
6.1.3.2 Vergleich der Behandlungsintensität von Tankmischungen und Einzelmaßnahmen bei Herbiziden	35
6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen	36
6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex	36
6.1.5.1 Schlaggröße	36
6.1.5.2 Betriebsgröße	37
6.1.5.3 Ackerzahl	38
6.1.5.4 Ertrag	38
6.1.5.5 Vorfrucht	39
6.1.5.6 Bodenbearbeitung	40
6.1.5.7 Aussattermin	41
6.1.5.8 Einfluss der Sorte	42
6.1.5.9 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen	45
6.1.6 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen	45
6.1.7 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen	46
6.1.7.1 Winterweizen	47
6.1.7.2 Wintergerste	50
6.1.7.3 Winterraps	52
6.1.7.4 Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	55
6.1.7.5 Weitere Kulturen	56
6.2 Freilandgemüsebau	58
6.2.1 Datengrundlage	58
6.2.2 Behandlungsindices	59
6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	63

6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	63
6.3 Obstbau	68
6.3.1 Datengrundlage.....	68
6.3.2 Behandlungsindices	69
6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	72
6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	72
6.4 Weinbau	75
6.4.1 Datengrundlage.....	75
6.4.2 Behandlungsindices	76
6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	77
6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	77
6.5 Hopfenbau	79
6.5.1 Datengrundlage.....	79
6.5.2 Behandlungsindices	80
6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	80
6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	81
7. Berechnung des Risikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben für den Naturhaushalt mittels SYNOPSIS	83
7.1 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung	83
7.1.1 Datengrundlage für den Risikoindikator SYNOPSIS-GIS	83
7.1.2 Berechnung des Risikos je Anbaufläche.....	84
7.1.3 Aggregation der Risikowerte.....	86
7.2 Ergebnisse.....	87
7.2.1 Risikoindizes für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	87
7.2.2 Risikotrends	92
7.3 Diskussion der Risikoanalyse.....	96
8. Zusammenfassung	97
9. Abstract	98
10. Danksagung	99
11. Literaturverzeichnis	99
12. Anlagen	100

1. Einleitung

Im April 2013 wurde der **Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)** von Bund und Ländern 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 gewonnen.

Ziel des im Jahr 2007 etablierten **Netzes 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 weiterer Indikator fixiert (Indikator 10).

Bislang liegen zum Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresberichte für die Jahre 2007 bis 2012 vor (Freier et al., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013). Im vorliegenden Jahresbericht 2013 wurden die wesentlichen Ergebnisse der nunmehr 7-jährigen Datenerhebungen der Jahre 2007 bis 2013 dargelegt. Der Bericht informiert außerdem über Ergebnisse besonderer Analysen, die auf der Grundlage der 7-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* (siehe Pflanzenschutzgesetz, BGBl. Jahrgang 2012 Teil I, Nr. 7). 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 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 zum Netz Vergleichsbetriebe

Das Ziel des Netzes 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.

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 Pflanzenschutz (nachfolgend „Vergleichsbetriebe“) erfolgen durch die Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes und dem 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 Pflanzenschutzeinrichtungen der Länder erhalten eine Aufwandsentschädigung.

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

4. Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe

Die nachfolgenden Tabellen 1 bis 5 informieren über die Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2013 in den Ländern. Alle bislang am Projekt beteiligten Personen sind namentlich am Anfang des Jahresberichtes aufgeführt.

Abbildung 1 (links) veranschaulicht die Verteilung aller Vergleichsbetriebe im Jahr 2013. 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 drei 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.

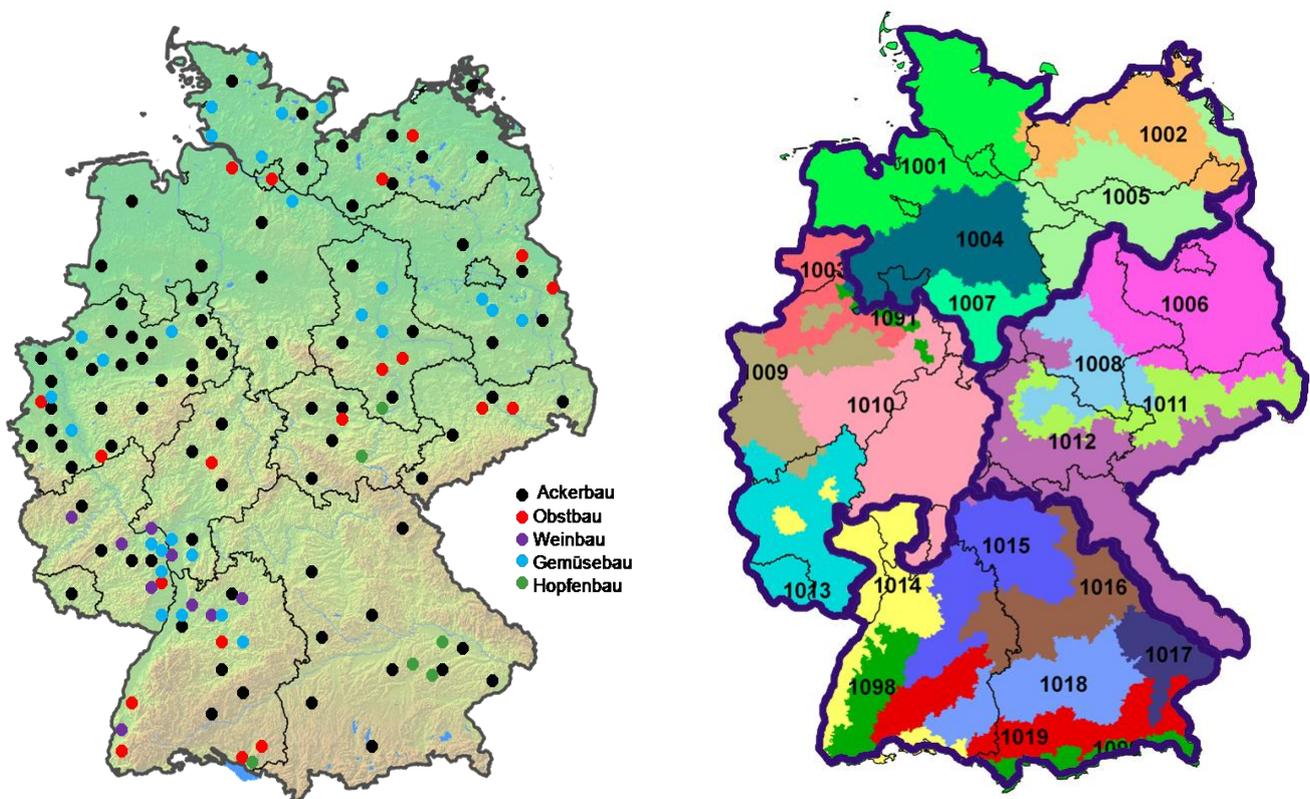


Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe in Deutschland im Jahr 2013 (links), die Erhebungsregionen Ackerbau und die Großregionen Norden (N), Osten (O), Süden (S), Westen (W) im Ackerbau (rechts)

Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg (2008, schriftl. Mitteilung)

Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau

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

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

¹ Erhebungsregionen nach Roßberg et al.(2007) und Roßberg (2008, schriftl. Mitteilung)

Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau

Land	ERA ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Weißkohl (Frischvermarktung)								
BW		-	1	2	2	2	2	2
	1014	-	-	1	1	1	1	1
	1015	-	1	1	1	1	1	1
NW		3	3	3	1	2	2	2
	1003	-	1	2	-	1	1	1
	1009	2	1	1	1	1	1	1
	1010	1	1	-	-	-	-	-
SH		3	3	3	1	3	3	3
	1001	3	3	3	1	3	3	3
Möhren (vorrangig Bundmöhren)								
BB		1	2	2	2	2	2	1
	1006	1	2	2	2	2	2	1
NI		1	1	1	1	1	1	1
	1005	1	1	1	1	1	1	1
NW		3	3	3	2	3	2	2
	1003	1	1	1	1	1	-	.
	1009	2	1	2	1	2	2	2
	1010	-	1	-	-	-	-	.
RP		3	3	3	3	3	3	3
	1014	3	3	3	3	3	3	3

Land	ERA ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SH		3	3	3	1	3	3	3
	1001	3	3	3	1	3	3	3
Spargel								
BB		1	1	1	1	1	1	1
	1006	1	1	1	1	1	1	1
BW		1	1	1	1	1	1	1
	1014	1	1	1	1	1	1	1
HE		1	1	1	1	1	1	1
	1014	1	1	1	1	1	1	1
RP		1	1	1	1	1	1	1
	1014	1	1	1	1	1	1	1
ST		-	1	1	1	1	1	1
	1006	-	-	1	1	1	1	1
	1008	-	1	-	-	-	-	-
Zwiebeln								
HE		1	1	1	-	1	1	1
	1014	1	1	1	-	1	1	1
ST		-	2	2	2	2	2	2
	1008	-	2	2	2	2	2	2

¹ Erhebungsregionen nach Roßberg et al.(2007) und Roßberg (2008, schriftl. Mitteilung)

Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel)

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

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
NW		2	2	2	2	2	2	2
	Rheinland (11)	2	2	2	2	2	2	2
RP		-	-	-	1	1	1	1
	Rheinhessen/Pfalz (4)	-	-	-	1	1	1	1
SN			2	2	2	2	2	2
	Elbe/Mulde (09)	-	2	2	2	2	2	2
ST		2	2	2	2	2	2	2
	Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13)	2	2	2	2	2	2	2
TH		-	1	1	1	1	1	1
	Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13)	-	1	1	1	1	1	1

¹ Anbaugebiete nach Roßberg (2007, schriftl. Mitteilung) und Roßberg (2009a)

Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW		4	4	3	4	4	4	4
	Baden (02)	2	2	1	2	2	2	2
	Württemberg (13)	2	2	2	2	2	2	2
HE		1	1	1	1	1	1	1
	Rheingau (09)	1	1	1	1	1	1	1
RP		4	4	4	4	4	4	4
	Mosel (06)	1	1	1	1	1	1	1
	Nahe (07)	1	1	1	1	1	1	1
	Rheinhessen (10)	1	1	1	1	1	1	1
	Pfalz (08)	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
BW		1	1	1	1	1	1	1
	Tettngang (02)	1	1	1	1	1	1	1
BY		-	-	-	-	3	3	3
	Hallertau (05)	-	-	-	-	3	3	3
ST		1	1	1	1	1	1	1
	Elbe-Saale (03)	1	1	1	1	1	1	1
TH		-	1	1	1	1	1	1
	Elbe-Saale (04)	-	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 zeigt ein Beispiel, 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. Dann wurden die laut Indikationszulassung maximal möglichen Aufwandmengen 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 Saatgutbehandlungen) berechnet und in den folgenden unterschiedlichen Skalen zusammengefasst (Mittelwerte, Standardabweichungen):

Deutschland (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
- Aussaattermin
- 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 Analysen erfolgten mit dem Programmpaket SAS 9.4.

Im Gegensatz zu den zuvor publizierten Berichten (siehe Freier et al., 2013) wurde im Rahmen dieses Berichtes auf die unübersichtliche Darstellung der Ergebnisse der statistischen Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Stichproben (z. B. der Jahre oder Regionen) verzichtet. Es wurden nur Mittelwerte und Streuungen (Standardabweichungen) genannt. Die Ergebnisse der Korrelations- bzw. Regressionsanalysen zum Einfluss bestimmter Größen (x) auf den Behandlungsindex (y) wurden jedoch dargestellt.

6. Ergebnisse

6.1 Ackerbau

6.1.1 Datengrundlage

Wie bereits der Tabelle 1 zu entnehmen war, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz im Ackerbau in den Jahren 2007 bis 2013 66, 73, 76, 87, 86, 88 bzw. 89 Betriebe beteiligt. Die Anzahl der ausgewerteten Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen zeigt Tabelle 6. Bei der Großregion Süden ist zu beachten, dass vor 2010 nur aus einem Teil der zu dieser Großregion gehörenden Erhebungsregion Daten vorlagen. Anwendungen von Rodentiziden, Molluskiziden und Saatgutbehandlungen wurden nicht berücksichtigt.

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 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen)

Großregion	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
2007				
DE	179 (1665)	110 (748)	137 (1031)	84 (728)
N	60 (692)	37 (295)	56 (478)	18 (131)
O	41 (315)	24 (140)	41 (282)	3 (14)
S	15 (91)	7 (37)	4 (19)	14 (115)
W	63 (567)	42 (276)	36 (252)	49 (468)
2008				
DE	204 (2101)	154 (1207)	143 (1168)	97 (739)
N	60 (751)	43 (401)	53 (502)	17 (97)
O	41 (332)	41 (303)	41 (318)	2 (11)
S	23 (173)	12 (79)	5 (39)	16 (150)
W	80 (845)	58 (424)	44 (309)	62 (481)
2009				
DE	226 (2186)	177 (1261)	154 (1340)	133 (872)
N	63 (719)	44 (389)	53 (519)	16 (84)
O	44 (339)	40 (271)	45 (382)	6 (28)
S	25 (212)	14 (71)	7 (59)	18 (148)
W	94 (916)	79 (530)	49 (380)	93 (612)
2010				
DE	246 (2258)	198 (1377)	168 (1504)	165 (1007)
N	68 (780)	56 (446)	59 (607)	24 (110)
O	47 (401)	38 (287)	47 (423)	6 (18)
S	47 (339)	37 (216)	20 (134)	38 (266)
W	84 (738)	67 (428)	42 (340)	97 (613)
2011				
DE	244 (2190)	186 (1318)	166 (1518)	175 (1206)
N	64 (723)	44 (365)	55 (598)	17 (90)
O	45 (352)	36 (277)	47 (415)	8 (32)
S	48 (343)	34 (193)	16 (115)	40 (314)
W	87 (772)	72 (483)	48 (390)	110 (770)

Großregion	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
2012				
DE	230 (2120)	167 (1256)	175 (1652)	225 (1500)
N	57 (618)	41 (366)	51 (551)	15 (134)
O	43 (362)	32 (254)	44 (417)	12 (56)
S	47 (345)	33 (201)	23 (153)	40 (289)
W	83 (795)	61 (435)	57 (531)	158 (1021)
2013				
DE	257 (2479)	178 (1253)	177 (1693)	210 (1453)
N	68 (792)	41 (313)	53 (561)	26 (163)
O	44 (394)	33 (279)	45 (444)	10 (37)
S	48 (387)	37 (214)	24 (187)	36 (291)
W	97 (906)	67 (447)	55 (501)	138 (962)
2007-2013	1586 (14999)	1170 (8420)	1120 (9906)	1089 (7505)

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

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

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

6.1.2 Behandlungsindices

6.1.2.1 Winterweizen

Tabellen 7 und 8 geben eine Übersicht über die berechneten Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien und insgesamt in 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 2013.

Im Winterweizen betragen die mittleren Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in den Jahren 2007 bis 2013 **5,7**, **6,2**, **5,8**, **5,4**, **5,6**, **5,6** und **6,0**. Bei einem Vergleich der Großregionen fielen in den 7 Jahren die zumeist signifikant geringeren Gesamt-Behandlungsindices im Süden und Osten gegenüber jenen im Norden und im Westen auf.

Zwischen den Großregionen waren in den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien und Jahren häufig signifikante Unterschiede zu verzeichnen. Der Süden hatte bei Insektiziden und Wachstumsreglern immer die geringsten Werte. Im Norden und z. T. im Westen waren die Behandlungsindices für Fungizide immer (zumeist signifikant) höher als die in den anderen Großregionen. Allerdings waren im Jahr 2013 die Behandlungsintensitäten auch im Osten und Süden hoch. Dennoch zeigten sich zwischen den Jahren in den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien eher geringe, mehrheitlich nicht signifikante Unterschiede.

Die hohen Standardabweichungen und großen Wertebereiche (siehe Box-Whisker-Plots) bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien, aber vor allem bei Herbiziden und Fungiziden, in allen 7 Jahren verweisen auf große Wertevarianzen zwischen den Feldern sowohl innerhalb Deutschlands als auch innerhalb der Großregionen.

Trends zu einer zunehmenden oder abnehmenden Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung über die 7 Jahre waren in Winterweizen nicht zu erkennen.

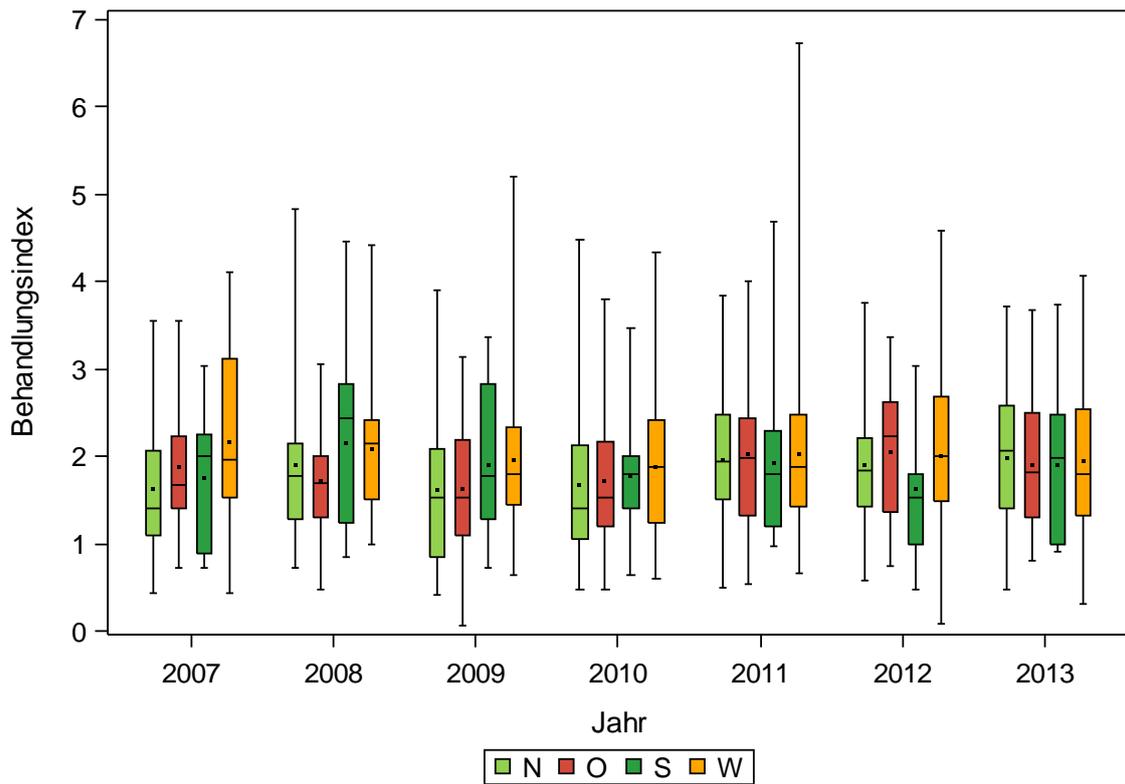
Tab. 7: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Herbizide								\bar{x}
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)	1,9 (0,8)
N	1,6 (0,7)	1,9 (0,9)	1,6 (0,8)	1,7 (0,8)	2,0 (0,8)	1,9 (0,7)	2,0 (0,8)	1,8 (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)	1,8 (0,7)
S	1,8 (0,7)	2,2 (0,9)	1,9 (0,8)	1,8 (0,6)	2,0 (1,1)	1,6 (0,7)	1,9 (0,7)	1,8 (0,7)
W	2,2 (0,9)	2,1 (0,6)	2,0 (0,8)	1,9 (0,8)	2,0 (1,0)	2,0 (0,9)	1,9 (0,8)	2,0 (0,8)
Fungizide								\bar{x}
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)	2,0 (0,7)
N	2,4 (0,7)	2,5 (0,7)	2,2 (0,6)	2,4 (0,7)	2,2 (0,6)	2,2 (0,7)	2,4 (0,6)	2,3 (0,7)
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)	1,6 (0,7)
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)	1,8 (0,7)
W	1,8 (0,7)	2,4 (0,6)	2,1 (0,6)	1,8 (0,5)	1,8 (0,5)	2,0 (0,5)	2,2 (0,6)	2,0 (0,6)
Insektizide								\bar{x}
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)	1,0 (0,7)
N	1,5 (0,9)	1,4 (0,7)	1,3 (0,6)	1,0 (0,5)	1,1 (0,6)	1,0 (0,7)	1,1 (0,6)	1,2 (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)	0,7 (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)
W	1,4 (0,9)	1,2 (0,7)	1,1 (0,5)	0,9 (0,5)	1,3 (0,9)	1,1 (0,7)	0,8 (0,6)	1,1 (0,7)

Tab. 8: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Wachstumsregler								\bar{x}
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)	0,9 (0,5)
N	1,0 (0,7)	1,4 (0,4)	1,2 (0,6)	1,2 (0,4)	1,1 (0,5)	1,2 (0,5)	1,2 (0,5)	1,2 (0,5)
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)	0,8 (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)	0,6 (0,4)
W	0,7 (0,3)	1,1 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	0,7 (0,4)	0,8 (0,4)	1,0 (0,3)	0,9 (0,4)
Gesamt								\bar{x}
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)	5,8 (1,8)
N	6,6 (2,1)	7,1 (1,9)	6,4 (1,7)	6,2 (1,6)	6,3 (1,6)	6,4 (1,9)	6,8 (1,6)	6,5 (1,8)
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)	5,0 (1,6)
S	4,1 (1,4)	4,6 (1,4)	5,0 (1,1)	4,4 (1,6)	4,9 (1,7)	4,8 (1,5)	5,2 (1,8)	4,8 (1,5)
W	6,1 (1,9)	6,8 (1,5)	6,1 (1,4)	5,5 (1,3)	5,8 (1,7)	5,9 (1,6)	5,9 (1,5)	6,0 (1,6)

Herbizide



Fungizide

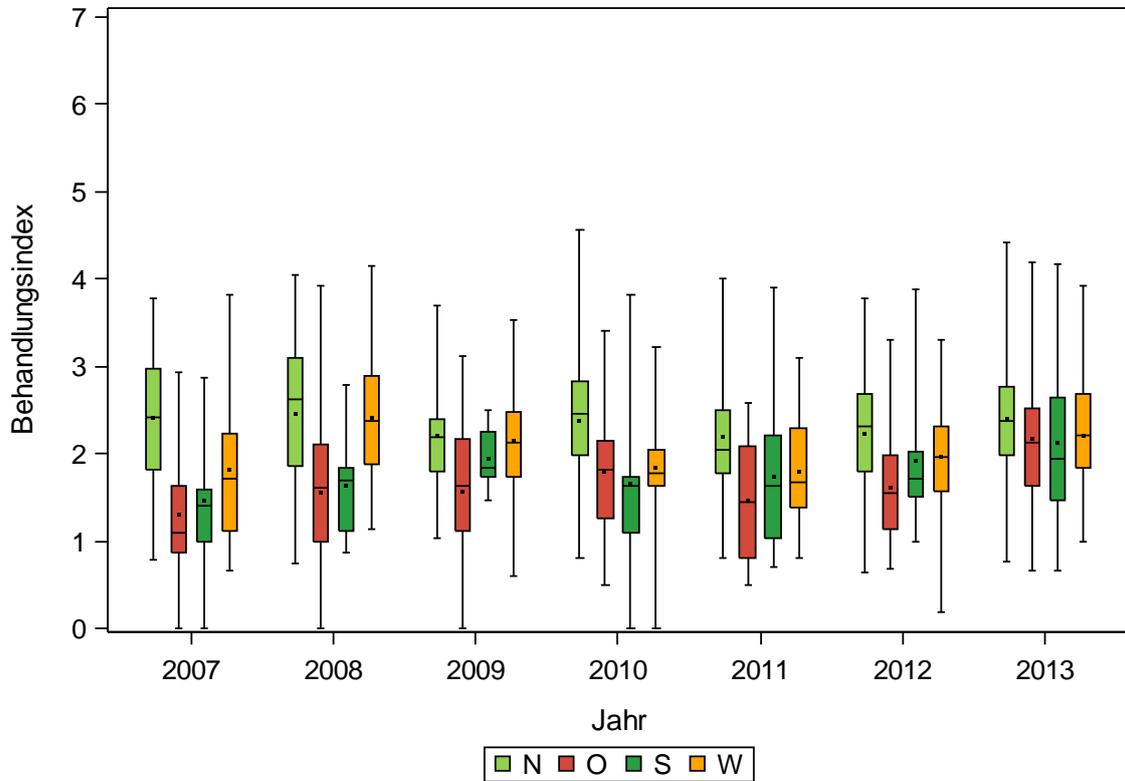


Abb. 2: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2013

6.1.2.2 Wintergerste

Die Tabellen 9 und 10 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in Wintergerste in den Jahren 2007 bis 2013. Auch sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Die Abbildung 3 zeigt die entsprechenden Box-Whisker-Plots beispielhaft für die Kategorien Herbizide und Fungizide.

In der Wintergerste wurden in den Jahren 2007 bis 2013 im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe folgende Gesamt-Behandlungsindices festgestellt: **4,1, 4,6, 4,0, 4,0, 4,1, 4,6** und **4,4**. Die höheren Werte in den Jahren 2008 und 2012 resultierten aus relativ hohen Werten bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien (2008) bzw. bei den Insektiziden (2012). Die Großregionen Norden und Westen zeigten tendenziell die höchsten Behandlungsindices. Im Jahr 2013 fiel im Osten der hohe Gesamt-Behandlungsindex aufgrund hoher Werte bei Herbiziden, Insektiziden und Wachstumsreglern auf.

Betrachtet man jedoch die einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien, so ließen sich, abgesehen von den Wachstumsreglern, keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den Großregionen erkennen. Bei den Wachstumsreglern war stets im Norden die stärkste Anwendung und im Süden die geringste Anwendung.

Insgesamt gesehen 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 den Insektiziden. Die Streuung bei den Insektizidanwendungen erklärt sich vor allem darin, dass auf den Einzelschlägen zumeist entweder keine oder eine Insektizidanwendung mit der vollen Aufwandmenge, also mit einem Behandlungsindex = 1,0, erfolgte.

Im Verlauf der 7 Jahre konnten keine Tendenzen zu einer Verringerung bzw. Erhöhung der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen identifiziert werden.

Tab. 9: 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 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

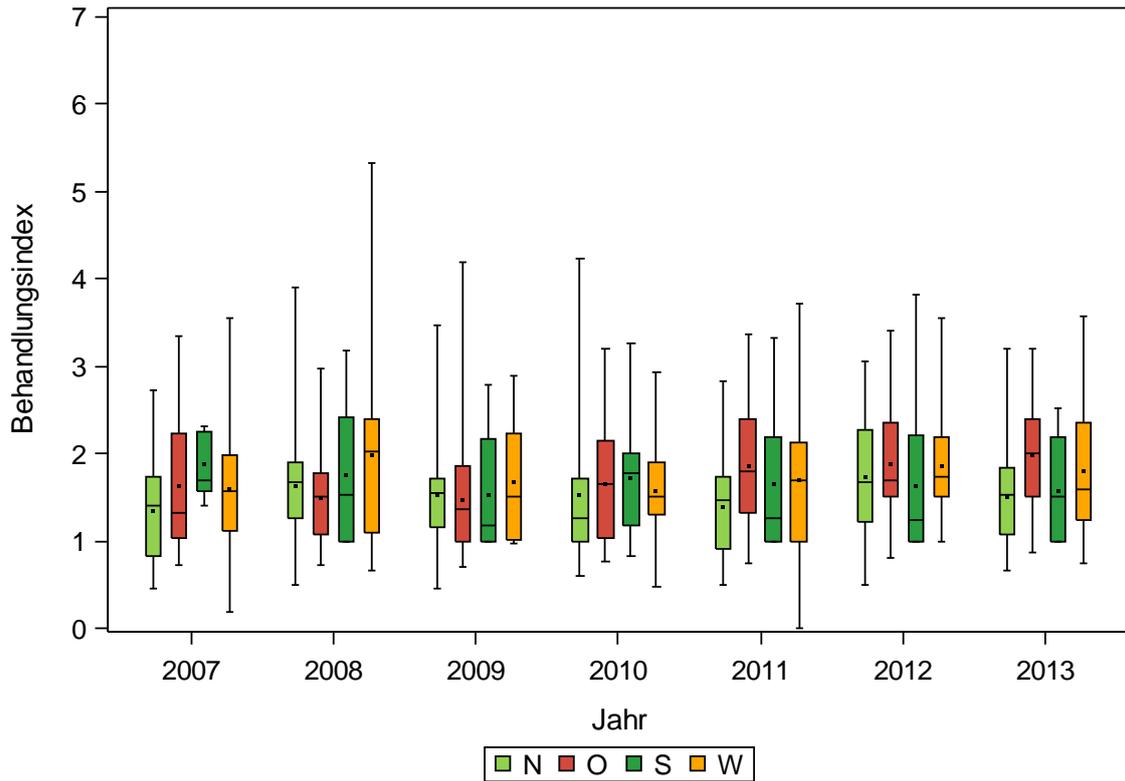
Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Herbizide								\bar{x}
DE	1,5 (0,6)	1,7 (0,7)	1,6 (0,6)	1,6 (0,6)	1,6 (0,6)	1,8 (0,6)	1,7 (0,6)	1,7 (0,6)
N	1,4 (0,5)	1,6 (0,6)	1,5 (0,6)	1,5 (0,8)	1,4 (0,6)	1,7 (0,6)	1,5 (0,5)	1,5 (0,6)
O	1,6 (0,7)	1,5 (0,5)	1,5 (0,6)	1,7 (0,5)	1,9 (0,7)	1,9 (0,6)	2,0 (0,5)	1,7 (0,6)
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)	1,6 (0,6)
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)	1,7 (0,6)
Fungizide								\bar{x}
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)	1,3 (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)	1,4 (0,3)
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)	1,2 (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)
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)	1,3 (0,3)
Insektizide								\bar{x}
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)	0,5 (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)	0,5 (0,6)
O	0,7 (0,5)	0,6 (0,6)	0,2 (0,4)	0,4 (0,4)	0,3 (0,4)	0,6 (0,5)	0,6 (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)	0,4 (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)	0,5 (0,6)

Tab. 10: 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 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen) und Signifikanzen

Verschiedene Buchstaben in einer Reihe (A und B) symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Jahren und verschiedene Buchstaben in einer Spalte (a und b) symbolisieren signifikante Unterschiede zwischen den Großregionen innerhalb der Pflanzenschutzmittel-Kategorien

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Wachstumsregler								\bar{x}
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)	0,8 (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)	0,9 (0,3)
O	0,6 (0,2)	0,7 (0,3)	0,7 (0,3)	1,0 (0,3)	0,8 (0,2)	0,7 (0,3)	1,0 (0,3)	0,8 (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)	0,5 (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)	0,7 (0,4)
Gesamt								\bar{x}
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)	4,2 (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)	4,3 (1,2)
O	3,8 (1,3)	4,0 (1,4)	3,7 (1,1)	4,4 (1,1)	4,1 (1,1)	4,6 (1,0)	5,0 (1,1)	4,2 (1,2)
S	4,2 (0,7)	4,3 (1,4)	3,4 (0,4)	3,8 (0,8)	3,9 (0,9)	4,1 (1,2)	4,0 (1,0)	3,9 (1,0)
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)	4,3 (1,3)

Herbizide



Fungizide

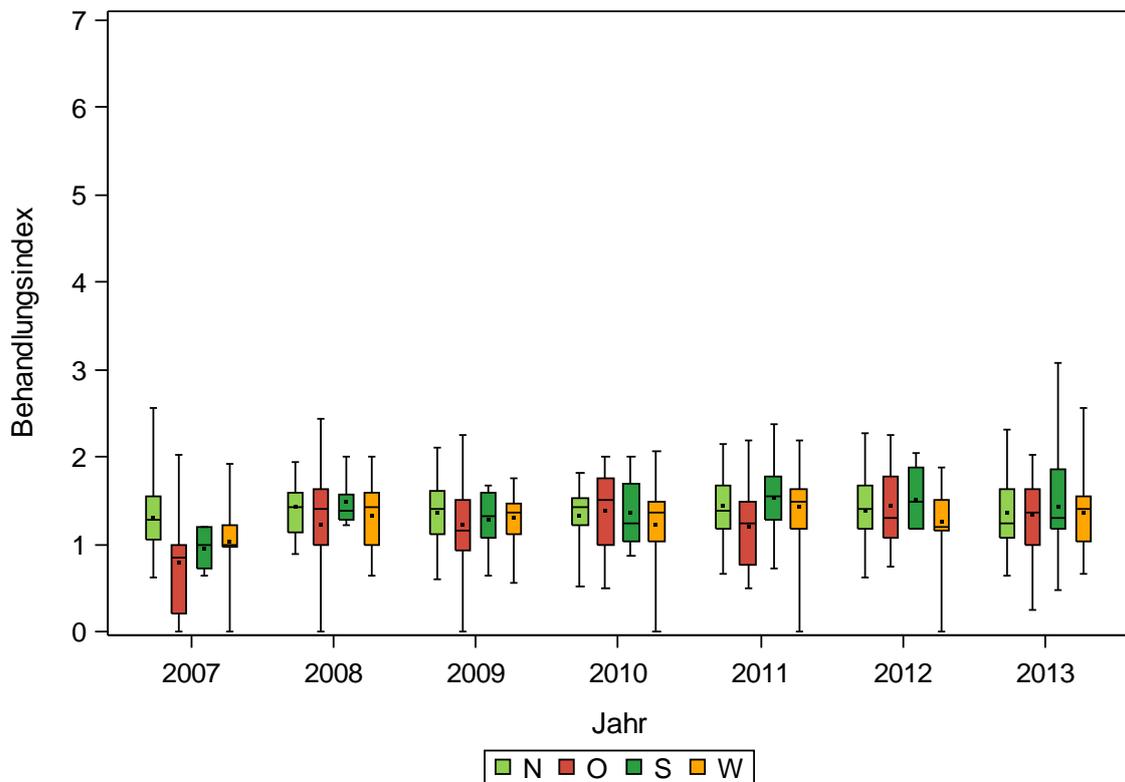


Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindizes für Herbizide und Fungizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2013

6.1.2.3 Winterraps

Die mittleren Behandlungsindices (und Standardabweichungen) für Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen und in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 sind den Tabellen 11 und 12 zu entnehmen. Auch hier ist zu beachten, dass geringfügige Rundungsdifferenzen vorkommen. Abbildung 4 veranschaulicht die entsprechenden Box-Whisker-Plots beispielhaft für die Insektizide und Wachstumsregler/Fungizide.

In Winterraps stieg tendenziell die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Verlauf der Jahre 2007 bis 2013. Die entsprechenden durchschnittlichen Behandlungsindices lagen bei **5,4, 5,9, 6,4, 6,4, 6,7, 6,9** und **7,0**. Die relativ hohen Werte in den Jahren 2009 bis 2013 resultierten aus Mehranwendungen von Wachstumsreglern/Fungiziden bis zur Blüte und Insektiziden (insbesondere im Norden bzw. im Westen). Die Intensität der Herbizidanwendungen war in den ersten 6 Jahren sehr ähnlich, dann im Jahr 2013 allerdings höher, am höchsten im Osten.

Bei Winterraps ist zu beachten, dass die Indikationen für einzelne Wachstumsregler, die auch als Fungizide eingesetzt werden können, wie z. B. Folicur, Caramba und Carax, nicht immer eindeutig waren. Dies ließ keine klare Zuordnung Wachstumsregler oder Fungizid sowohl im Herbst als auch im Frühjahr bis zur Blüte zu, wenngleich nach Hinweisen der Pflanzenschutzexperten der Länder anzunehmen war, dass z. B. Caramba vorrangig als Wachstumsregler und Folicur vorrangig als Fungizid verwendet wurden. Deshalb wurde für die statistischen Analysen eine **besondere Festlegung** getroffen:

*Alle Anwendungen von Wachstumsreglern und Fungiziden vor der Blüte (bis BBCH 59) werden als **Wachstumsregler/Fungizide** zusammengefasst und die Anwendungen während der Blüte als **Fungizide** geführt.*

In allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien konnten zwischen den 3 Großregionen Norden, Osten und Westen in den 7 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 größere Unterschiede zwischen den Großregionen. So fielen z. B. die hohen Werte bei den Herbiziden und Wachstumsreglern/Fungiziden im Jahr 2013 im Osten auf.

Besonderes Augenmerk verdiente die unterschiedliche Intensität der Insektizidanwendungen bei den einzelnen Zielorganismengruppen Herbstschädlinge, Stängelrüssler/Rapsglanzkäfer und Blütenschädlinge, Kohlschotenrüssler/-mücke. Dies wurde anhand der Daten in den Jahren 2007 bis 2012 analysiert. Leider war keine genaue Abgrenzung zwischen den Stängelrüsslern und dem Rapsglanzkäfer auf der Grundlage der eingegangenen Schlagkarteien möglich. Die Abgrenzung zu den Blütenschädlingen erfolgte entsprechend der genannten Indikation oder, wenn dies nicht klar war über das BBCH-Stadium. Maßnahmen ab BBCH 60 wurden Kohlschotenrüssler/Kohlschotenmücke zugeordnet. Die höchste Insektizidintensität galt stets den Stängelrüsslern/Rapsglanzkäfern. Der Mittelwert lag bei 1,7 BI. Ca. 0,5 BI fielen jeweils auf die Herbstschädlinge und Blütenschädlinge (Freier et al. 2013).

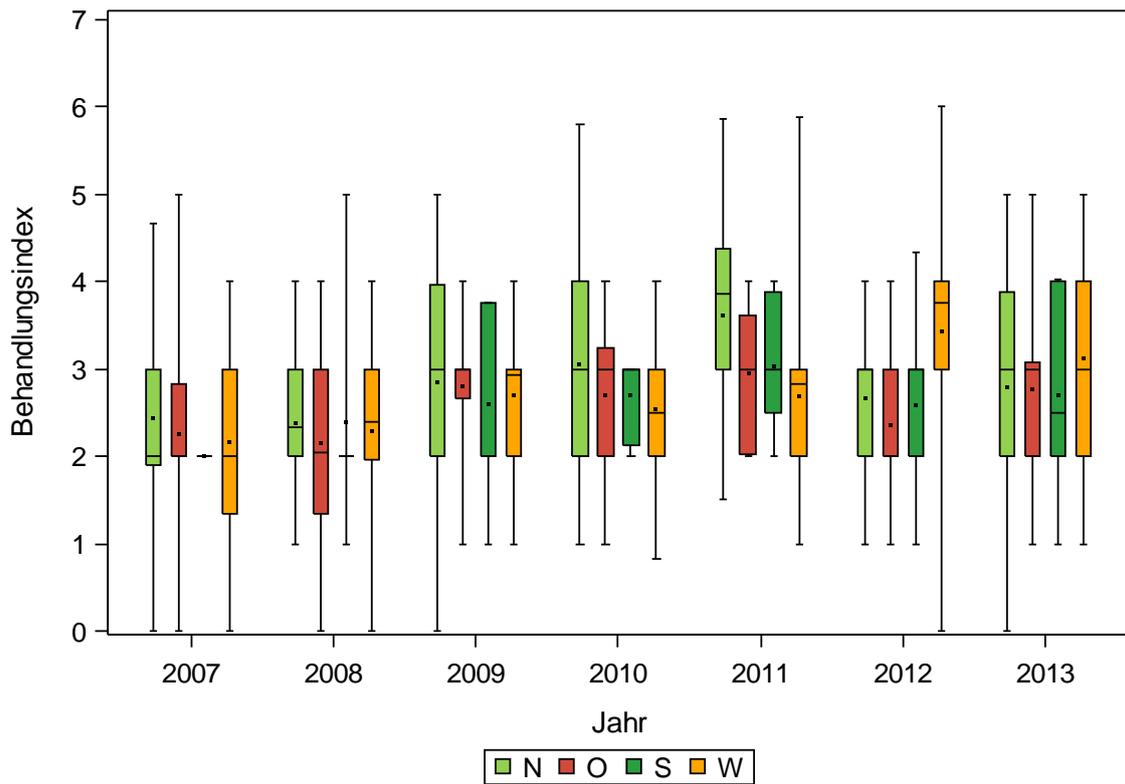
Tab. 11: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide in der Blüte und Insektizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen Norden, Süden Osten und Westen (N,O,S,W) in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Herbizide								\bar{x}
DE	1,6 (0,5)	1,8 (0,6)	1,7 (0,5)	1,6 (0,6)	1,8 (0,6)	1,8 (0,6)	2,0 (0,7)	1,8 (0,6)
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)	1,7 (0,5)
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)	1,9 (0,7)
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)	1,6 (0,6)
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)	1,7 (0,6)
Fungizide in der Blüte								\bar{x}
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)	0,8 (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 (0,2)
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)	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)	0,7 (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)	0,8 (0,3)
Insektizide								\bar{x}
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)	2,7 (1,0)
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)
O	2,3 (1,2)	2,2 (0,9)	2,8 (0,8)	2,7 (0,8)	3,0 (0,7)	2,3 (0,9)	2,8 (1,0)	2,6 (0,9)
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)	2,7 (0,9)
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)	2,8 (1,1)

Tab. 12: 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 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte								\bar{x}
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)	1,1 (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)	1,1 (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)	1,1 (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)	1,0 (0,7)
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 (0,4)
Gesamt								\bar{x}
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)	6,4 (1,6)
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)	6,6 (1,5)
O	5,0 (1,8)	5,8 (1,3)	6,6 (1,1)	6,5 (1,4)	6,6 (1,1)	6,5 (1,4)	7,4 (1,3)	6,4 (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)	5,9 (1,8)
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)	6,5 (1,7)

Insektizide



Wachstumsregler/Fungizide

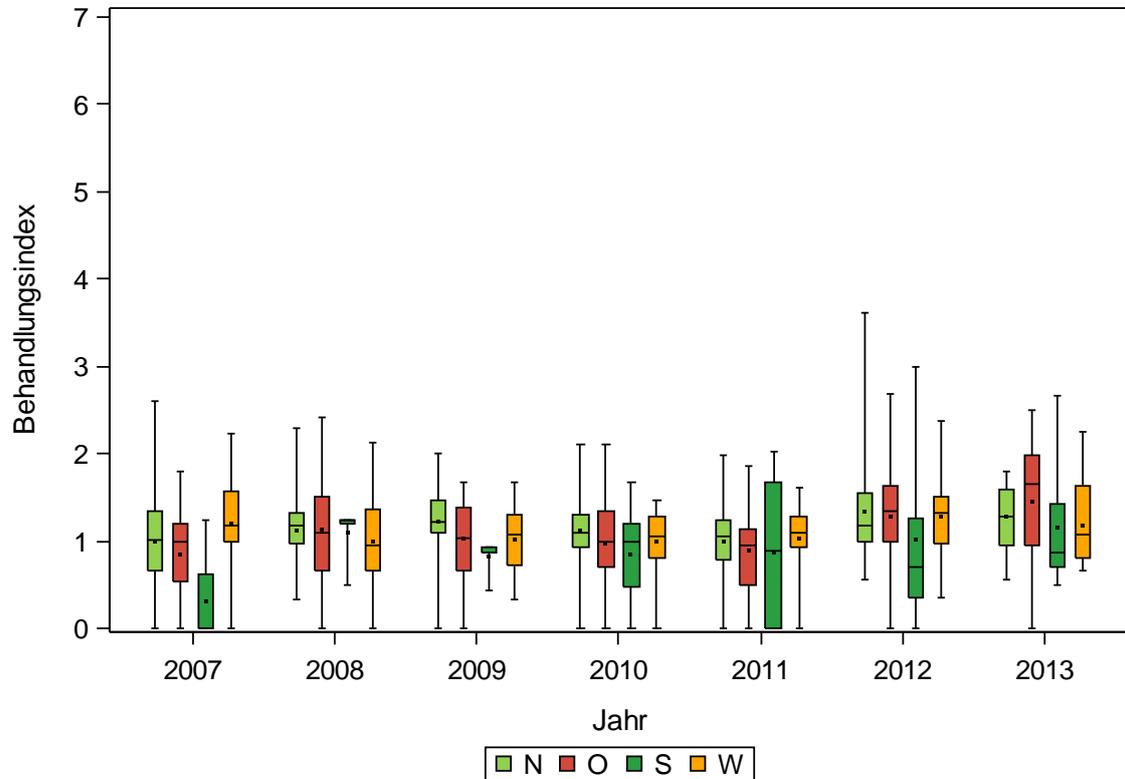


Abb. 4: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2013

6.1.2.4 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Es wurde auch die Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden vor der Kultur untersucht. Abbildung 5 veranschaulicht, dass der Anteil glyphosathaltiger Herbizide am Gesamtbehandlungsindex der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben relativ gering war - im Durchschnitt der 7 Jahre im Winterweizen 8 %, in der Wintergerste 6 % und im Winterraps 3,4 %. Dies entsprach Behandlungsindices von 0,2 im Winterweizen und 0,1 in der Wintergerste und in 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 6 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. 0,5 höhere Behandlungsindices in der Gruppe „pfluglos“ festzustellen. Diese Mehranwendungen konnten bei Winterweizen und Wintergerste eindeutig und bei Winterraps teilweise der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide zugeschrieben werden.

Es wurde auch versucht, die Glyphosatanwendungen zum Zwecke der Sikkation in den reifenden Beständen zu analysieren. Leider zeigte sich, dass diese Daten nicht vollständig in den Schlagkarteien berücksichtigt wurden, so dass keine repräsentativen Aussagen möglich waren.

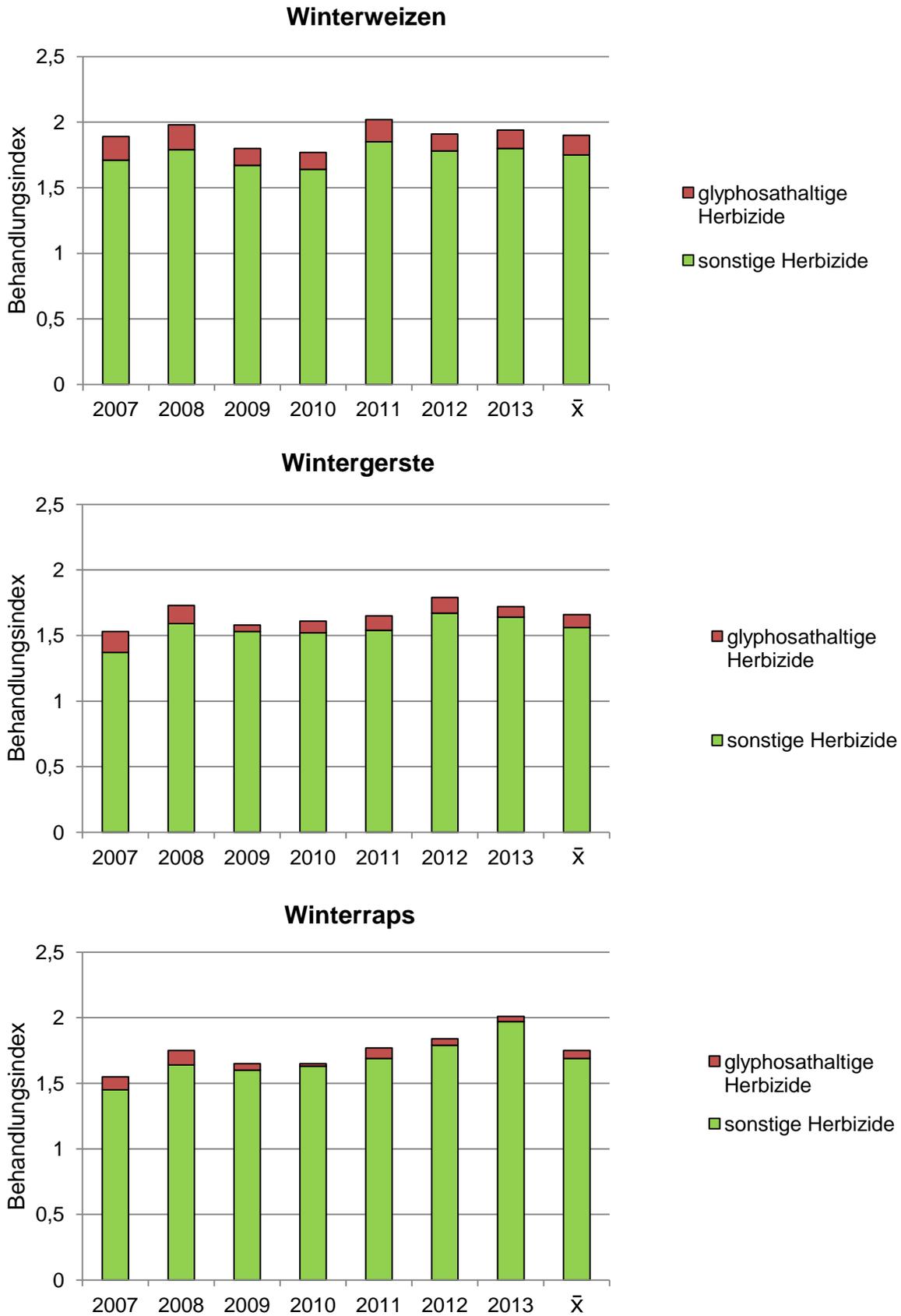


Abb. 5: Anteil glyphosathaltiger und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

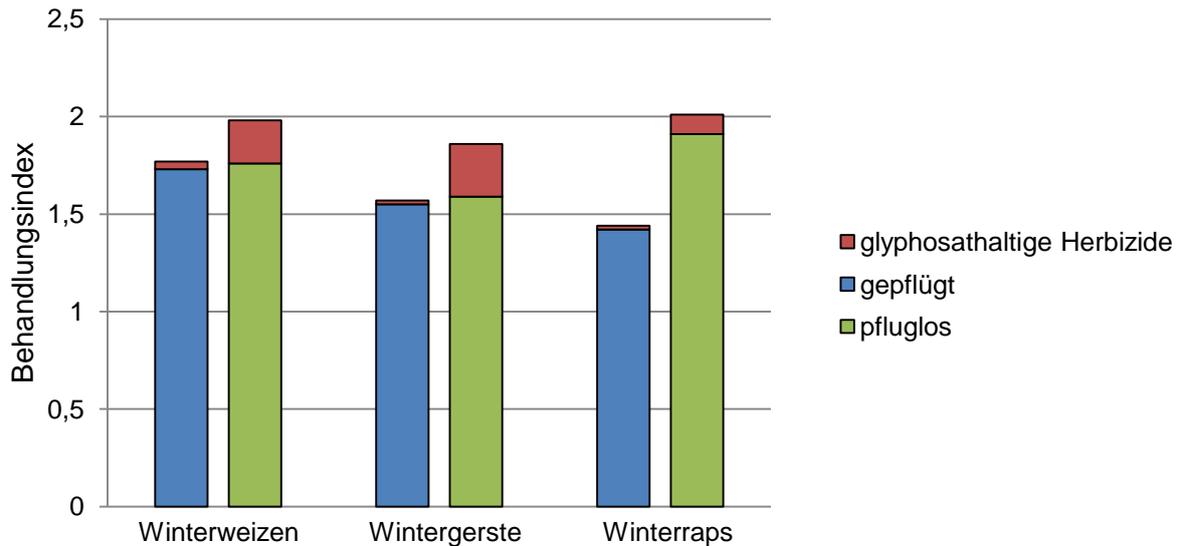


Abb. 6: Anteil glyphosathaltiger und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

6.1.2.5 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 2013.

Die Übersicht zeigt, dass die Anwendung von Herbiziden trotz großer Streuungen zwischen den einzelnen Feldern in den 3 Kulturen und 7 Jahren mit einer ähnlich hohen Intensität erfolgte. Trends einer Zu- oder Abnahme über die Jahre ließen sich nicht feststellen. Der mittlere Behandlungsindex lag bei 1,8.

Bei den Fungiziden fielen die hohen Intensitäten in Winterweizen auf, zwischen den Jahren hielten sich die Unterschiede jedoch in Grenzen. Auffällig war zudem bei Winterraps die seit 2008 einheitliche Intensität der Fungizidanwendungen.

Insektizide wurden in Winterraps wie erwartet mit der höchsten Intensität im Vergleich zu allen anderen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den 3 Kulturen verwendet. Die meisten Maßnahmen erfolgten gegen Kohlschotenrüssler und Rapsglanzkäfer. Bei den Insektizidanwendungen in Winterraps ließ sich zwischen 2007 und 2013 eine zunehmende Tendenz feststellen, die alle Schädlingsgruppen betrafen. In der Wintergerste waren die Verhältnisse eher umgekehrt - von 2007 bis 2009 ging die Anwendungsintensität zurück und hielt sich bis 2013 auf relativ niedrigem Niveau.

Wachstumsregler wurden in allen 3 Kulturen relativ einheitlich mit einem Behandlungsindex von unter 1,0 angewendet, wenngleich doch die höheren Werte im Winterraps in den Jahren 2012 und 2013 auffielen. Es handelte sich dabei vor allem um Herbstbehandlungen, um das üppige Wachstum zu beruhigen.

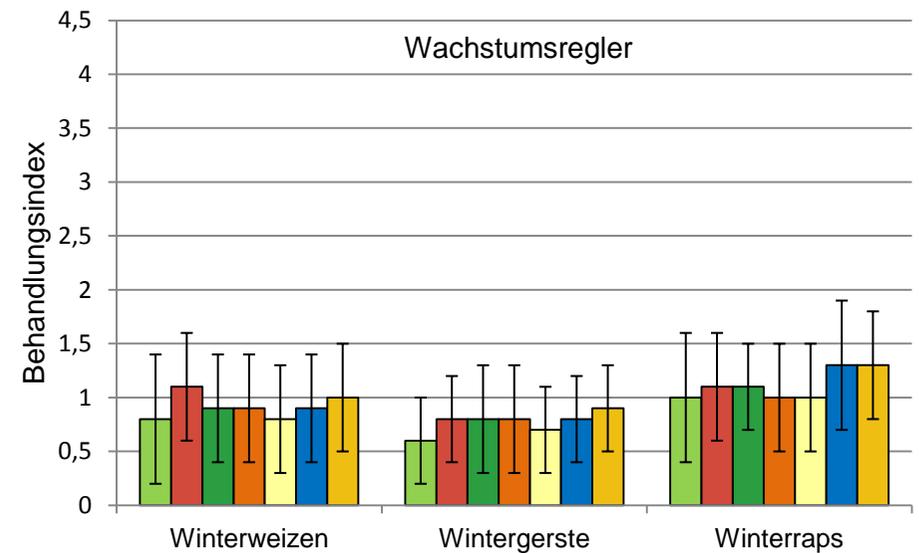
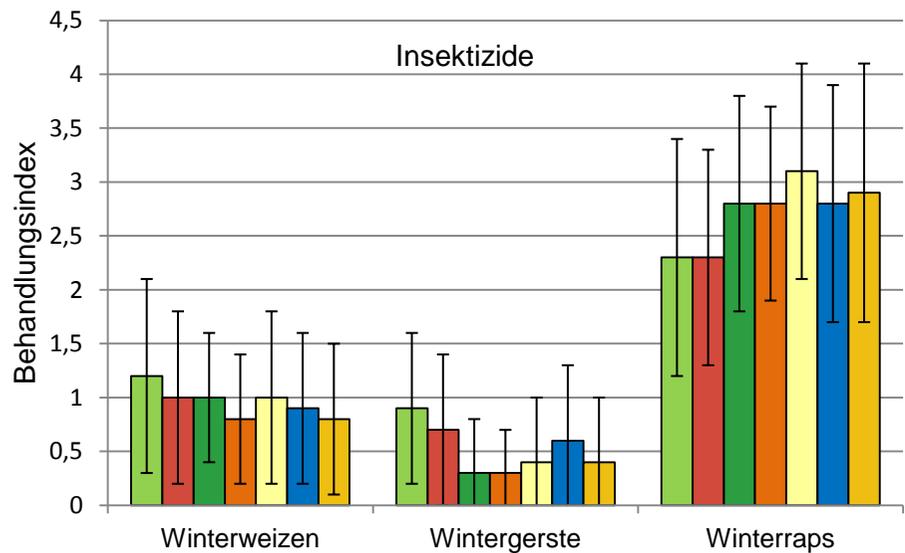
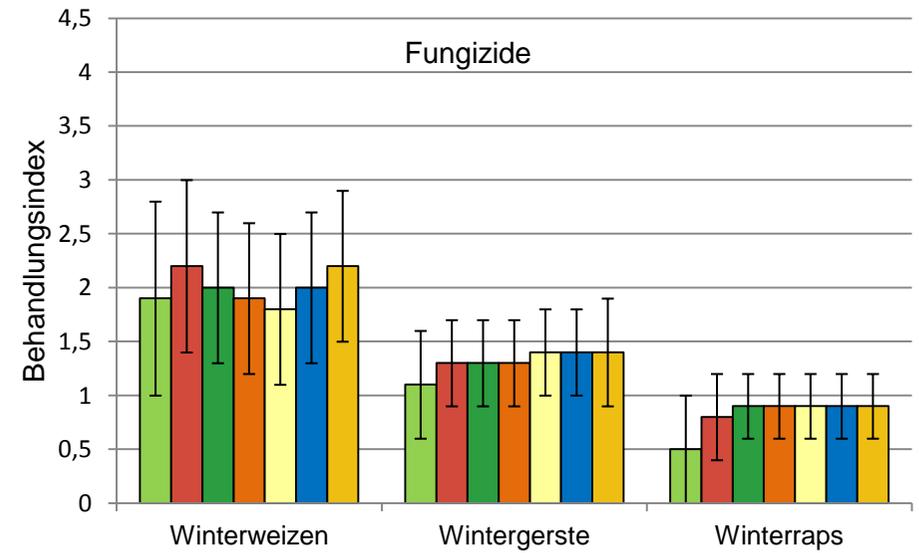
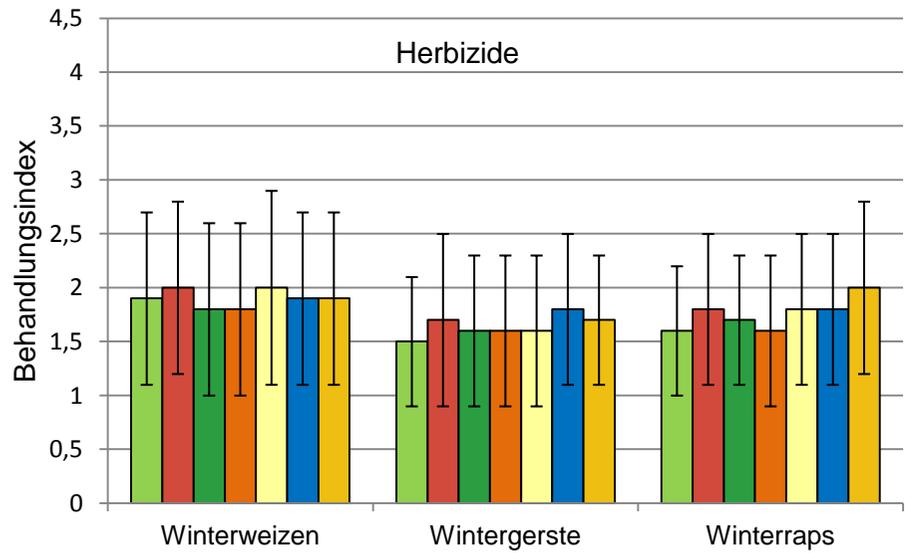


Abb. 7: Behandlungsindices in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (unterschiedliche Balkenfarben von links nach rechts). Mittelwerte und Standardabweichungen

Bei Winterraps gilt: Fungizide = Fungizide in der Blüte, Wachstumsregler = Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte

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 wurden. Es wurden allerdings nur die Kulturen in die Auswertung einbezogen, für die Daten in allen 7 Jahren vorlagen. Dies betraf Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben. Tabelle 13 zeigt die Datenbasis. Es sind die zum Teil geringen Stichproben zu beachten. Aus diesem Grunde wurde auch auf statistische Analysen signifikanter Unterschiede verzichtet.

Tabelle 14 informiert 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 um 14 stabilisierten. Da dies im Wesentlichen durch die Anwendung der Fungizide bestimmt wurde, ließ sich dieser Trend auch bei den Fungizidanwendungen feststellen.

Mais zeigte mit Behandlungsindices von ca. 2,0 die geringste Pflanzenschutzintensität – es wurden in dieser Kultur in den Vergleichsbetrieben stets nur Herbizide verwendet.

Bei **Triticale** lag die Behandlungsintensität ähnlich hoch wie in der Wintergerste, und variierte kaum zwischen den Jahren.

Winterroggen zeigte ein sehr ähnliches Niveau wie Triticale, wenngleich zwischen den Jahren größere Unterschiede, vor allem bei der Fungizidanwendung, vorkamen.

Die Pflanzenschutzintensität in **Zuckerrüben** wurde durch Herbizidanwendungen geprägt, wobei in den letzten 3 Jahren (2011 bis 2013) höhere Werte auffielen.

Tab. 13: Anzahl der Schläge in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Summe
Kartoffeln	5	6	7	9	10	8	8	53
Mais	26	39	58	84	73	83	84	447
Triticale	8	7	17	15	19	24	35	125
Winterroggen	19	17	15	12	18	33	31	145
Zuckerrüben	24	24	29	34	39	41	40	231

Tab. 14: Behandlungsindices in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Jahr	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
Herbizide					
2007	1,7 (0,4)	1,8 (0,6)	1,2 (0,5)	1,6 (0,7)	3,5 (1,2)
2008	2,5 (0,5)	2,5 (0,7)	1,1 (0,4)	1,5 (0,6)	2,7 (0,8)
2009	2,2 (1,2)	1,9 (0,5)	1,6 (0,7)	1,2 (0,5)	2,8 (0,8)
2010	2,4 (0,5)	2,0 (0,6)	1,5 (0,5)	1,2 (0,4)	2,6 (0,9)
2011	3,1 (1,3)	2,2 (0,6)	1,4 (0,5)	1,2 (0,4)	5,8 (1,7)
2012	2,8 (0,8)	2,0 (0,6)	1,8 (1,0)	1,2 (0,5)	6,1 (2,5)
2013	2,2 (0,5)	1,9 (0,6)	1,6 (0,8)	1,4 (0,6)	5,6 (2,7)
\bar{x}	2,5 (0,9)	2,0 (0,6)	1,5 (0,7)	1,3 (0,5)	4,4 (2,3)
Insektizide					
2007	1,9 (0,8)	0,0 (0,0)	0,9 (0,7)	0,6 (0,7)	0,1 (0,5)
2008	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,8 (0,7)	0,6 (0,8)	0,2 (0,5)
2009	0,4 (0,5)	0,0 (0,0)	0,6 (0,6)	0,5 (0,6)	0,2 (0,5)
2010	0,4 (0,5)	0,0 (0,1)	0,6 (0,6)	0,2 (0,4)	0,4 (0,8)
2011	0,9 (0,8)	0,0 (0,0)	0,7 (0,5)	0,2 (0,3)	0,3 (0,4)
2012	0,9 (1,3)	0,0 (0,0)	0,5 (0,7)	0,4 (0,4)	0,3 (0,8)
2013	1,4 (1,0)	0,0 (0,0)	0,9 (0,8)	0,3 (0,4)	0,3 (0,7)
\bar{x}	0,8 (0,9)	0,0 (0,0)	0,7 (0,7)	0,4 (0,5)	0,3 (0,6)
Fungizide					
2007	16,5 (2,7)	0,0 (0,0)	1,6 (0,3)	2,1 (0,8)	1,4 (0,9)
2008	14,4 (1,8)	0,0 (0,0)	1,5 (0,4)	1,6 (0,5)	1,2 (0,7)
2009	10,8 (3,0)	0,0 (0,0)	1,3 (0,4)	1,0 (0,5)	1,2 (0,7)
2010	10,7 (2,7)	0,0 (0,0)	1,5 (0,3)	1,1 (0,4)	1,1 (1,0)
2011	10,3 (3,6)	0,0 (0,0)	1,3 (0,3)	1,1 (0,3)	1,2 (0,9)
2012	11,1 (5,0)	0,0 (0,0)	1,4 (0,6)	1,7 (0,5)	1,6 (1,1)
2013	9,6 (3,7)	0,0 (0,0)	1,5 (0,5)	1,4 (0,6)	1,4 (0,8)
\bar{x}	11,5 (3,8)	0,0 (0,0)	1,4 (0,4)	1,5 (0,6)	1,3 (0,9)

Jahr	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
Wachstumsregler					
2007	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,7 (0,4)	0,5 (0,4)	0,0 (0,0)
2008	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,9 (0,3)	0,8 (0,3)	0,0 (0,0)
2009	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,5 (0,3)	0,8 (0,5)	0,0 (0,0)
2010	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,7 (0,2)	0,6 (0,4)	0,0 (0,0)
2011	0,3 (0,4)	0,0 (0,0)	0,5 (0,2)	0,5 (0,4)	0,0 (0,0)
2012	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,6 (0,3)	0,9 (0,4)	0,0 (0,0)
2013	0,4 (0,5)	0,0 (0,0)	0,5 (0,2)	1,0 (0,3)	0,0 (0,0)
\bar{x}	0,2 (0,3)	0,0 (0,0)	0,6 (0,3)	0,7 (0,4)	0,0 (0,0)
Gesamt					
2007	20,3 (2,4)	1,8 (0,6)	4,4 (1,5)	4,8 (1,3)	5,0 (1,8)
2008	17,1 (1,9)	2,5 (0,7)	4,4 (1,6)	4,4 (1,4)	4,1 (1,3)
2009	13,4 (3,6)	1,9 (0,5)	4,0 (1,4)	3,4 (1,7)	4,2 (1,1)
2010	13,8 (3,1)	2,0 (0,6)	4,3 (0,8)	3,1 (1,0)	4,2 (1,8)
2011	14,6 (4,3)	2,2 (0,6)	3,8 (1,1)	2,9 (0,9)	7,3 (2,3)
2012	14,8 (4,9)	2,0 (0,6)	4,3 (1,7)	4,1 (1,0)	8,0 (3,0)
2013	13,6 (5,0)	1,9 (0,6)	4,4 (1,9)	4,1 (1,2)	7,3 (2,6)
\bar{x}	15,0 (4,2)	2,0 (0,6)	4,2 (1,5)	3,9 (1,3)	6,0 (2,7)

6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

6.1.3.1 Übersicht

Tabelle 15 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 2013. 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 40 bis 50 % 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 ca. 56 % der maximal möglichen Aufwandmenge.

Die Werte zeigten keine besondere Streuung und auch keine Tendenzen über die Jahre. Eine besondere Analyse zeigte außerdem, dass glyphosathaltige Herbizide stets in Einzelanwendung, also nicht in Kombination mit anderen Mitteln ausgebracht wurden. 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 15 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 jahresspezifischen Bedingungen modifiziert.

Tab. 15: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

Kultur	Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	\bar{x}
Winterweizen	Herbizide	67 %	70 %	68 %	69 %	78 %	70 %	75 %	71 %
	Fungizide	58 %	60 %	57 %	57 %	56 %	63 %	63 %	59 %
	Insektizide	87 %	89 %	91 %	92 %	91 %	92 %	90 %	90 %
	Wachstumsregler	46 %	44 %	44 %	44 %	43 %	42 %	43 %	44 %
Wintergerste	Herbizide	60 %	65 %	68 %	68 %	72 %	71 %	72 %	68 %
	Fungizide	56 %	54 %	52 %	52 %	54 %	57 %	63 %	55 %
	Insektizide	92 %	95 %	90 %	94 %	95 %	94 %	97 %	94 %
	Wachstumsregler	50 %	47 %	47 %	49 %	44 %	44 %	49 %	47 %
Winterraps	Herbizide	73 %	73 %	75 %	75 %	75 %	78 %	78 %	76 %
	Fungizide in der Blüte	90 %	84 %	86 %	83 %	83 %	83 %	81 %	84 %
	Insektizide	97 %	100 %	100 %	100 %	99 %	99 %	99 %	99 %
	Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte	48 %	52 %	48 %	47 %	47 %	51 %	52 %	50 %

6.1.3.2 Vergleich der Behandlungsintensität von Tankmischungen und Einzelmaßnahmen bei Herbiziden

Bei der Analyse der Daten zu den Herbiziden und teilweise auch Fungiziden im Jahr 2007 fiel auf, dass besonders häufig in Tankmischungen, infolge additiver oder synergistischer Wirkungen, bewusst mit reduzierten Aufwandmengen gearbeitet wurde. In der Untersuchung aller Daten des Jahres 2007 wurden die Dosierungen von Herbiziden in Tankmischungen mit denen in Einzelanwendungen verglichen. Dabei wurden die Anwendungen mit glyphosathaltigen Mitteln und das Präparat POINTER SX (zur Durchwuchsrap-Bekämpfung in geringer Dosierung) nicht berücksichtigt. Während in Winterraps die Einzelanwendungen von Herbiziden mit 85 % überwogen, lag dieser Anteil in den beiden Getreidearten bei 53 %, d. h. etwa die Hälfte aller Herbizidanwendungen im Getreide erfolgte in Tankmischungen. Einzelheiten sind dem Jahresbericht 2008 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz zu entnehmen (Freier et al., 2009).

Wie erwartet, wiesen Behandlungen mit einzelnen Präparaten in der Regel deutlich niedrigere Behandlungsindices auf, als Tankmischungen mit zwei oder drei Partnern. Bei Getreide machte dies im Durchschnitt aber nur einen Unterschied von ca. 0,6 BI aus, denn in den Tankmischungen wurde die Dosis der einzelnen Pflanzenschutzmittel stärker reduziert als bei Einzelanwendungen.

6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen

Der Behandlungsindex stellt die Anzahl von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter Berücksichtigung reduzierter Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar. Auf der Grundlage des kompletten Datensatzes der Jahre 2007 bis 2012 wurde näher analysiert, wie häufig Teilflächenbehandlungen durchgeführt wurden. Dabei zeigte sich, dass es neben „echten“ auch „unechte“ Teilflächenbehandlungen gibt. 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. Das heißt, die identifizierten Teilflächenbehandlungen wurden zunächst nach diesem Kriterium sortiert. Nur etwa ein Drittel der Teilflächenbehandlungen stellte sich als „echte“ Teilflächenapplikationen heraus.

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 %. Mehr Informationen sind dem Bericht für 2012 zu entnehmen (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 2013 erfolgten entsprechende Korrelationsanalysen (siehe nachfolgende Pearson´sche Korrelationskoeffizienten) für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, die zu folgenden Ergebnissen führten:

Winterweizen (2007-2013): $R = 0,0461$ $p = 0,0664$

Wintergerste (2007-2013): $R = 0,0050$ $p = 0,8656$

Winterraps (2007-2013): $R = 0,1058$ **$p = 0,0004$**

Während für Winterweizen und Wintergerste 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 ist der Zuwachs des Behandlungsindexes sehr gering, so dass auf den Versuch einer ohnehin schwierigen 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 7 Jahre überprüft. Die Analysen führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2013): $R = -0,0493$ $p = 0,0601$

Wintergerste (2007-2013): $R = 0,0527$ $p = 0,0837$

Winterraps (2007-2013): $R = 0,0539$ $p = 0,0835$

Die Daten zeigen, dass keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße vorlagen.

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.

Zuerst wurden auf der Basis aller zur Verfügung stehenden Einzelwerte der Jahre 2007 bis 2013 mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Sie führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2013): $R = 0,1099$ $p = <0,0001$
Wintergerste (2007-2013): $R = 0,2584$ $p = <0,0001$
Winterraps (2007-2013): $R = -0,1050$ $p = 0,0006$

Das heißt, 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.

Ohne hier auf die Daten genau einzugehen, bestätigte sich die Vermutung, dass die Behandlungsindices der Herbizide und der Wachstumsregler mit zunehmender Bodengüte steigen, in allen 3 Kulturen mit hoher Signifikanz.

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 2013 wurden mögliche Zusammenhänge mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Winterweizen (2007-2013): $R = 0,3917$ $p = <0,0001$
Wintergerste (2007-2013): $R = 0,2820$ $p = <0,0001$
Winterraps (2007-2013): $R = -0,0088$ $p = 0,7964$

Das heißt, 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 erkennen.

6.1.5.5 Vorfrucht

Der Effekt der Vorfrucht wurde für jede Kultur und Pflanzenschutzmittel-Kategorie geprüft. Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2013. Da bei Winterraps im Wesentlichen nur Wintergetreide als Vorfrucht vorkam, lohnte es sich nur bei Winterweizen und Wintergerste den Einfluss der unterschiedlichen Vorfrüchte auf die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität näher zu betrachten. Es erfolgten allerdings 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, Wintergerste und Winterraps standen in keiner Beziehung zu den unterschiedlichen Vorfruchtgruppen. Der höhere Wert für Winterraps nach Winterraps, eine ungewöhnliche Konstellation, basiert auf nur einem Feld.

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

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

Tab. 16: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2013

Vorfrucht						
Kultur	Blattfrüchte	Mais	Sommergetreide	Wintergetreide	Winterraps	
Anzahl Schläge						
Winterweizen	270	294	26	288	674	
Wintergerste	29	52	86	920	73	
Winterraps	3	2	71	1025	1	
Herbizide						
Winterweizen	1,6 (0,7)	1,6 (0,6)	1,9 (0,7)	2,0 (0,8)	2,0 (0,8)	
Wintergerste	1,3 (0,5)	1,5 (0,5)	1,6 (0,6)	1,7 (0,6)	1,8 (0,6)	
Winterraps	1,6 (0,2)	1,7 (0,4)	1,8 (0,6)	1,8 (0,6)	2,5 (0,0)	
Fungizide						
Winterweizen	1,9 (0,7)	2,0 (0,6)	2,1 (0,8)	2,1 (0,7)	2,0 (0,7)	
Wintergerste	0,9 (0,6)	1,4 (0,3)	1,3 (0,4)	1,3 (0,3)	1,3 (0,5)	
Winterraps	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	0,8 (0,3)	0,8 (0,3)	0,7 (0,0)	
Insektizide						
Winterweizen	0,9 (0,7)	0,9 (0,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,7)	1,0 (0,7)	
Wintergerste	0,4 (0,4)	0,3 (0,4)	0,3 (0,5)	0,5 (0,6)	0,5 (0,6)	
Winterraps	2,5 (0,7)	2,5 (0,7)	2,5 (0,9)	2,7 (1,0)	4,0 (0,0)	
Wachstumsregler bzw. Wachstumsregler/Fungizide						
Winterweizen	0,8 (0,5)	0,8 (0,4)	0,8 (0,6)	1,0 (0,5)	0,9 (0,5)	
Wintergerste	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)	0,7 (0,3)	0,8 (0,4)	0,9 (0,3)	
Winterraps	1,5 (0,4)	1,0 (0,3)	1,0 (0,5)	1,1 (0,5)	1,4 (0,0)	

6.1.5.6 Bodenbearbeitung

Wie der Tabelle 17 zu entnehmen ist, hatte die Grundbodenbearbeitung einen Einfluss auf die Intensität der Herbizidanwendungen in allen 3 Kulturen.

Bei **Winterweizen** erhöhte sich der Behandlungsindex bei pfluglosem Anbau im Durchschnitt aller Vorfruchtgruppen um 0,2, bei Winterraps sogar signifikant um 0,5, 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 zwischen Pflug und pfluglos war nach Winterraps gegeben. Signifikante Unterschiede waren auch bei den Vorfrüchten Sommer- und Wintergetreide gegeben. Der geringste Unterschied zeigte sich nach Mais. Zur Vorfrucht Blattfrüchte lagen nur wenige Daten vor. Bei **Winterraps** konnte für die Vorfruchtgruppe Wintergetreide eine hohe Stichprobe ausgewertet werden. Hier zeigte sich ein deutlicher, in der Summe der 7

Jahre hoch signifikanter Zuwachs der Herbizidaufwendungen bei pfluglosem Anbau um ca. 0,6 BI. Bei der Vorfrucht Sommergetreide wurde ein gleicher, ebenfalls signifikanter Unterschied festgestellt. Zur Vorfrucht Blattfrüchte lagen nur einzelne Daten vor.

Tab. 17: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex von Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps bei verschiedenen Vorfrüchten in den Vergleichsbetrieben in Deutschland. Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2013

Vorfrucht	gepflügt		pfluglos		Pr > t
	N	BI	N	BI	
Winterweizen					
Blattfrüchte	79	1,6 (0,8)	191	1,6 (0,8)	0,77446
Mais	220	1,6 (0,6)	74	1,7 (0,7)	0,85802
Sommergetreide	5	1,6 (0,4)	21	2,0 (0,8)	0,11011
Wintergetreide	179	2,0 (0,8)	109	2,1 (0,8)	0,56380
Winterraps	117	1,7 (0,6)	557	2,1 (0,9)	<0,0001
Wintergerste					
Blattfrüchte	15	1,3 (0,7)	14	1,3 (0,5)	0,76364
Mais	32	1,5 (0,5)	20	1,6 (0,6)	0,65750
Sommergetreide	50	1,4 (0,6)	36	1,8 (0,6)	0,00235
Wintergetreide	658	1,6 (0,6)	262	1,9 (0,8)	<0,0001
Winterraps	20	1,4 (0,5)	53	2,0 (0,7)	0,00033
Winterraps					
Blattfrüchte	1	1,5 (0,0)	2	1,6 (0,4)	*
Sommergetreide	16	1,3 (0,4)	55	1,9 (0,7)	<0,0001
Wintergetreide	466	1,4 (0,5)	559	2,0 (0,7)	<0,0001

* zu geringe Datenbasis

6.1.5.7 Aussaattermin

Der Zusammenhang zwischen Aussaattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen wurde für **Winterweizen** analysiert. Tabelle 18 dokumentiert die Korrelationskoeffizienten mit den dazugehörigen Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Beziehung zwischen Aussaattermin (Nummer des jeweiligen Jahrestages) und Behandlungsindex. Dabei ergaben sich deutliche, oft signifikante Hinweise auf eine negative Korrelation, d. h. je früher der Aussaattermin desto höher der Behandlungsindex. Bei Herbiziden und Wachstumsreglern waren diese relativ schwachen Beziehungen in 5 der 7 Jahre signifikant. Bei Fungiziden konnte in 3 der 7 Jahre eine signifikante schwach negative Korrelation zwischen dem Termin der Aussaat des Winterweizens und der

Anwendungsintensität belegt werden. Die Insektizidanwendungen wurden nur in 2 Fällen vom Aussattermin beeinflusst.

Tab. 18: Einfluss des Aussattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013, Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)

Jahr	N		Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler
2007	179	R	-0,0513	-0,1893	-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	0,9181	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	-0,2554
		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

6.1.5.8 Einfluss der Sorte

Im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes kommt dem Anbau resistenter Sorten eine besondere Bedeutung zu. Das Reduktionspotential für die Intensität des chemischen Pflanzenschutzes wird bei dem Anbau resistenter Sorten je nach Kultur als mittel bis hoch eingeschätzt. Zur Stabilisierung der Erträge ist es die Aufgabe der Resistenzzüchtung eine Sorte gegen den Angriff von Pathogenen zu schützen und ihre Toleranz z. B. hinsichtlich Trockenheit, Hitze und Kälte zu erhöhen.

Im aktuellen **Weizensortenspektrum** sind eine Vielzahl unterschiedlicher Resistenzgene gegen Krankheiten wie z. B. Mehltau, Gelbrost, Braunrost und *Septoria*-Blattdürre eingelagert (Anonymus, 2014). 66 % bzw. 64 % der Winterweichweizensorten (*Triticum aestivum* L.) verfügen über wirksame Mehltau- und Gelbrostresistenzgene und auch die quantitativ vererbte *Septoria*-Resistenz konnte in 21 % der aktuellen Weichweizensorten eingekreuzt werden.

In den Vergleichsbetrieben wurden im Jahr 2013 insgesamt 50 Winterweizensorten auf 243 Schlägen angebaut. Abbildung 8 zeigt den Anteil Schläge mit hoher (Note 1-3), mäßiger (Note 4-6) und geringer (Note 7-9) Resistenz für die Krankheiten Mehltau, *Septoria*-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium im Jahr 2013.

2007 wurden auf 59 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehлтаuresistenz mit Noten von 1-3 angebaut. Der Anteil war auch im Jahr 2013 ähnlich und lag bei 58 %. Im Gegensatz zur Mehлтаuresistenz, die in vielen Weizensorten wirksam ist, verfügen nur wenige Sorten über eine gute Resistenzwirkung gegenüber Septoria-Blattdürre. Dennoch hat der Anteil Schläge mit septoriaresistenten Sorten in den Vergleichsbetrieben über die Jahre von 2 % im Jahr 2007 um 12 % zugenommen und lag im Jahr 2013 bei 14 %. Diese Zunahme zeigt sich auch deutlich bei der Widerstandsfähigkeit der Sorten gegenüber Gelbrost. Während im Jahr 2007 lediglich 30 % der Schläge eine wirksame Resistenz aufwiesen, waren es im Jahr 2013 bereits 48 %, aber auch der Anteil hoch anfälliger Sorten mit Noten von 7-9 betrug 22 %. Gegenüber Braunrost und Ährenfusarium weisen die im Jahr 2013 angebauten Sorten meist eine mäßige Resistenz (Noten 4-6) auf.

Nur wenige Sorten zeigen eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber allen wichtigen pilzlichen Krankheiten. Der Anteil resistenter Sorten, die eine mittlere Resistenzausprägung von 1-3,5 (Mittel der Noten für die Krankheiten Mehltau, Septoria-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium) aufwiesen, schwankte innerhalb der Jahre zwischen 13 % und 19 % und betrug im Jahr 2013 16 %. Zur Überprüfung inwiefern diese höhere Resistenzausprägung Einfluss auf die Intensität der Fungizidanwendungen hatte, wurde der mittlere BI der resistenstesten Sorten der Jahre 2007 und 2013 mit dem mittleren BI aller angebauten Sorten verglichen. Der BI der 7 resistenstesten Sorten im Jahr 2007 betrug im Mittel 1,6; der mittlere BI über alle Schläge betrug 2,0. Dieser Unterschied erwies sich jedoch als nicht signifikant. Im Gegensatz dazu unterschied sich der mittlere BI der resistenstesten Sorten im Jahr 2013 mit 2,3 nicht von dem BI über alle Schläge. Dieser im Vergleich zu allen anderen Jahren hohe BI ist wahrscheinlich zurückzuführen auf den deutschlandweit hohen Befall mit Septoria-Blattdürre, der erhöhte Fungizidanwendungen erforderte.

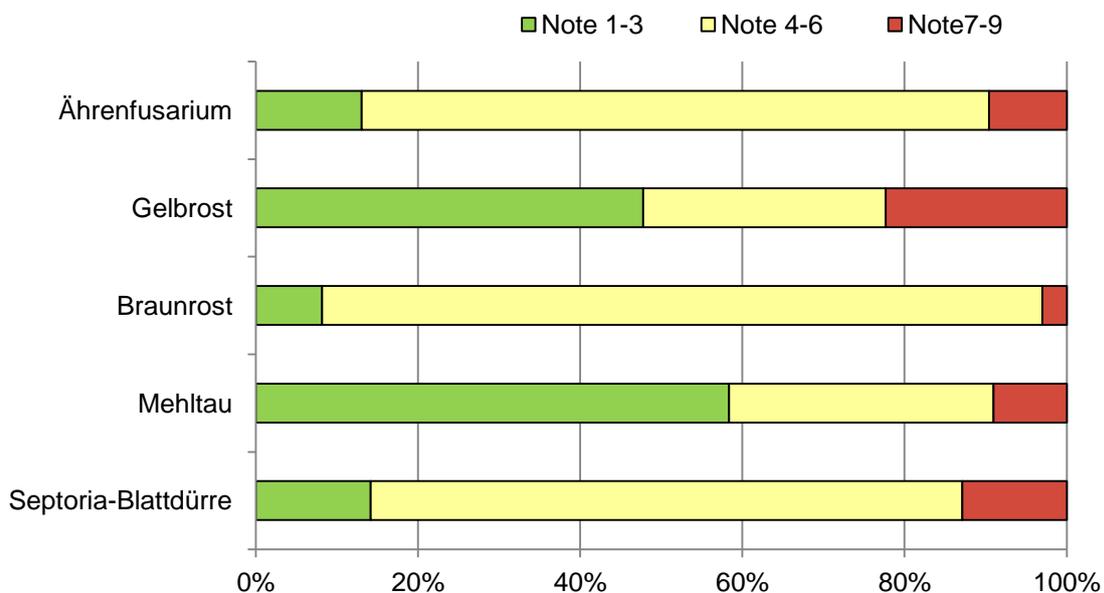


Abb. 8: Anteil Schläge mit hoher (Note 1-3), mäßiger (Note 4-6) und geringer (Note 7-9) Resistenz gegenüber den Krankheiten Mehltau, Septoria-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2013

Im aktuellen Sortenspektrum der **Wintergerste** sind unterschiedliche Resistenzgene gegen die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost eingelagert (Anonymus 2012). 25 % bzw. 26 % der Wintergerstensorten verfügen über eine wirksame Mehltau- und Zwergrostresistenz. Resistenzen gegen die Krankheiten Netzflecken und Rhynchosporium konnten in nur 6 % bzw. 5 % der Sorten eingekreuzt werden.

In den Vergleichsbetrieben wurden im Jahr 2013 insgesamt 27 Wintergerstensorten auf 167 Schlägen angebaut. In Abbildung 9 ist der Anteil Schläge mit hoher (Note 1-3), mäßiger (Note 4-6) und geringer (7-9) Resistenz für die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost im Jahr 2013 dargestellt.

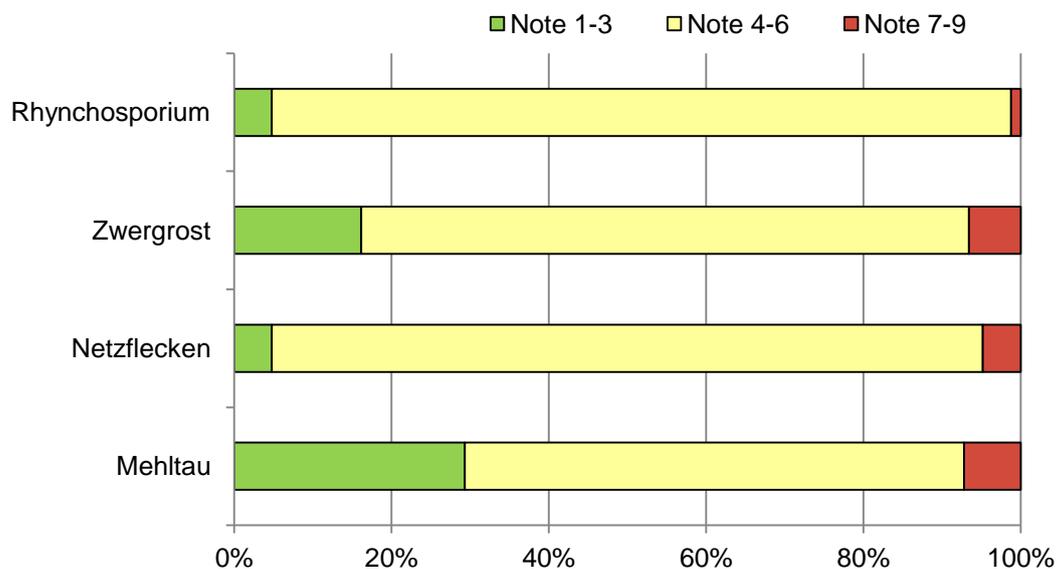


Abb. 9: Anteil Schläge mit hoher (Note 1-3), mäßiger (Note 4-6) und geringer (Note 7-9) Resistenz gegenüber den Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2013

2007 wurden auf 54 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehltaresistenz mit Noten von 1-3 angebaut. Der Anteil war im Jahr 2013 wesentlich niedriger und betrug 30 %. Zwergrostresistente Sorten wurden im Jahr 2007 auf 46 % der Schläge angebaut, im Jahr 2013 lag dieser Anteil bei nur noch 33 %. Der geringe Anteil Sorten mit einer wirksamen Rhynchosporiumresistenz von nur 5 % im Jahr 2013 ist auf den geringen Anteil resistenter Sorten im Sortenspektrum von nur 6 % zurückzuführen (Anonymus 2014). Im Jahr 2007 zeigten 6 Sorten (Laverda, Naomie, Alinghi, Passion, Marilyn, Fridericus) eine mittlere Resistenzausprägung (Mittel der Noten für die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost) von 3-3,5. Im Jahr 2013 waren es nur noch zwei Sorten (Antonella, Kathleen). Resistenz gegen die wichtigste Gerstenkrankheit den Netzflecken weisen die Sorten Antonella und California auf, die im Jahr 2013 auf 8 Schlägen angebaut wurden.

6.1.5.9 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen

Das Netz Vergleichsbetriebe ermöglicht auch Analysen der verwendeten Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz, da bei jeder Pflanzenschutzmaßnahme auch dokumentiert wurde, auf welcher Grundlage sie erfolgte. Dazu wurden allerdings nur die Daten von 2007 auf mögliche Zusammenhänge zwischen der Anwendung von Entscheidungshilfen und der Anwendungsintensität der einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den 3 Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps untersucht (Freier et al., 2011).

Bei der Auswertung von 1412 Pflanzenschutzmaßnahmen wurden 96 unterschiedliche schriftliche Angaben gemacht, auf welcher Entscheidungsgrundlage diese Maßnahmen durchgeführt wurden. Die unterschiedlichen Angaben zu den verwendeten Entscheidungshilfen konnten in 4 Gruppen zusammengefasst werden. Dabei zeigte sich, dass bei mindestens 70 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen bonitiert oder ein Feldbesuch durchgeführt wurde. Im Getreide wurde vor Bekämpfungsentscheidungen relativ häufig bonitiert (in über 40 % der Fälle). Eine Feldbegehung mit einer Befallseinschätzung erfolgte vor ca. 30 % aller Maßnahmen. Bei Winterraps war das Verhältnis genau umgekehrt, d. h., ein Drittel aller Pflanzenschutzmaßnahmen basierte auf Bonituren und Gelbschalenfängen mit Schwellenwertabgleich und 40 % der Maßnahmen fußten auf Feldbegehungen mit einer Befallseinschätzung. Die Maßnahmen, die nur auf Warndienstmeldungen und allgemeinen Beratungsempfehlungen basierten, waren mit 16 % (Winterweizen), 13 % (Wintergerste) und 11 % (Winterraps) eher selten. Den kleinsten Anteil nahmen vorbeugende bzw. Routine-Pflanzenschutzmaßnahmen ein.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auch versucht, den Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfe auf den Behandlungsindex der jeweiligen Pflanzenschutzmittel-Kategorie zu ermitteln. Diese Analyse erwies sich aber als schwierig, da hierbei auch die negativen Entscheidungen, d. h. Entscheidungen gegen eine Bekämpfung, berücksichtigt werden müssten. Dazu lagen aber keine Daten aus den Vergleichsbetrieben vor.

6.1.6 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen

Auf der Basis der Daten der Jahre 2007 bis 2010 wurden auch die Kosten der Pflanzenschutzmittelanwendungen analysiert (Kamrath et al., 2012).

Für die in den Vergleichsbetrieben verwendeten Pflanzenschutzmittel wurde eine Preisliste auf der Grundlage der Preislisten von Raiffeisen Pflanzenschutz und Beiselen Pflanzenschutz für in der Praxis typische Gebindegrößen erstellt. Außerdem wurden Überfahrtskosten in Höhe von 10 € pro ha angenommen, die bei Einzelmaßnahmen voll und Tankmischungen anteilig pro Maßnahme wirksam wurden. Rabatte wurden nicht berücksichtigt. Somit konnte für jede Pflanzenschutzmaßnahme ein Kostenwert berechnet werden.

Im Winterweizen waren Herbizid- und Fungizidmaßnahmen, sowohl bezogen auf die Einzelmaßnahme und auf den Behandlungsindex = 1,0 als auch im Hinblick auf die Gesamtkosten pro ha, am teuersten, Insektizid- und Wachstumsregler-Anwendungen dagegen relativ preiswert. Während die Herbizid- und Fungizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2010 und aller Betriebe ca. 75 € und 110 € pro ha kosteten, lagen die Kosten der Insektizid- und Wachstumsregler mit ca. 18 € und 23 € verhältnismäßig niedrig. Für alle Pflanzenschutzmaßnahmen wurden in den Vergleichsbetrieben ca. 215 € pro ha und Jahr ausgegeben.

Im Hinblick auf die Kosten pro Pflanzenschutzmaßnahme zeichnete sich im Winterraps ein ähnliches Bild wie beim Winterweizen ab: Herbizide und Fungizide (ab Blüte) waren pro Maßnahme am teuersten und Insektizide und Wachstumsregler (inkl. Fungizide bis Blüte) am preiswertesten. Bei den Kosten pro Behandlungsindex = 1,0 lagen demgegenüber auch die Kosten der Wachstumsregler (inkl. Fungizide bis Blüte) hoch. Die Gesamtkosten für die Pflanzenschutzmaßnahmen pro ha und Jahr beliefen sich bei den Herbiziden auf ca. 110 € und bei allen anderen Kategorien auf 50 €. Somit betragen die Gesamtkosten für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Vergleichsbetrieben in Winterraps ca. 245 €, d. h. deutlich über dem Mittelwert von Winterweizen.

Die Daten verdeutlichen, dass in Winterweizen die Fungizidanwendungen die höchste Kostenposition darstellten. Rechnet man in Winterraps die Kosten für Fungizide und Wachstumsregler, die in der Regel auch eine fungizide Wirkung zeigen, zusammen, so erscheint der Unterschied zwischen Winterweizen und Winterraps in dieser Kategorie eher gering. In Winterraps ragen die Herbizidkosten heraus, sie sind deutlich höher als in Winterweizen.

6.1.7 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 und 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 2013 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) einschließen.

6.1.7.1 Winterweizen

Der Gesamt-Behandlungsindex in Winterweizen lag im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2013 bei 5,8. 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 2013 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 19).

Die Intensität der Anwendung von **Herbiziden** war mit mittleren Behandlungsindices um 1,9 in den 7 Jahren sehr ähnlich. Die großregionalen Unterschiede der mittleren Behandlungsindices der Herbizide hielten sich in Grenzen (etwas höhere Werte im Westen). Die Betriebe reduzierten die Aufwandmengen durch situationsbezogene Dosierung im Durchschnitt um ca. 30 %. Die Reduzierung der Aufwandmengen war in Tankmischungen (fast die Hälfte aller Maßnahmen) deutlich größer als bei Einzelanwendungen, wobei die mittlere Dosierung in Tankmischungen bei ca. 50 % der zugelassenen Aufwandmenge lag. Teilflächenbehandlungen machten nur ca. 4 % aller Herbizidanwendungen aus, wenngleich festgestellt 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. Im Mittel aller Fungizidanwendungen reduzierten die Betriebe die Dosis um ca. 40 %. Diese beachtliche Reduktionsrate wird in Fachkreisen unterschiedlich bewertet. Teilweise wird auf die Förderung einer möglichen Ausbildung von Resistenzen verwiesen. Teilflächenapplikationen wurden sehr selten durchgeführt (weniger als 1 % aller Anwendungen), sie wirkten sich nicht auf den Behandlungsindex aus. Die Intensität der Fungizidanwendung beurteilten die Berater im Wesentlichen, d. h. bei 87 % aller Maßnahmen, als angemessen. Dabei zeigte sich ein leichter Trend in Richtung Einhaltung des notwendigen Maßes.

Tab. 19: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Summe
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 %
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	584	2399
notwendiges Maß	668	814	156	539	2177
Abweichungen vom notwendigen Maß	21	90	66	45	222
	3,0 %	10,0 %	29,7 %	7,7 %	9,3 %

Besonders auffällig waren die hohen Behandlungsindices in der Großregion Norden in allen Jahren und teilweise im Westen. Als Gründe dafür sind der Befallsdruck insbesondere durch die wichtigste Krankheit, Septoria-Blattdürre (*Mycosphaerella graminicola*), in allen 7 Jahren, sowie das starke Auftreten von Braunrost (*Puccinia triticina*) und *Fusarium* spp. (anhaltende Niederschläge im Infektionszeitraum) im Jahr 2007 zu nennen. Im Jahre 2008 wurde zudem ein Starkbefall für die Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*) prognostiziert, der in gefährdeten Regionen zeitige Behandlungen und damit Folgebehandlungen verursachte. Die Jahre 2009 und 2010 waren auf Grund der Witterungsbedingungen durch ein insgesamt moderates Krankheitsauftreten gekennzeichnet. Die 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.

Die Anwendung von **Insektiziden** lag in den 7 Jahren bei einem Behandlungsindex um 1,0. Im Norden und Westen wurden signifikant mehr Insektizide ausgebracht als im Osten und Süden. Dieses Grundmuster offenbarte sich in allen 7 Jahren. Im Durchschnitt der Jahre betrug die Intensität der Insektizidanwendung im Süden nur ein Drittel 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 für Insektizide eine besonders große Streuung zwischen den einzelnen Feldern. Teilflächenapplikationen betrafen nur 2 % der Insektizidmaßnahmen, so dass beide Faktoren keinen Einfluss auf den Behandlungsindex ausüben konnten. Im Mittelpunkt stand die Bekämpfung der Getreideblattläuse als Vektoren des Gerstengelverzwergungsvirus (BYDV) und vor allem als Saugschädlinge an den Infloreszenzen während der Blüte des Weizens. 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 in den Bewertungen der Berater wiederholt Hinweise auf ungezielte, vorbeugende Maßnahmen gegen Getreideblattläuse als Vektoren und Direktschädlinge sowie gegen Getreidehähnchen. In den Jahren 2008 bis 2013 wurden bei ca. 20 bis 40 % der Maßnahmen Abweichungen vom notwendigen Maß, dabei im Wesentlichen unnötige Maßnahmen, angemahnt. Im Durchschnitt der Jahre lag dieser Wert bei 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 7 Jahren mit einer relativ geringen und zwischen den Jahren wenig variierenden Intensität von ca. 0,9 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 6 %.

6.1.7.2 Wintergerste

In Wintergerste lag der Gesamt-Behandlungsindex im Mittel der 7 Jahre bei 4,2 und 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 2013 90 % der Pflanzenschutzmaßnahmen als notwendiges Maß eingestuft (Tabelle 20). Die meisten kritischen Anmerkungen betrafen wie schon beim Winterweizen die Insektizidmaßnahmen und teilweise die Fungizidanwendungen.

In den 7 Jahren wurden mit Behandlungsindices um 1,8 nahezu gleich hohe Intensitäten der **Herbizid**anwendungen registriert. Bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Großregionen waren nicht zu erkennen. Die Aufwandmengen wurden um rund 1/3 reduziert. In Tankmischungen, die in den Jahren 2007 bis 2012 analysiert wurden und etwa die Hälfte aller Maßnahmen ausmachten, waren die Dosierungen um ca. 1/4 niedriger als bei den Soloanwendungen. 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. Wetter, Vorfrucht, Durchwuchs und Bodenbearbeitung.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag erwartungsgemäß im Vergleich zum Winterweizen um ca. 0,7 niedriger. 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 nicht. Die Betriebe wendeten die Fungizide mit deutlich reduzierten Aufwandmengen an. Die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen war mit durchschnittlich 55 % sogar noch niedriger als in Winterweizen. Teilflächenmaßnahmen spielten mit weniger als 1 % aller Anwendungen keine Rolle. Die überraschenderweise in allen Großregionen nahezu gleich hohen Fungizidaufwendungen in der Wintergerste resultierten aus der in der Regel notwendigen Bekämpfung von mindestens einer der 4 Hauptkrankheiten – Netzflecken (*Pyrenophora teres*), Getreidemehltau (*Blumeria graminis*), Rhynchosporium-Blattflecken (*Rhynchosporium secalis*), Zwergrost (*Puccinia hordei*) – im Verlauf der Vegetationsperiode, wobei generell die Beschränkung auf eine Behandlung angestrebt wurde. Die Experten der Landespflanzenschutzdienste bewerteten die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen in den 7 Jahren recht unterschiedlich. So machten sie in den Jahren 2007, 2011 und 2012 nur bei ca. 7 %, aber in den Jahren 2008 bis 2010 und 2013 bei ca. 20 % der Fungizidmaßnahmen kritische Anmerkungen im Zusammenhang mit der Einhaltung des notwendigen Maßes. Tendenzielle Erkenntnisse konnten sich hieraus jedoch nicht ableiten.

Tab. 20: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Summe
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 %
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 %

Die Anwendungen von **Insektiziden** gingen im Verlauf der 7 Jahre im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe von 0,9 im Jahr 2007, als ein besonders starkes Auftreten der Blattläuse als Vektoren des Gerstengelbverzweigungsvirus (BYDV) verzeichnet wurde, auf 0,3 bis 0,6

BI in den letzten 6 Jahren zurück und lagen damit niedriger als in Winterweizen. Die Maßnahmen richteten sich nahezu ausnahmslos gegen die Vektoren des Gerstengelbverzwergungsvirus (BYDV) im Herbst. Im Frühjahr spielten Blattläuse als Saugschädlinge und andere Schädlinge keine 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, in den Jahren 2008 bis 2013 wurde allerdings häufig, d. h. bei ca. einem Drittel der Insektizidanwendungen, auf unnötige Maßnahmen verwiesen, vor allem wenn Behandlungen erfolgten, obwohl die Wintergerste nicht zu 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.

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 höchsten Werte im Norden und die niedrigsten Intensitäten im Süden festgestellt. 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.

6.1.7.3 Winterraps

Tabelle 21 informiert über die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps. In den Jahren 2007 bis 2013 wurden im Durchschnitt 87 % aller Pflanzenschutzmittel-Anwendungen als notwendiges Maß eingestuft, wobei die große Mehrheit der kritischen Kommentare den Insektizidmaßnahmen galt. Somit spiegeln die in den 7 Jahren berechneten Behandlungsindices, die von 5,4 im Jahr 2007 über 5,9, 6,4, 6,4, 6,7 und 6,9 in den Folgejahren bis 7,0 im Jahr 2013 eine signifikante Zunahme zeigten, mit gewissen Abstrichen das notwendige Maß wider.

In Winterraps wurden **Herbizide** über die Jahre mit einer einheitlichen Intensität angewendet (ca. 1,8 BI). Erwähnenswerte Unterschiede zwischen den Großregionen waren nicht zu erkennen. Herbizide wurden im Durchschnitt um 1/4 reduziert angewendet und damit nicht so stark wie bei den beiden Getreidearten. Tankmischungen, in denen die Herbizide vergleichsweise zu Einzelanwendungen stärker reduziert wurden, machten bei einer Untersuchung im Jahre 2007 nur 12 % aller Herbizidanwendungen aus. Teilflächenanwendungen von Herbiziden erfolgten in Winterraps bei ca. 5 % aller Maßnahmen, bevorzugt auf großen Schlägen.

Die Bewertung der Anwendung von **Fungiziden** und Wachstumsreglern in Winterraps erwies sich als schwierig, denn aufgrund der zweiseitigen Indikationen einiger Präparate wurden Wachstumsregler und Fungizide, die im Herbst und vor der Blüte appliziert wurden, zusammengefasst und Fungizide ab Blühbeginn als weitere Kategorie definiert. Im Vergleich der Jahre zeigte sich, dass die Blütenbehandlungen gegen die Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) zwischen 2008 und 2013 mit ca. 0,8 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. Ganz schwach deuteten sich etwas höhere Behandlungsindices in der Großregion Norden an. 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 die Anwender zum Teil mit dem größeren Vegetationsvolumen begründeten. 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 meisten kritischen Einwände erfolgten 2012.

In der Kategorie **Wachstumsregler/Fungizide** stellte sich über die 7 Jahre ein einheitlicher Level von 1,1 BI ein, nur 2012 und 2013 waren die Anwendungen etwas höher. Großregionale Unterschiede traten nicht in Erscheinung. 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. 13 % 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 (Anonymus, 2012).

Insektizide wurden in Winterraps in erwartungsgemäß hoher Intensität appliziert, allerdings mit einem kräftigen Zuwachs in den Jahren 2009 bis 2013. Zwischen den Großregionen zeigten sich insbesondere in den letzten Jahren Unterschiede, wobei die höchsten Anwendungen im Norden, 2012 und 2013 auch im Westen, vorkamen. Dennoch 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. Im Herbst erfolgten einige Rapserrdflohbekämpfungen, obwohl die Bekämpfungsschwelle nicht überschritten und der

Raps mit Insektizid gebeizt gedrillt wurde. Außerdem gab es einige Hinweise, dass bei der Fungizidanwendung gegen *Sklerotinia sclerotiorum* in der Blüte ein Insektizid gegen Schotenschädlinge vorsorglich zugesetzt wurde. Aber auch bei der Stängelrüssler- und Rapsglanzkäferbekämpfung wurden unnötige Maßnahmen konstatiert. Eine Analyse der besonders hohen Behandlungsindices für Insektizide in Winterraps zeigte, dass diese nicht in jedem Fall mit einem hohen Anteil unnötiger Maßnahmen in Verbindung standen, also notwendig waren, weil alle relevanten Schädlinge besonders stark vorkamen und zudem zum Teil auch noch unerwartete Resistenzprobleme auftraten.

Tab. 21: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

Bewertung	Herbizide	Fungizide in der Blüte	Insektizide	Wachstumsregler/ Fungizide	Summe
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 %
2010					
Anzahl					
Bewertungen	430	194	499	377	1500
notwendiges Maß	409	174	410	347	1340
Abweichungen vom notwendigen Maß	21	20	89	30	160
	4,9 %	10,3 %	17,8 %	8,0 %	10,7 %
2011					
Anzahl					
Bewertungen	429	177	511	331	1448
notwendiges Maß	413	160	454	294	1321
Abweichungen vom notwendigen Maß	16	17	57	37	127
	3,7 %	9,6 %	11,2 %	11,2 %	8,8 %

Bewertung	Herbizide	Fungizide in der Blüte	Insektizide	Wachstumsregler/ Fungizide	Summe
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 %

6.1.7.4 Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Es 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 aber zeigte sich ein positiver signifikanter Zusammenhang. Eine gesicherte Interpretation dieses Ergebnisses fällt schwer.

Zwischen der **Betriebsgröße** und dem Behandlungsindex bestanden keine gesicherten Zusammenhänge.

Der Vergleich der **Ackerzahl** der Weizen- und Gerstenfelder mit dem Behandlungsindex ergab eine schwache, aber hoch signifikante positive Korrelation. In Feldern mit weniger als 40 Bodenpunkten war eine signifikant geringere Pflanzenschutzintensität zu erkennen. Bei Winterraps war auch ein signifikanter Zusammenhang nachzuweisen, allerdings genau umgekehrt. Im Hinblick auf die Behandlungsnotwendigkeit konnte für die entgegengesetzten Zusammenhänge 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 Raps auf guten Standorten zu bauen.

Zwischen dem **Ertrag** und dem Behandlungsindex bestand analog zur Ackerzahl bei Winterweizen und Wintergerste ein hoch 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.

Die konservierende **Bodenbearbeitung** war in der Regel mit höherer Herbizidintensität verbunden. Insgesamt gesehen hielten sich die Mehraufwendungen von glyphosathaltigen

Herbiziden mit BI = 0,2, 0,4 und 0,6 in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Grenzen, d. h. nicht alle pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt und wenn, dann überwiegend mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

In Winterweizen ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation zwischen dem **Aussattermin** und der Anwendungsintensität von Herbiziden und Wachstumsreglern, in mehreren 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 2013 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. Da die Sorten mehrheitlich moderate mittlere Resistenzwerte zwischen 4 und 5,5 im Durchschnitt der wichtigsten Krankheiten aufwiesen, schien eine Anpassung der Fungizidmaßnahmen an diese geringen Resistenzunterschiede bei den angebauten Winterweizensorten für viele Landwirte kein Thema zu sein.

Die spezielle Auswertung der benutzten **Entscheidungshilfen** im Jahr 2007 machte deutlich, dass ein erfreulich hoher Anteil, ca. 70 %, der Pflanzenschutzmaßnahmen auf der Grundlage von Feldbegehungen und Befallseinschätzungen (ca. 30 %) sowie Befallsermittlungen mit Schwellenwertabgleich (ca. 40 %) erfolgten. Ein Zusammenhang mit der Höhe des Behandlungsindex konnte aber nicht festgestellt werden.

6.1.7.5 Weitere Kulturen

Die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben ist Tabelle 22 zu entnehmen. Die Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Kartoffeln wurden bis 2012 durchweg als notwendiges Maß beurteilt. Nur im Jahr 2013 lieferten die Experten einige kritische Kommentare, insbesondere zu einigen Anwendungen von Fungiziden. Allerdings wurden die höheren Fungizidanwendungen im Jahre 2007 in Kartoffeln als notwendiges Maß gewertet, da im Norden und Westen Deutschlands auf Grund anhaltender Niederschläge eine Epidemie der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) auftrat und die Beratung zu entsprechend häufigen Fungizidmaßnahmen aufrief (Brendler und Scheid, 2007). Im Mais gab es in den 1.484 Bewertungen nur in den Jahren 2008, 2010, 2011 und 2013 einige wenige kritische Anmerkungen. Im Mais wurden 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. 90 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen als gezielt und angemessen. Die Daten deuten darauf hin, dass für Triticale und Winterroggen sehr ähnliche Pflanzenschutzintensitäten wie für Wintergerste gelten.

Bei der Zuckerrüben fielen im Vergleich zu den anderen Jahren höhere mittlere Behandlungsindices in den Jahren 2011 bis 2013 auf, die durch Mehraufwendungen von Herbiziden infolge geringerer Bodenwirkung aufgrund von Trockenheit vor allem im Westen Deutschlands zustande kamen. Die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität im Jahre

2009 wurde mit den Ergebnissen der NEPTUN-Erhebung im selben Jahr verglichen. Die Behandlungsindices der Herbizide und Fungizide waren im Durchschnitt der Vergleichsbetriebe geringer als in der NEPTUN-Auswertung: 2,3 gegenüber 2,8 und 0,8 gegenüber 1,2 (Roßberg, 2010a).

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

Tab. 22: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

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	508
notwendiges Maß	180	225	90	87	462
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	9	12	7	46
	0,0 %	3,8 %	11,8 %	7,4 %	9,1 %
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	7	9	27	21	42
notwendigen Maß	5,9 %	3,2 %	11,2 %	10,0 %	8,0 %

6.2 Freilandgemüsebau

6.2.1 Datengrundlage

Wie schon in Tabelle 2 dokumentiert, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2013 22, 26, 28, 20, 26, 26 bzw. 25 Betriebe mit Freilandgemüse-Anbau beteiligt. Die Anzahl der Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die in die Auswertung einbezogen werden konnten, zeigt Tabelle 23. Leider standen im Jahr 2010 bei Weißkohl 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 Weißkohl wurden nicht berücksichtigt. Aufgrund der geringen Stichprobengrößen wurde auf die Zuordnung der Betriebe auf die Erhebungsregionen verzichtet. Dies ist auch insofern sinnvoll, da innerhalb bestimmter Erhebungsregionen, wie z. B. 1009, keine einheitlichen Bedingungen für den Gemüseanbau vorliegen.

Tab. 23: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen)

	Weißkohl	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)

6.2.2 Behandlungsindices

Tabellen 24 und 25 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) für Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013. Wegen der begrenzten Stichprobengrößen erfolgte keine Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen Regionen oder Jahren.

Weißkohl

Im Weißkohl (Frischvermarktung) lagen die Behandlungsindices für alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Durchschnitt in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013 bei **13,1, 9,2, 8,6, 8,6, 9,9, 8,1** und **8,4**, wobei die höhere Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität im Jahr 2007 insbesondere durch die Insektizidanwendungen, die den Hauptteil der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ausmachten, bestimmt wurde. Eine Tendenz zu einer höheren oder niedrigeren Behandlungsintensität über die 7 Jahre war nicht festzustellen.

In der NEPTUN-Auswertung im Jahr 2009 lag der Behandlungsindex für Weißkohl (alle Nutzungsformen) mit 10,1 etwas höher als in den Vergleichsbetrieben (2009: 8,6) (Roßberg, 2010a).

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 auf Grundlage der gleichen Datenbasis geprüft, ob der Aussattermin Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung hatte. Während sich die Herbizidanwendungen bei früher und später Aussaat nicht unterschieden, stellte sich eine leicht höhere Intensität der Fungizidanwendungen und eine um ca. 3,0 BI höhere Intensität der Insektizidspritzungen bei später Aussaat heraus. Bei den Insektiziden war der Unterschied signifikant.

Möhren

Bei Möhren (Bund- und Waschmöhren) betragen die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013 **7,1, 5,5, 6,0, 5,1, 6,4, 6,8** und **5,5**. Die höheren Werte im Jahr 2007 und 2012 ergaben sich aus Mehraufwendungen bei Fungiziden und Insektiziden (2007) bzw. Herbiziden (2007 und 2012) im Vergleich zu den anderen Jahren. Auffällig waren die insgesamt relativ hohen Aufwendungen für Herbizide. Bei einem Vergleich der je 24 Felder mit 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). Im Verlauf der 7 Jahre zeichnete sich kein Trend zu einer höheren oder niedrigeren Anwendungsintensität der Pflanzenschutzmittel ab.

In der NEPTUN-Erhebung im Jahr 2009 stellte sich ein sehr hoher Behandlungsindex heraus, der doppelt so hoch war wie bei der ersten NEPTUN-Aufnahme im Jahr 2005 (Roßberg, 2010a) und bei den Vergleichsbetrieben im Jahr 2009.

Spargel

Für Spargel ließen sich in den Vergleichsbetrieben Behandlungsindices von **7,9** (2007), **8,4** (2008), **7,1** (2009), **8,8** (2010) **7,6** (2011), **7,3** (2012) und **6,8** (2013) errechnen, die in allen 7 Jahren durch die relativ hohen Fungizidanwendungen geprägt wurden. Wenngleich die mittlere Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Spargel in den 7 Jahren ähnlich war, verweisen die Standardabweichungen auf große Unterschiede bei der Pflanzenschutzmittel-Anwendung zwischen den Feldern. Eine bestimmte Tendenz der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ließ sich in den 7 Jahren nicht erkennen. Die NEPTUN-Aufnahme im Spargel im Jahr 2009 führte mit 7,8 zu einem höheren Behandlungsindex als bei den Vergleichsbetrieben (Roßberg, 2010a).

Zwiebeln

Für die Analyse der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Zwiebeln standen im Jahr 2007 nur Daten von 3 Flächen eines Betriebes, in den Jahren 2008, 2009, 2011 und 2012 von 9 Feldern dreier Betriebe und im Jahr 2010 lediglich 6 Flächen von 2 Betrieben zur Verfügung, so dass bei dieser Datenlage ein Jahresvergleich nur bedingt vorgenommen werden kann. Die mittleren Behandlungsindices betragen im Jahre 2007 **16,1** und in den Folgejahren **9,1**, **8,9**, **6,4**, **9,9**, **9,2** und **9,0**. Die Mittelwerte verweisen auf sehr ähnliche Intensitäten, wenn man mal vom hohen Wert im Jahr 2007 und vom auffällig niedrigen Wert im Jahr 2010 absieht. Der hohe Wert im Jahr 2007 ergab sich in erster Linie aus den zahlreichen Anwendungen der Insektizide und Fungizide in einem Betrieb. Bestimmte Tendenzen der Behandlungsintensität innerhalb der 6 Jahre waren nicht auszumachen.

Bei der NEPTUN-Auswertung im Jahre 2009 lag der Gesamt-Behandlungsindex mit 11,1 (Roßberg, 2010a) höher als in den Vergleichsbetrieben, wobei hier die kleine Stichprobe zu beachten ist.

Tab. 24: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2007-2013	
Herbizide															\bar{x}	
Weißkohl	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)	1,3	(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)	2,6	(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)	1,6	(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)	3,6	(1,1)
Fungizide															\bar{x}	
Weißkohl	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)	2,8	(1,6)
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)	2,3	(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)	4,6	(2,3)
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)	4,1	(2,0)
Insektizide															\bar{x}	
Weißkohl	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)	5,4	(3,3)
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)	1,1	(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)	1,5	(1,4)
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)	1,5	(1,3)

Tab. 25: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2007-2013	
Wachstumsregler															\bar{x}	
Weißkohl	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)
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)
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)	0,1	(0,2)
Gesamt															\bar{x}	
Weißkohl	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)	9,4	(4,2)
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)	6,1	(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)	7,7	(3,3)
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)	9,3	(3,2)

6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Tab. 26: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

Kultur	Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	\bar{x}
Weißkohl	Herbizide	56 %	63 %	79 %	82 %	61 %	79 %	65 %	82 %
	Fungizide	96 %	94 %	98 %	100 %	95 %	96 %	98 %	98 %
	Insektizide	98 %	106 %	100 %	99 %	98 %	99 %	100 %	99 %
Möhren	Herbizide	63 %	61 %	60 %	60 %	58 %	59 %	56 %	60 %
	Fungizide	97 %	99 %	96 %	97 %	102 %	100 %	99 %	99 %
	Insektizide	103 %	101 %	100 %	100 %	98 %	98 %	96 %	98 %
Spargel	Herbizide	66 %	77 %	69 %	63 %	63 %	62 %	53 %	77 %
	Fungizide	87 %	95 %	98 %	98 %	97 %	96 %	100 %	98 %
	Insektizide	100 %	96 %	100 %	97 %	100 %	100 %	98 %	98 %
Zwiebeln	Herbizide	63 %	57 %	64 %	80 %	64 %	63 %	64 %	64 %
	Fungizide	95 %	100 %	99 %	100 %	100 %	100 %	97 %	99 %
	Insektizide	100 %	95 %	82 %	100 %	95 %	100 %	100 %	95 %
	Wachstumsregler	-	-	-	-	100 %	100 %	100 %	100 %

Die Betriebe haben Herbizide in allen 4 Gemüsekulturen in der Regel mit deutlich reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tabelle 26). Dagegen wurden Fungizide und Insektizide sowie Wachstumsregler (nur in einigen Jahren in Zwiebeln) fast ausschließlich mit der zugelassenen Dosis appliziert. Zwischen den 7 Jahren konnten keine gravierenden Unterschiede festgestellt werden. Auffällig waren lediglich die schwankenden Dosierungen bei den Herbizidanwendungen im Weißkohl.

6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Während im Jahr 2007 für Weißkohl (Frischvermarktung) 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 Landespflanzenschutzdienste 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 27, 28 und 29 wurden die Ergebnisse der Bewertungen in Weißkohl, Möhren und Spargel zusammengestellt. Wegen der geringen Datenbasis in Zwiebeln werden die Ergebnisse der Bewertungen nur zusammenfassend im Text genannt.

Für **Weißkohl** (Frischvermarktung) lässt sich festhalten, dass im Norden mehr Fungizide, im Süden jedoch mehr 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. 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 Fungizide in deutlich höheren Dosierungen – im Durchschnitt mit 98 % der maximalen Aufwandmenge - appliziert wurden als zum Beispiel im Ackerbau.

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. Der höhere Einsatz von Fungiziden und vor allem Insektiziden bei später Aussaat wurde oftmals mit einem stärkeren Auftreten der Schaderreger im Sommer im Vergleich zum Frühjahr begründet. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden in den letzten 3 Jahren 2011 bis 2013 von den Experten auffällig weniger kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale abgegeben, wobei in diesen 3 Jahren 92 % aller Maßnahmen positiv bestätigt wurden.

Tab. 27: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weißkohl (Frischvermarktung) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
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 %

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
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 %
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 %

Bei **Möhren** (Bund- und Waschmöhren) herrschte die niedrigste Intensität von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter den 4 Gemüsekulturen vor. Die im Gegensatz zu den hier vorliegenden Daten auffällig hohen Behandlungsindices in der NEPTUN-Erhebung im Jahr 2009 sind nicht erklärbar (Roßberg, 2010a). 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 widerspiegeln eher geringe schlagspezifische Unterschiede bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Dabei wurde die große Mehrheit der Pflanzenschutzmittel-Applikationen, d. h. 83 % (2007), 86 % (2008), 90 % (2009), 94 % (2010), 96 % (2011), 94 % (2012) und 90 % (2013), von den Experten als notwendiges Maß bestätigt, wobei die kritischen Äußerungen alle Kategorien der Pflanzenschutzmittel einschlossen. Die festgestellten höheren Aufwendungen an Insektiziden bei Bundmöhren im Vergleich zu Waschmöhren erklärten sich aus dem Ziel, die Ware mit optisch sauberem, insektenfreiem Grün an den Handel zu liefern.

Tab. 28: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Bund- und Waschmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
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 %
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 %

Die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf den **Spargelfeldern** unterschieden sich in den 7 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. In den 6 Folgejahren fanden 97 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen die Zustimmung der Experten. Die wenigen kritischen Kommentare betrafen im Wesentlichen Fungizidanwendungen.

Tab. 29: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
2007				
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 % ¹	19,0 % ¹
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 %

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
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 %

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 Herbiziddosierungen 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 2013 nahezu alle Herbizid- und Fungizidmaßnahmen dem notwendigen Maß. Allerdings verwiesen die Experten im Jahr 2010 auf mehrere unnötige Insektizidanwendungen, in den Jahren 2011, 2012 und 2013 wurden jedoch alle Insektizidmaßnahmen als notwendiges Maß bewertet.

6.3 Obstbau

6.3.1 Datengrundlage

Tabelle 30 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 Obstbaumspinnmilbe (*Tetranychus ulmi*) und die Rostmilbe (*Aculus schlechtendali*) angewendet. Diese wurden bei den Analysen der Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität nicht gesondert betrachtet, sondern zur Vereinfachung den Insektiziden zugeordnet. Rodentizide wurden wegen ungenauer Datenlage nicht ausgewertet.

Tab. 30: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Obstbau (Tafelapfel) im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DE	37 (1644)	53 (2091)	56 (2487)	59 (2609)	57 (2244)	60 (2559)	60 (2425)
Norden	18 (795)	17 (698)	18 (774)	18 (776)	18 (663)	18 (786)	18 (694)
Mitte	7 (290)	21 (709)	23 (1003)	23 (970)	21 (790)	24 (957)	24 (941)
Süden	12 (559)	15 (684)	15 (710)	18 (863)	18 (791)	18 (816)	18 (790)

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 ein Drittel der Gesamtfläche. Die Dosierung bezieht sich auf die behandelte Teilfläche.
- Bei den Pheromonanwendungen wurde definiert, dass stets die maximal zugelassene und empfohlene Aufwandmenge (Anzahl Dispenser/ha) einen Behandlungsindex von 1,0 darstellt.
- Die Dosierung von Schwefelkalkbrühe, als Fungizid bzw. Akarizid, wurde nicht erfasst, so dass stets die maximale Aufwandmenge angenommen wurde (BI=1,0).

Im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe wurden in den Jahren 2007 bis 2013 in der Summe aller chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen Behandlungsindices von **31,1**, **31,8**, **32,5**, **34,1**, **28,7**, **30,9** und **32,2** berechnet (Tabelle 32). Im Jahr 2007 erfolgte im Apfelanbau auch eine NEPTUN-Aufnahme (Roßberg, 2008). Der dort ermittelte Gesamtbehandlungsindex von 29,9 (ohne Wachstumsregler) korrespondiert recht gut mit dem Mittelwert der Vergleichsbetriebe im Jahr 2007. Dagegen war der mittlere Behandlungsindex bei der ersten PAPA-Erhebung im Jahr 2011 mit 33,1 (Roßberg, 2013) erheblich höher als bei den Vergleichsbetrieben.

Herbizidanwendungen fanden ganzflächig (ca. 25 % aller Herbizidanwendungen), nur in den Baumstreifen (ca. 75 % aller Maßnahmen) oder in einigen Fällen auch gar nicht statt, wenn die Unkräuter in den Baumreihen mechanisch bekämpft wurden. Somit spiegeln die in Tabelle 31 aufgeführten Behandlungsindices sowohl die Anzahl der Herbizidmaßnahmen, in der Regel 2 Anwendungen, als auch die Dosierung und die real behandelte Fläche im Vergleich zur Gesamtfläche der Anlage wider. 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 2013) mit Abstand am höchsten. Die NEPTUN-Erhebung im Jahr 2007 führte zu einem kleineren Wert (21,8) als der, der im selben Jahr in den Vergleichsbetrieben ermittelt wurde (24,4). 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.

Bei der Betrachtung der Behandlungsindices für Insektizide/Akarizide in den 7 Jahren – der Mittelwert aller Jahre betrug 6,1 - ist zu beachten, dass alle biologischen Maßnahmen einschließlich Pheromonanwendungen (Verwirrungsmethode) berücksichtigt wurden. In einer speziellen Analyse der Daten von 2007 stellte Ullrich (2009) fest, dass der Anteil biologischer/biotechnischer Bekämpfungsmaßnahmen an den Insektizid-/Akarizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben immerhin 37 % betrug. Die jahresspezifischen und großregionalen Unterschiede der Insektizid-/Akarizidanwendungen hielten sich in Grenzen. Tendenziell erfolgten in der Mitte und im Süden mehr Maßnahmen gegen Schädlinge als im Norden.

Tab. 31: 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 2013 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Herbizide								\bar{x}
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 (0,5)
Norden	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)	0,7 (0,4)
Mitte	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)	0,9 (0,5)
Süden	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 (0,6)
Fungizide								\bar{x}
DE	24,4 (6,1)	22,6 (7,6)	26,2 (5,9)	26,5 (6,6)	22,6 (5,7)	26,1 (5,8)	25,3 (6,4)	24,9 (6,5)
Norden	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)	26,7 (5,9)
Mitte	24,7 (5,0)	19,6 (8,7)	27,0 (4,3)	25,9 (5,1)	22,5 (4,6)	26,2 (4,6)	25,0 (5,1)	24,5 (5,9)
Süden	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)	23,3 (7,2)
Insektizide/Akarizide¹								\bar{x}
DE	7,7 (2,8)	6,3 (3,3)	6,7 (3,4)	6,2 (2,7)	5,7 (2,9)	5,5 (1,6)	5,5 (2,6)	6,1 (2,8)
Norden	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)	4,7 (1,9)
Mitte	8,9 (5,7)	6,4 (4,9)	8,2 (4,5)	7,2 (3,1)	6,9 (3,4)	5,6 (2,1)	6,6 (2,9)	6,9 (3,7)
Süden	7,9 (1,6)	6,0 (1,7)	6,7 (1,8)	7,0 (2,0)	6,5 (1,9)	6,4 (0,7)	6,4 (1,7)	6,7 (1,7)

¹ einschließlich Pheromone und Granulosevieren

Tab. 32: 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 2013 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
Wachstumsregler								\bar{x}
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)	0,3 (0,5)
Norden	0,2 (0,3)	0,7 (0,8)	0,3 (0,4)	0,0 (0,0)	0,1 (0,3)	0,0 (0,0)	0,2 (0,3)	0,2 (0,4)
Mitte	0,0 (0,0)	0,2 (0,3)	0,1 (0,1)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)	0,2 (0,4)	0,2 (0,3)	0,1 (0,3)
Süden	0,5 (0,6)	0,2 (0,3)	0,5 (0,6)	0,4 (0,6)	0,1 (0,3)	1,0 (1,0)	1,2 (1,3)	0,6 (0,8)
Gesamt								\bar{x}
DE	33,3 (6,8)	29,9 (10,2)	34,0 (7,6)	33,7 (8,3)	29,4 (7,1)	32,9 (6,5)	32,2 (7,1)	32,2 (7,9)
Norden	34,5 (4,7)	32,3 (6,6)	32,3 (6,9)	32,6 (6,6)	28,8 (7,0)	34,8 (4,6)	31,5 (6,7)	32,4 (6,4)
Mitte	34,2 (6,7)	26,5 (12,6)	36,3 (7,8)	34,2 (7,4)	30,5 (6,8)	33,0 (6,5)	32,7 (7,0)	32,4 (8,5)
Süden	31,1 (9,1)	31,8 (8,9)	32,5 (7,5)	34,1 (10,8)	28,7 (7,8)	30,9 (7,7)	32,2 (8,0)	31,6 (8,5)

6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Betriebe wendeten die Herbizide in den Apfelanlagen, wie schon erwähnt, meistens nur in den Baumstreifen, d. h. auf ca. ein Drittel der Anlagenfläche, an. Auf den Applikationsflächen wurde mit um durchschnittlich 17 % reduzierten Aufwandmengen gearbeitet (Tabelle 33). Bei den Fungiziden wurde die Dosierung kaum reduziert, im Durchschnitt lag die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge bei 89 %. Insektizide (ohne Pheromonanwendungen) wurden tendenziell mit immer weniger reduzierten Aufwandmengen appliziert, im Jahr 2013 erreichte der Mittelwert schließlich 98 % der maximalen Aufwandmenge. Bei den Akariziden lagen die Aufwandmengen in den ersten Jahren etwas höher, ab 2011 allerdings niedriger als die Aufwandmengen bei den Insektiziden. Kamen Pheromone zum Einsatz, wurde die vorgeschlagene Anzahl Dispenser pro ha zumindest in den letzten 5 Jahren strikt eingehalten. Die wenigen Wachstumsregleranwendungen erfolgten mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

Tab. 33: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Herbizide	86 %	68 %	83%	84%	90%	83%	87%
Fungizide	88 %	90 %	89 %	89 %	85 %	89 %	91 %
Insektizide	63 %	67 %	73 %	76 %	93 %	95 %	98 %
Pheromone	52 %	80 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Akarizide	98 %	90 %	85 %	89 %	85 %	88 %	93 %
Wachstumsregler	50 %	70 %	76%	76%	68%	50%	53%

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Tabelle 34 fasst die Ergebnisse der Bewertungen in den Jahren 2007 bis 2013 zusammen. Dabei fällt auf, dass in den 7 Jahren ein sehr hoher Anteil der Maßnahmen als notwendiges Maß eingestuft wurde. Die Fälle mit kritischen Kommentaren lagen in den Jahren 2007 bis 2013 nur bei ca. 6 %. Die Zahlen belegen, dass die Apfelbaubetriebe, die in der Regel nach Richtlinien der kontrollierten integrierten Produktion arbeiten, die Pflanzenschutzmaßnahmen gezielt und maßvoll durchführten. Diese Einschätzung betraf alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien.

Tab. 34: Bewertung der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 durch Experten der Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf das notwendige Maß

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide/ Akarizide ¹	Wachstumsregler	Summe
2007					
Anzahl Bewertungen	82	1010	442	18	1552
notwendiges Maß	82	952	414	18	1466
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	58	28	0	86
	0,0 %	5,7 %	6,3 %	0,0 %	5,5 %
2008					
Anzahl Bewertungen	79	1412	510	46	2047
notwendiges Maß	79	1335	476	46	1936
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	77	34	0	111
	0,0 %	5,5 %	6,7 %	0,0 %	5,4 %
2009					
Anzahl Bewertungen	180	1695	530	20	2425
notwendiges Maß	179	1531	494	20	2224
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	164	36	0	201
	0,6 %	9,7 %	6,8 %	0,0 %	8,3 %
2010					
Anzahl Bewertungen	212	1882	496	19	2609
notwendiges Maß	209	1796	466	19	2490
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	86	30	0	119
	1,4 %	4,6 %	6,0 %	0,0 %	4,6 %
2011					
Anzahl Bewertungen	215	1571	443	15	2244
notwendiges Maß	215	1482	420	15	2132
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	89	23	0	112
	0,0 %	5,7 %	5,2 %	0,0 %	5,0 %
2012					
Anzahl Bewertungen	258	1818	427	56	2559
notwendiges Maß	255	1704	391	56	2406
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	114	36	0	153
	1,2 %	6,3 %	8,4 %	0,0 %	6,0 %
2013					
Anzahl Bewertungen	204	1738	404	79	2425
notwendiges Maß	204	1633	397	79	2313
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	105	7	0	112
	0,0 %	6,0 %	1,7 %	0,0 %	4,6 %

¹ einschließlich Pheromone und Granulosevieren

Herbizide wurden fast immer nur in den Baumstreifen angewendet, d. h. auf ca. 33 % der Gesamtfläche, und dort zumeist mit der vollen Aufwandmenge. Dabei handelt es sich zumeist um glyphosathaltige Herbizide. Bei gelegentlichen Tankmischungen wird 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-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 2013 gebietsweise unterschiedlich stark auftrat. Apfelschorf wurde in den Jahren 2007 bis 2013 828-mal, 953-mal, 1218-mal, 1200-mal, 1017-mal, 1212-mal und 1208-mal als Indikation genannt. Die allgemein hohen Fungizidanwendungen erklären 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 364-mal (2007), 365-mal (2008), 541-mal (2009), 342-mal (2010), 489-mal (2011), 464-mal (2012) und 478-mal (2013) als Indikation der Fungizidmaßnahmen erwähnt.

Die meisten Fungizidmaßnahmen waren nach Meinung der Experten gerechtfertigt. In mehreren Fällen verwiesen sie jedoch auf unnötige oder zeitlich falsch platzierte Maßnahmen gegen den Apfelschorf, insbesondere im Jahr 2009. Dennoch lag die Rate der Abweichungen vom notwendigen Maß bei den Fungiziden stets unter 10 %

Auffällig war, dass der mittlere Behandlungsindex bei der ersten PAPA-Erhebung im Jahr 2011 mit 33,1 (Roßberg, 2013) höher war als bei den Vergleichsbetrieben (29,4), obwohl aufgrund der vereinfachten Berechnung der Behandlungsindices bei der PAPA-Analyse (keine Beachtung der Indikation!) eher ein umgekehrtes Verhältnis erwartet werden musste. Der Grund lag darin, dass in mehreren Vergleichsbetrieben aufgrund von Hagelschäden die Fungizidanwendungen aus wirtschaftlichen Gründen extrem reduziert wurden.

Insektizide wurden in den Apfelanlagen besonders häufig gegen den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) angewendet, der Schädling wurde in den Jahren 2007 bis 2013 282-mal, 286-mal, 257-mal, 240-mal, 139-mal, 168-mal bzw. 158-mal als Indikation genannt. Als zweitwichtigste Schädlingsgruppe, wenn auch mit deutlichem Abstand, stellten sich die Blattläuse heraus. In den Jahre 2007 bis 2013 galten 67, 106, 101, 124, 139, 124 bzw. 102 Insektizidanwendungen diesen Saugschädlingen. 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/Akarizide 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 1.287 € pro ha im Durchschnitt hohe Aufwendungen für den Pflanzenschutz geleistet wurden. Dabei machten die Fungizidanwendungen mit 50 % und die Insektizid-/Akarizidanwendungen mit ca. 35 % den größten Teil aus. Betrachtet man jedoch die Behandlungskosten pro Anwendung, so fallen die relativ zu den anderen Pflanzenschutzmitteln geringen Kosten bei den Fungiziden auf. Da zusätzlich je nach Tankmischung und bei Einzelanwendung unterschiedlich hohe Überfahrtskosten anfallen, erhöht sich der Aufwand pro ha, so dass im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe 1706 € pro ha für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln 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 1.231 € und bei 2.215 € 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 in den Jahren 2007 bis 2013 jeweils 9 Betriebe mit 23, 27, 24 und von 2010 bis 2013 27 Anlagen bzw. Bewirtschaftungseinheiten zur Verfügung. Diese relativ geringe Grundgesamtheit erlaubt angesichts der Unterschiedlichkeit der Weinanbaugebiete in Deutschland nur begrenzte Aussagen. Tabelle 35 veranschaulicht die Datengrundlage im Weinbau.

Tab. 35: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide)

Anbau- gebiet ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DE	23 (457)	27 (521)	24 (548)	27 (555)	27 (547)	27 (621)	27 (591)
2	6 (130)	6 (134)	3 (72)	6 (129)	6 (122)	6 (131)	6 (150)
6	3 (59)	3 (68)	3 (75)	3 (64)	3 (69)	3 (72)	3 (70)
7	3 (64)	3 (57)	3 (70)	3 (69)	3 (67)	3 (84)	3 (75)
8	3 (45)	3 (54)	3 (63)	3 (55)	3 (48)	3 (57)	3 (57)
9	3 (82)	3 (64)	3 (77)	3 (71)	3 (72)	3 (85)	3 (70)
10	3 (49)	3 (50)	3 (74)	3 (68)	3 (65)	3 (63)	3 (64)
13	2 (28)	6 (94)	6 (117)	6 (99)	6 (104)	6 (129)	6 (105)

¹ nach Anonymus (1996)

6.4.2 Behandlungsindices

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.

Die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben Weinbau lagen in den Jahren 2007 bis 2013 für alle chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen bei **15,3, 16,3, 17,8, 15,5, 15,5, 17,8** und **16,7** (Tabelle 36) und damit auf einem sehr ähnlichen Niveau. Sie wurden fast ausschließlich durch die Anwendung der Fungizide bestimmt. Bemerkenswert war die geringe Streuung der Behandlungsindices der Fungizide zwischen den Standorten bzw. Anlagen in den 7 Jahren. Bei den Herbiziden ergaben sich die niedrigen Behandlungsindices im Weinbau aus entweder einer oder 2 Maßnahmen mit voller oder kaum reduzierter Aufwandmenge bei gleichzeitiger Eingrenzung 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 durch die Verwirrungsmethode mit Pheromonen erfolgte und Wachstumsregler nur bei bestimmten Sorten angewendet werden dürfen.

Tab. 36: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichung)

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Summe
2007	0,3 (0,2)	14,0 (3,6)	0,9 (0,8)	0,1 (0,2)	15,3 (4,2)
2008	0,2 (0,2)	14,7 (3,6)	1,2 (0,6)	0,2 (0,4)	16,3 (4,0)
2009	0,3 (0,1)	16,0 (2,4)	1,4 (0,7)	0,1 (0,3)	17,8 (3,0)
2010	0,2 (0,1)	14,2 (3,2)	1,1 (0,5)	0,0 (0,0)	15,5 (3,5)
2011	0,3 (0,1)	13,8 (3,0)	1,3 (0,5)	0,0 (0,0)	15,5 (3,1)
2012	0,3 (0,1)	16,2 (2,9)	1,4 (0,8)	0,0 (0,0)	17,8 (3,3)
2013	0,3 (0,1)	15,2 (2,9)	1,3 (0,9)	0,0 (0,0)	16,7 (3,1)
2007-2013	0,3 (0,1)	14,9 (3,2)	1,2 (0,7)	0,1 (0,2)	16,4 (3,5)

6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Bei den Herbizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben wurde in den letzten 3 Jahren annähernd mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet (Tabelle 37), 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 und Wachstumsregler wurden entweder in der maximal möglichen Dosis oder nur geringfügig reduziert angewendet. Bei den Akariziden wurde die Aufwandmenge recht unterschiedlich reduziert, im Jahr 2011 um 1/3, aber in den Jahren 2012 und 2013 gar nicht. Die Verwirrungsmethode mittels Pheromonen erfolgte in der Regel exakt nach den Vorgaben der Zulassung, d. h. die Dispenser wurden in der empfohlenen Stückzahl ausgebracht.

Tab. 37: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Herbizide	63 %	67 %	67 %	71 %	89 %	95 %	93 %
Fungizide	85 %	90 %	84 %	80 %	82 %	83 %	83 %
Insektizide	98 %	94 %	81 %	87 %	75 %	72 %	93 %
Pheromone	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Akarizide	71 %	81 %	87 %	86 %	81 %	96 %	96 %
Wachstumsregler	100 %	94 %	100 %	-	-	-	-

6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

In Tabelle 38 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, da im Weinbau die Pflanzenschutz- und Anbauberatung zum integrierten Pflanzenschutz bzw. kontrollierten integrierten Anbau seit Jahren fest etabliert ist.

Tab. 38: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2013

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Summe
2007					
Anzahl Bewertungen	19	160	9	0	188
notwendiges Maß	19	159	9	0	187
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	40	482	33	0	555
notwendiges Maß	40	470	33	0	543
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	12	0	0	12
	0,0 %	2,5 %	0,0 %	0,0 %	2,2 %
2011					
Anzahl Bewertungen	46	459	42	0	547
notwendiges Maß	46	439	40	0	525
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	20	2	0	22
	0,0 %	4,4 %	4,8 %	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 %
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 %

Die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen wurde von den Pflanzenschutzdiensten zum Teil sehr genau erläutert. Das galt ganz besonders für die Bekämpfung des Echten Mehltaues der Rebe (*Uncinula necator*) (196, 222, 233, 237, 232, 215 und 167 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2013) und der Reben-Peronospora (*Plasmopara viticola*) (143, 157, 158, 306, 205, 212 und 208 Anwendungen). Weitere wichtige Indikationen waren die Graufäule (*Botrytis cinerea*) (35, 26, 26, 29, 30, 26 und 31 Anwendungen) und Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) (26, 24, 18, 31, 32, 7 und 20 Anwendungen).

Im Jahr 2009 erfolgte im Weinbau eine NEPTUN-Analyse (Roßberg, 2009b), so dass es sich anbot, die Ergebnisse dieser Erhebung mit den Zahlen der Vergleichsbetriebe im selben Jahr zu vergleichen. Die Abweichungen sind moderat. Der mittlere Behandlungsindex für Fungizide von 13,7 lag bei der NEPTUN-Erhebung etwas niedriger als jener im Durchschnitt der Vergleichsbetriebe (BI=16,0). Allerdings war die Stichprobe der Vergleichsbetriebe im Weinbau sehr gering. Im Jahr 2011 erfolgte erstmalig eine PAPA-Erhebung im Wein (Roßberg, 2013). Der errechnete Mittelwert lag mit 15,3 exakt im Bereich der Vergleichsbetriebe (15,5).

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 39). Im Jahr 2011 konnten erstmalig auch Betriebe aus dem Anbaugebiet 5 Hallertau ausgewertet werden. Dadurch war auch dieses bayerische Anbaugebiet in den Jahren 2011 bis 2013 mit 9 von insgesamt 18 Anlagen repräsentativ vertreten.

Tab. 39: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Anbaugebieten und in Deutschland (DE) in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide)

Anbau- gebiet ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
DE	6 (78)	17 (210)	14 (167)	10 (114)	18 (272)	18 (226)	18 (203)
2	3 (34)	3 (33)	3 (26)	3 (34)	3 (36)	3 (29)	3 (29)
3	3 (44)	3 (36)	3 (36)	3 (45)	3 (35)	3 (32)	3 (28)
4	-	11 (141)	8 (105)	4 (35)	3 (38)	3 (47)	3 (26)
5	-	-	-	-	9 (163)	9 (118)	9 (120)

¹ nach eigener Festlegung, siehe Tabelle 5

6.5.2 Behandlungsindices

Mit einem Behandlungsindex von **12,7, 8,7, 10,1, 9,1, 12,6, 9,6** und **8,1** zählte Hopfen hinter Apfel und Wein noch zu den pflanzenschutzintensiven Kulturen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007 bis 2013. Die Zahlen deuten auf größere jahresspezifische Unterschiede hin, ein Trend war nicht zu erkennen. Im Mittelpunkt stand die Anwendung von Fungiziden mit Behandlungsindices von 8,0, 5,7, 5,5, 6,4, 8,8, 6,8 und 5,5 sowie Insektiziden (einschließlich Akariziden) mit einem Behandlungsindex von 4,6, 2,9, 3,7, 2,4, 3,3, 2,3 und 2,2 (Tabelle 40). Herbizide wurden in den Anlagen ein- bis 2-mal als Bandbehandlung (ca. 1/3 der Gesamtfläche) angewendet.

Tab. 40: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)

	Herbizide	Fungizide	Insektizide/ Akarizide	Summe
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)	2,2 (0,4)	8,1 (1,6)
2007-2013	0,4 (0,4)	6,6 (2,2)	2,9 (0,9)	9,9 (2,6)

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 41 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 in den Jahren 2007 und 2011 wiederholt leichte Überdosierungen festgestellt (Tabelle 39).

Tab. 41: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2013

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Herbizide	36 % ¹	36 % ¹	47 % ¹	27 % ¹	31 % ¹	31 % ¹	28 % ¹
Fungizide	98 %	70 %	87 %	84 %	85 %	79 %	71 %
Insektizide	117 %	98 %	101 %	88 %	105 %	100 %	100 %
Akarizide	83 %	95 %	100 %	92 %	99 %	91 %	101 %

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 Landespflanzenschutzdienste bewertet. Die Zahlen in Tabelle 42 dokumentieren die Ergebnisse der Bewertungen.

Die Experten stufen alle bewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (2007) bzw. 97 % (2008), 99 % (2009), 82 % (2010), 92 % (2011), 88 % (2012) und 97 % (2013) aller Maßnahmen als notwendiges Maß ein, wobei die kritischen Kommentare nur Fungizide und Insektizide/Akarizide betrafen. Die gezielten Maßnahmen richteten sich gegen den Falschen Mehltau des Hopfens (*Pseudoperonospora humuli*) (38, 115, 26, 55, 147, 87 und 118) Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2013), den Echten Mehltau des Hopfens (*Spaerotheca humuli*) (11, 32, 32, 29, 43, 35 und 24 Anwendungen), die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) (12, 20, 26, 13, 20, 20 und 6 Anwendungen) und die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) (9, 20, 17, 10, 23, 25 und 19 Anwendungen).

Tab. 42: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2013

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
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 %

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Summe
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 %
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 %

7. Berechnung des Risikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben für den Naturhaushalt mittels SYNOPS

7.1 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung

SYNOPS wird im Rahmen des NAP für Trend-Berechnungen (SYNOPS-Trend) des Risikos von Pflanzenschutzmitteln basierend auf Absatzzahlen angewandt. Dabei berechnet SYNOPS aquatische und terrestrische Risikoindizes für einzelne Indikationen unter Annahmen von „worst-case“-Umweltszenarien und aggregiert diese auf nationaler Ebene (Gutsche & Strassemeyer; 2007). Andererseits kann SYNOPS auch eingesetzt werden, um Pflanzenschutzstrategien unter realen Umweltbedingungen zu analysieren (SYNOPS-GIS). Dabei werden Daten über die Exposition mit den Umweltbedingungen der Anwendung modellhaft und mit Hilfe von GIS-Datenbanken und Prozeduren zusammengebracht (Strassemeyer & Gutsche, 2010).

In diesem Kapitel werden die in den Jahren 2007 bis 2013 erhobenen Applikationsmuster der Vergleichsbetriebe für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps mit SYNOPS-GIS bewertet und die berechneten Risikoindizes auf nationaler Ebene aggregiert. Dabei ist zu beachten, dass im Vergleich zum Vorjahresbericht (Freier et al., 2013) die hier verwendete Version eine Weiterentwicklung darstellt und demzufolge die gewonnenen Daten von denen im Vorjahresbericht abweichen.

7.1.1 Datengrundlage für den Risikoindikator SYNOPS-GIS

Die Datengrundlage für SYNOPS-GIS basiert auf dem Amtlichen Topografisch-Kartografischen Informationssystem ATKIS (AdV, 2003), aus dem die Lage und Nachbarschaft landwirtschaftlich genutzter Flächen zu Nichtzielflächen und anderen relevanten Strukturelemente in der Agrarlandschaft (Gewässer, Wege, Gehölze etc.) ermittelt werden. GIS-Prozeduren ermöglichen die Verknüpfung der digitalen Bodenkarte BÜK1000 (BGR, 2005) für die Beschreibung der Bodenparameter und dem digitalen Geländemodell DGM-25 (BKG, 2005) für die Beschreibung des Reliefs der Landschaft mit den geografischen ATKIS-Daten. Im Ergebnis werden feldbezogene Bodenparameter und die Hangneigungen der einzelnen Flächen abgeleitet. Die angebauten Kulturarten werden entsprechend der Anbau- und Kataster-Statistiken auf Ebene der Landkreise zufällig auf die einzelnen Flächenstücke verteilt. Der verwendete Klimadatensatz, bestehend aus den Daten von ca. 280 Klimastationen und 2800 Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes, wird ebenfalls über GIS-Prozeduren regionalisiert (Abbildung 10).

Mit der beschriebenen Datengrundlage kann SYNOPS für alle ca. 1,5 Millionen landwirtschaftlich genutzten Flächenstücke in Deutschland das akute und chronische Risiko analysieren. Dabei werden die Risikoindizes als Quotient der Exposition und der Toxizität (*ETR*) unter Berücksichtigung der Eintrittspfade Abdrift, Run-Off und Drainage berechnet. Die in diesem Bericht dargestellte Analyse bezieht sich auf das chronische aquatische Risiko, das chronische Risiko für Bodenorganismen und das akute Risiko für Nicht-Ziel-Arthropoden.

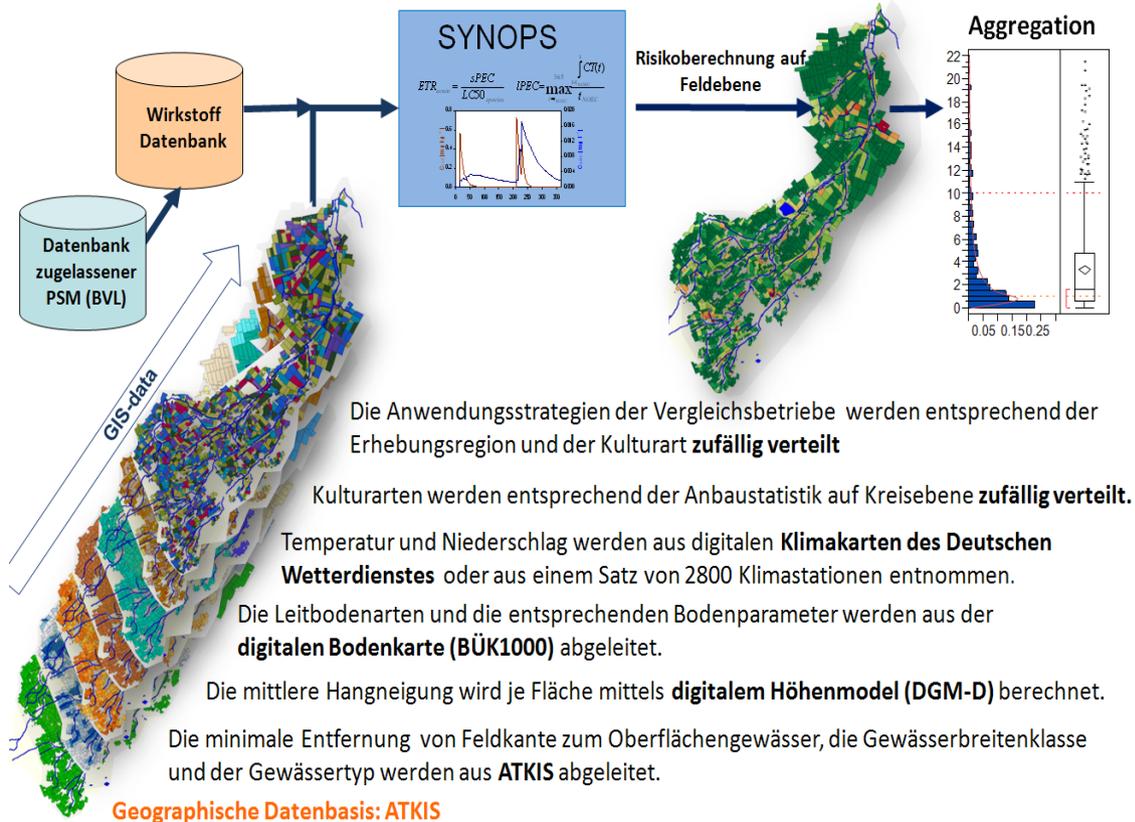


Abb. 10: Ablaufschema der GIS-basierten Risikoanalyse mit dem Indikator-Modell SYNOPSIS

7.1.2 Berechnung des Risikos je Anbaufläche

Für das chronische Risiko wird die berechnete Exposition ($IPEC = \text{long-term predicted environmental concentration}$) dem Toxizitätswert $NOEC$ ($\text{no effect concentration}$) der einzelnen Referenzorganismen gegenübergestellt. Die Exposition ($IPEC$) berechnet sich aus dem gewichteten Mittelwert der Tageskonzentrationen ($CT(d)$) über einen Zeitraum von sieben Tagen. Außerdem liegt der Berechnung des chronischen Risikos eine Addition der Risikowerte aus unterschiedlichen Wirkstoffen auf täglicher Basis zugrunde. Für das gesamte Applikationsmuster wird der aggregierte chronische Risikowert oder „exposure toxicity ratio“ (ETR_c) als Maximum aller Werte über die gesamte Vegetationsperiode wie folgt berechnet:

$$ETR_{c(R.Organismus)} = \max_{d=1}^{365} \sum_{i=1}^i \frac{IPEC_{(d,Wirkstoff_i)}}{NOEC_{(R.OrganismusWirkstoff_i)}} \quad \text{wobei}$$

$$IPEC_{(d)} = \frac{\int_{d-7}^d CT_{(d)}}{7}$$

Das akute Risiko wird auf vergleichbare Weise berechnet, nur dass hier der Toxizitätswert *LC50* (letale Konzentration) verwendet wird und kein gewichteter Mittelwert gebildet sondern die aktuelle Tageskonzentration der Wirkstoffe berücksichtigt wird.

$$ETR_{A(R.Organismus)} = \max_{d=1}^{365} \sum_{i=1}^i \frac{CT_{(d,Wirkstoff_i)}}{LC50_{(R.Organismus,Wirkstoff_i)}}$$

Diese Berechnung wird für alle betrachteten Referenzorganismen der Umweltkompartimente Oberflächengewässer, Boden und Saumbiotope durchgeführt. Für aquatische Ökosysteme werden die Referenzorganismen Algen, Wasserlinse (*Lemna*), Wasserflöhe (*Daphnie*), Fische und Sedimentorganismen (*Chironomus*) berücksichtigt. Der Boden wird durch Regenwürmer und Springschwänze (*Collembolae*) repräsentiert. Für die angrenzenden Saumbiotope wird das akute Risiko berechnet, da für diese Referenzorganismen keine chronischen Toxizitätswerte (*NOEC*) vorliegen. Als relevante NTA für die Saumbiotope werden Honigbienen, Raubmilben (*Typhlodromus pyri*) und Brackwespen (*Aphidius rhopalosiphii*) betrachtet. Die aggregierten Risikowerte für die drei Ökosysteme ergeben sich aus den Maxima der Einzelwerte:

$$ETR_{C(aquatisc)} = \max(ETR_{C(Alge)}, ETR_{C(Fisch)}, ETR_{C(Daphnie)}, ETR_{C(Lemna)}, ETR_{C(Chironomus)})$$

$$ETR_{C(Boden)} = \max(ETR_{C(Regenwurm)}, ETR_{C(Collembolae)})$$

$$ETR_{A(Saum)} = \max(ETR_{A(Biene)}, ETR_{A(A.rhopalosiphii)}, ETR_{A(T.pyri)})$$

Die so berechneten Risikoindizes können entsprechen Tabelle 43 kategorisiert werden. Ein Risikowert von $ETR > 1$ bedeutet, dass die „no-effect-concentration“ (*NOEC*) überschritten wird. Mit dem Indikatormodell *SYNOPS* besteht prinzipiell die Möglichkeit, die zulassungsrelevanten Gewässerauflagen (*NW-Auflagen*) für Abdrift und Run-off zu berücksichtigen oder die Risikoindizes ohne diese Auflagen zu berechnen. In der hier durchgeführten Analyse wurden die Auflagen für alle Applikationen berücksichtigt. Im Vergleich zu der Risikoberechnung im letzten Bericht der Vergleichsbetriebe wurde in der vorliegende Analyse auch die Reduktion von Run-off Einträgen durch Gewässerrandsteifen berücksichtigt.

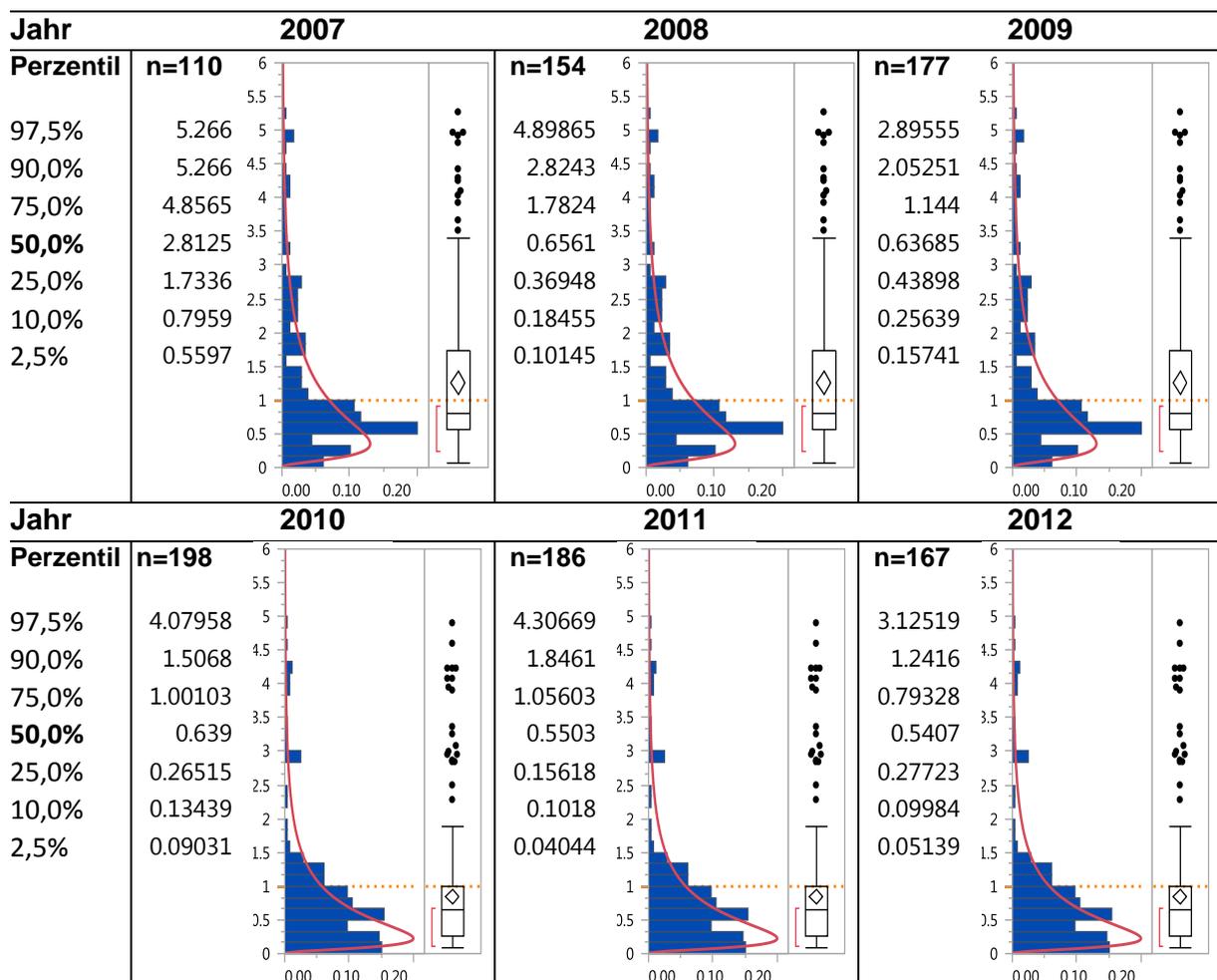
Tab. 43: Risikoklassen der mit *SYNOPS* berechneten *ETR* Werte

Risikoklassen	Chronisches Risiko	Akutes Risiko
sehr niedriges Risiko	$ETR < 0,1$	$ETR < 0,01$
niedriges Risiko	$0,1 < ETR < 1$	$0,01 < ETR < 0,1$
mittleres Risiko	$1 < ETR < 10$	$0,1 < ETR < 1$
höheres Risiko	$ETR > 10$	$ETR > 1$

7.1.3 Aggregation der Risikowerte

Entsprechend den unterschiedlichen Umweltbedingungen der einzelnen landwirtschaftlichen Flächen berechnet SYNOPSIS-GIS eine Bandbreite an Risikopotentialen für jedes Applikationsmuster. Die so berechneten Risikopotentiale werden in einer Geo-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 mit Hinblick auf eine mögliche Risikominderung analysiert werden. In Abbildung 11 sind für den Winterweizen die Häufigkeitsverteilungen der aquatischen Risikopotentiale basierend auf den worst-case-Szenarien (90. Perzentil der einzelnen Applikationsmuster) dargestellt.



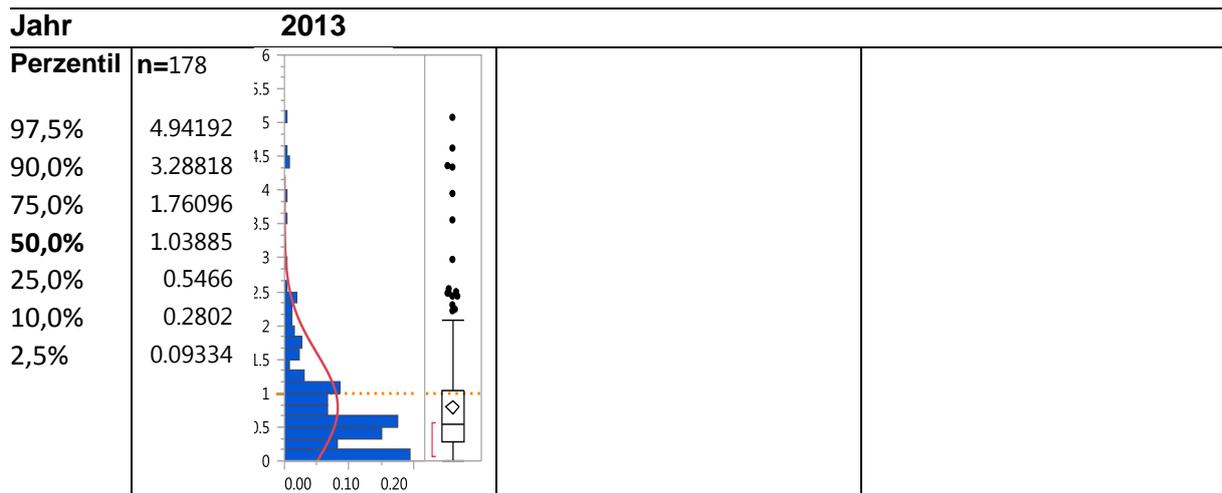


Abb. 11: Verteilung der 90. Perzentil-Werte des aquatischen Risikos, der für Wintergerste erhobenen Applikationsmuster im gesamten Bundesgebiet (n = Anzahl der Applikationsmuster)

Für die Aggregation der Risikowerte auf Deutschlandebene und für die Analyse der Risikotrends wurden die 90. Perzentile aus allen deutschlandweit berechneten Risikowerten ermittelt. Diese Werte sind in den Tabellen 44 bis 46 zusammengefasst.

7.2 Ergebnisse

7.2.1 Risikoindizes für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Die berechneten chronischen Risikoindizes für **Bodenorganismen** (Tabelle 44) waren insgesamt niedrig. Die 90. Perzentil-Werte aller 3 Kulturen lagen überwiegend in der oberen Hälfte der niedrigen Risikokategorie mit ETR-Werten von 0,39 bis 0,99. Den größten Anteil am Risiko für Bodenorganismen hatten beim Winterweizen und der Wintergerste die Fungizidanwendungen. Die durch Fungizidanwendungen verursachten Risikoindizes lagen in beiden Kulturen zwischen $ETR > 0,32$ und $ETR > 0,56$. Die Herbizid- und Insektizidanwendungen wiesen dagegen nur niedrigere Risikoindizes auf ($ETR < 0,21$). Beim Winterraps wurden dagegen relevante Risikowerte sowohl durch Herbizid- als auch durch Fungizidanwendungen verursacht. Die Risikoindizes lagen beim Raps für diese beiden Pflanzenschutzmittelgruppen im niedrigen Risikobereich mit Indizes von $0,23 > ETR < 0,46$. In Abbildung 12 (rechte Spalte) sind die Boxplots der berechneten Risikoindizes dargestellt.

Tab. 44: 75. und 90. Perzentile (P75, P90) des chronischen Risikos für Bodenorganismen, basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, Raps: Winterraps)

Jahr	Kultur	Anzahl	Alle PSM		Herbizide		Fungizide		Insektizide	
			P75	P90	P75	P90	P75	P90	P75	P90
2007	WW	324670	0,255	0,453	0,054	0,099	0,237	0,439	0,016	0,071
2008	WW	324670	0,411	0,581	0,043	0,088	0,394	0,562	0,001	0,017
2009	WW	324670	0,378	0,547	0,060	0,099	0,337	0,495	0,004	0,073
2010	WW	380348	0,395	0,618	0,055	0,095	0,317	0,465	0,001	0,066
2011	WW	380348	0,378	0,549	0,045	0,091	0,313	0,475	0,012	0,075
2012	WW	380348	0,254	0,400	0,058	0,096	0,220	0,325	0,001	0,018
2013	WW	380348	0,381	0,996	0,064	0,134	0,298	0,547	0,000	0,015
2007	WG	175043	0,410	0,571	0,091	0,127	0,337	0,522	0,016	0,075
2008	WG	175043	0,460	0,580	0,114	0,161	0,441	0,555	0,000	0,018
2009	WG	175043	0,403	0,603	0,104	0,159	0,354	0,534	0,000	0,000
2010	WG	221249	0,328	0,497	0,091	0,134	0,303	0,466	0,000	0,000
2011	WG	221249	0,321	0,490	0,088	0,126	0,291	0,451	0,000	0,021
2012	WG	221249	0,270	0,391	0,099	0,139	0,234	0,339	0,001	0,072
2013	WG	221249	0,349	0,572	0,136	0,211	0,261	0,454	0,000	0,081
2007	Raps	150852	0,319	0,450	0,174	0,232	0,192	0,235	0,001	0,072
2008	Raps	150852	0,373	0,443	0,229	0,313	0,209	0,242	0,008	0,018
2009	Raps	150852	0,382	0,459	0,322	0,390	0,144	0,192	0,017	0,036
2010	Raps	137355	0,322	0,402	0,263	0,330	0,136	0,175	0,021	0,079
2011	Raps	137355	0,301	0,401	0,243	0,330	0,116	0,149	0,053	0,086
2012	Raps	137355	0,316	0,428	0,278	0,352	0,129	0,194	0,041	0,084
2013	Raps	137355	0,293	0,461	0,150	0,291	0,141	0,216	0,057	0,107

Die akuten Risikowerte für die **Nichtzielarthropoden** waren für alle 3 Kulturen überwiegend im niedrigen Risikobereich (Tabelle 45 und Abbildung 12, mittlere Spalte). Dabei ist zu beachten, dass die Kategorisierung des akuten Risikopotentials um den Faktor 0,1 im Vergleich zum chronischen Risikopotential verschoben ist (Tabelle 43).

Bei Winterweizen wurden für alle Jahre mit Ausnahme von 2012 sehr niedrige Risikoindizes im Bereich von 0,016 bis 0,217 berechnet. Der größte Risikoanteil fällt dabei auf die Insektizide mit Indizes zwischen $0,018 < ETR < 0,071$. Bei den Fungiziden fällt auf, dass es in den Jahren 2012 und 2013 deutlich höhere Risikoindizes mit $ETR=0,089$ und $ERT=0,069$ gegenüber den Jahren vor 2012 ($ETR=0,04$) beobachtet wurden. Dies erklärt die erhöhten Risikoindizes in 2012 und 2013. Die Fungizidanwendungen in den Jahren 2007 bis 2011 und die Herbizidanwendungen stellten im Winterweizen kein relevantes Risiko für Nichtzielarthropoden dar ($ETR < 0,02$).

Ein ähnliches Bild mit ebenfalls sehr niedrigen Risikoindizes für Nichtzielarthropoden zeigte sich bei Wintergerste mit Werten im Bereich von $0,143 > ETR > 0,008$. Auch bei der Wintergerste waren die Risikowerte in 2012 und 2013 ($ETR=1,43$ bzw. $0,54$) gegenüber

den Vorjahren (ETR<0,027) deutlich erhöht. Dies beruhte ebenfalls auf einem deutlichen Anstieg des Risikos durch Fungizide in 2012 und 2013 (ETR=0,093 bzw. 0,035). Bei der Wintergerste wurde der überwiegende Anteil des Risikos für Nichtzielarthropoden durch die Insektizide verursacht. Herbizid- und Fungizidanwendungen in den Jahren 2007 bis 2011 hatten nur einen sehr geringen Anteil am akuten Risiko für Nichtzielarthropoden (ETR<0,006).

Der Winterraps zeigte etwas höhere Risikoindizes für Nichtzielarthropoden als die beiden Getreidekulturen mit Werten im unteren Bereich der mittleren Risikokategorie (0,097<ETR<0,2). Zwischen den Jahren 2007 und 2010 schwankte das Risiko geringfügig um einen Wert von ETR=0,1. In 2011 kam es zu einem deutlichen Anstieg auf einen Wert von ETR=0,2, der dann in den folgenden beiden Jahren wieder auf einen Wert von ETR=0,14 abnahm.

Tab. 45: 75. und 90. Perzentile (P75, P90) des akuten Risikos für Nichtzielarthropoden, basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, Raps: Winterraps)

Jahr	Kultur	Anzahl	Alle PSM		Herbizide		Fungizide		Insektizide	
			P75	P90	P75	P90	P75	P90	P75	P90
2007	WW	324670	0,011	0,026	0,000	0,000	0,002	0,004	0,008	0,024
2008	WW	324670	0,010	0,026	0,000	0,001	0,002	0,004	0,008	0,024
2009	WW	324670	0,012	0,026	0,000	0,000	0,002	0,004	0,009	0,021
2010	WW	380348	0,014	0,037	0,000	0,000	0,002	0,004	0,011	0,034
2011	WW	380348	0,013	0,039	0,000	0,001	0,002	0,004	0,011	0,036
2012	WW	380348	0,048	0,217	0,000	0,001	0,004	0,089	0,015	0,071
2013	WW	380348	0,018	0,089	0,000	0,001	0,003	0,069	0,006	0,018
2007	WG	175043	0,014	0,026	0,000	0,002	0,002	0,003	0,008	0,016
2008	WG	175043	0,011	0,027	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,014
2009	WG	175043	0,009	0,020	0,001	0,006	0,002	0,003	0,002	0,012
2010	WG	221249	0,009	0,019	0,000	0,003	0,002	0,003	0,000	0,007
2011	WG	221249	0,008	0,017	0,000	0,005	0,002	0,003	0,000	0,007
2012	WG	221249	0,027	0,143	0,000	0,002	0,004	0,097	0,005	0,017
2013	WG	221249	0,011	0,054	0,000	0,001	0,002	0,035	0,002	0,008
2007	Raps	150852	0,052	0,097	0,028	0,047	0,001	0,002	0,038	0,090
2008	Raps	150852	0,058	0,108	0,027	0,046	0,001	0,003	0,049	0,103
2009	Raps	150852	0,054	0,120	0,020	0,040	0,001	0,003	0,042	0,115
2010	Raps	137355	0,046	0,096	0,024	0,043	0,001	0,003	0,030	0,089
2011	Raps	137355	0,084	0,202	0,026	0,045	0,001	0,002	0,078	0,199
2012	Raps	137355	0,074	0,180	0,019	0,035	0,001	0,003	0,070	0,178
2013	Raps	137355	0,052	0,141	0,019	0,034	0,001	0,002	0,045	0,138

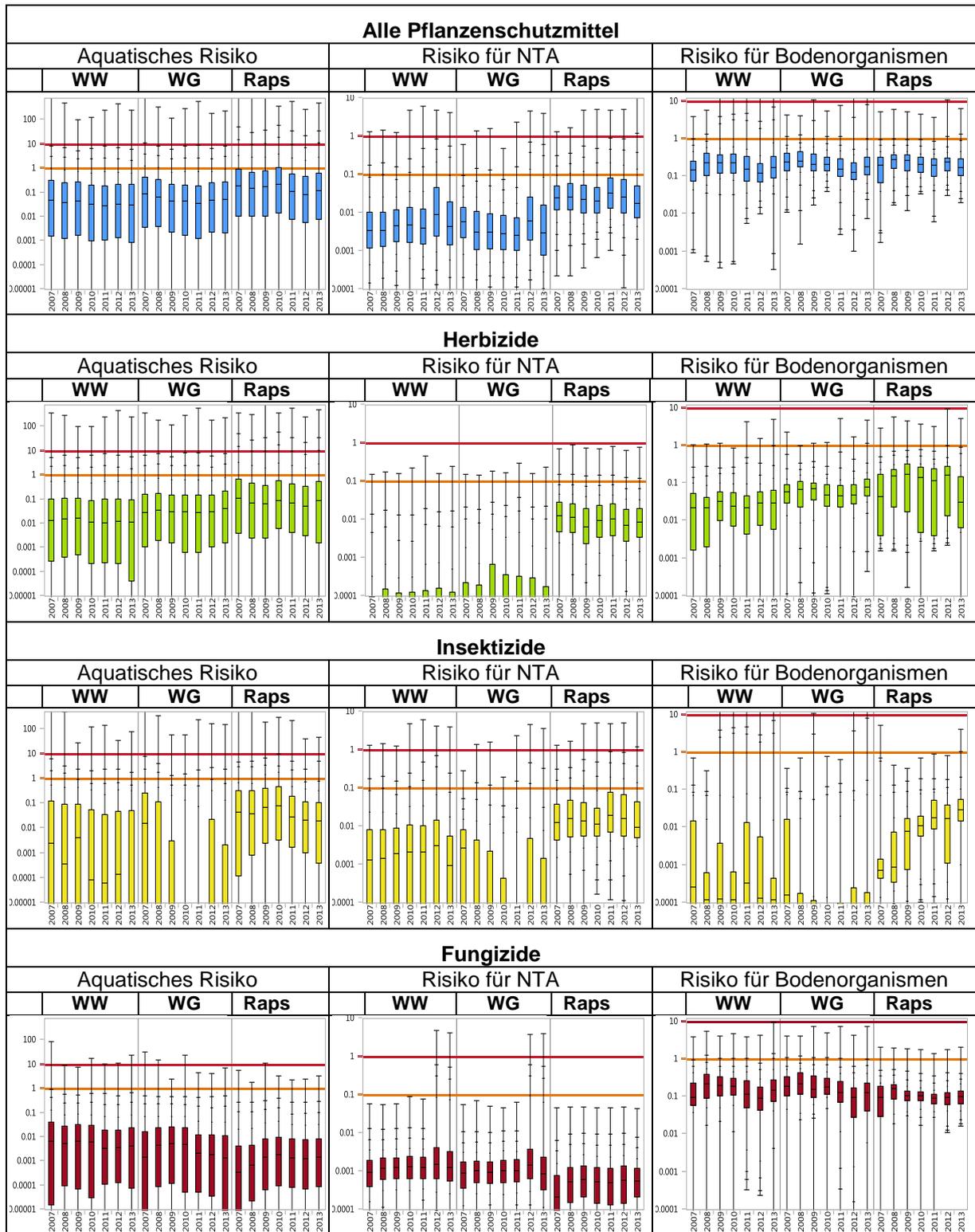


Abb. 12: Box-Plots der berechneten Risikoindizes für aquatische Organismen (links), Nicht-Ziel-Arthropoden (NTA) im Saum (Mitte) und Bodenorganismen (rechts) der drei Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps. Mit den oberen Whiskers werden folgende Perzentile dargestellt: 99, 97,5,95 und 90. Die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

Die **aquatischen Risikoindizes** lagen deutlich höher als die beiden terrestrischen und wurden in Tabelle 46 und Abbildung 12 (linke Spalte) zusammengefasst. Dabei zeigte Winterraps die höchsten 90. Perzentile des aquatischen Risikos mit ETR von 2,1 bis 3,5. Diese Werte entsprechen der Kategorie des mittleren Risikos. Die aquatischen Risikoindizes der beiden Kulturen Winterweizen und Wintergerste lagen im Vergleich zum Winterraps etwas niedriger. Die Risikowerte beider Kulturen lagen in der gleichen Größenordnung und variierten im oberen Bereich der Kategorie ‚niedriges Risiko‘ von 0,57 bis 1,01 beim Winterweizen und von 0,69 bis 1,31 bei der Wintergerste.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Fungizidapplikationen in allen 3 Kulturen nur geringe Auswirkungen auf das aquatische Risiko hatten. Die höchsten Risikoindizes durch Fungizide wurden im Jahr 2007 beim Winterweizen mit ETR von 0,13 erreicht. In allen anderen Jahren lagen die Risikoindizes unter ETR<0,1 und waren damit der sehr niedrigen Risikokategorie zuzuordnen.

Tab. 46: 75. und 90. Perzentile (P75, P90) des aquatischen chronischen Risikos, basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, Raps: Winterraps), PSM: Pflanzenschutzmittel

Jahr	Kultur	Anzahl	Alle PSM		Herbizide		Fungizide		Insektizide	
			P75	P90	P75	P90	P75	P90	P75	P90
2007	WW	324670	0,332	1,013	0,107	0,536	0,042	0,129	0,124	0,543
2008	WW	324670	0,268	0,892	0,115	0,571	0,029	0,080	0,097	0,462
2009	WW	324670	0,281	0,736	0,115	0,525	0,033	0,087	0,098	0,433
2010	WW	380348	0,200	0,622	0,088	0,460	0,030	0,084	0,057	0,357
2011	WW	380348	0,163	0,597	0,066	0,386	0,017	0,061	0,050	0,357
2012	WW	380348	0,186	0,567	0,075	0,386	0,019	0,065	0,060	0,358
2013	WW	380348	0,193	0,626	0,086	0,474	0,024	0,080	0,046	0,324
2007	WG	175043	0,447	1,311	0,159	0,601	0,017	0,070	0,271	0,701
2008	WG	175043	0,346	1,081	0,181	0,755	0,025	0,073	0,118	0,464
2009	WG	175043	0,224	0,716	0,148	0,638	0,027	0,071	0,003	0,220
2010	WG	221249	0,213	0,721	0,149	0,627	0,026	0,071	0,000	0,139
2011	WG	221249	0,180	0,687	0,136	0,565	0,012	0,041	0,000	0,122
2012	WG	221249	0,246	0,714	0,152	0,553	0,011	0,039	0,038	0,344
2013	WG	221249	0,291	0,944	0,228	0,838	0,010	0,038	0,000	0,131
2007	Raps	150852	0,973	3,533	0,694	3,307	0,004	0,021	0,342	0,701
2008	Raps	150852	0,717	3,003	0,478	2,480	0,005	0,023	0,333	0,650
2009	Raps	150852	0,787	3,024	0,367	2,051	0,009	0,038	0,426	1,419
2010	Raps	137355	1,113	3,834	0,617	3,264	0,010	0,044	0,488	1,779
2011	Raps	137355	0,614	2,743	0,446	2,431	0,008	0,033	0,199	0,499
2012	Raps	137355	0,481	2,116	0,346	1,977	0,008	0,032	0,118	0,379
2013	Raps	137355	0,663	3,028	0,559	2,877	0,009	0,033	0,108	0,329

Die Herbizidanwendungen haben dagegen einen höheren Anteil am Gesamtrisiko in den 3 Kulturen. Die Risikoindizes der Herbizidanwendungen im Winterweizen lagen durchweg in der niedrigen Risikokategorie mit einem ETR = 0,54 in 2007 und nahmen bis 2012 auf einen ETR von 0,38 ab. In 2013 stieg der Risikowert dann wieder auf 0,47 an. Dagegen zeigten die Risikowerte der Herbizidanwendungen in Wintergerste keinen eindeutigen Abwärtstrend wie im Winterweizen und variierten in der niedrigen bis mittleren Risikokategorie zwischen 0,55 und 0,84. Die höchsten Risikowerte durch Herbizidanwendungen traten in Winterraps auf und schwankten zwischen ETR von 1,98 bis 3,31.

Die Risikoindizes der Insektizidanwendungen lagen für Winterweizen (ETR von 0,32 bis 0,54) und Wintergerste (ETR von 0,13 bis 0,70 in der gleichen Größenordnung wie die Herbizidanwendungen, beim Winterraps waren sie etwas niedriger (ETR von 0,32 bis 1,78) als die Risikowerte der Herbizidanwendungen (ETR von 1,98 bis 3,32).

7.2.2 Relative Risikotrends

Um den zeitlichen Verlauf des Gesamtrisikos der 3 Kulturen über die Jahre 2007 bis 2013 vergleichend zu veranschaulichen, wurden in Abbildung 13 die 90. Perzentile der Risikoindizes als relativer Wert dargestellt. Jeder Jahreswert einer Kultur wurde durch den Mittelwert des gesamten Erhebungszeitraums (2007 bis 2013) dividiert. Der Wert 1 in Abbildung 13 entsprach dem Mittelwert des Erhebungszeitraums. Auf der Y-Achse ist die relative Veränderung der Jahreswerte dargestellt.

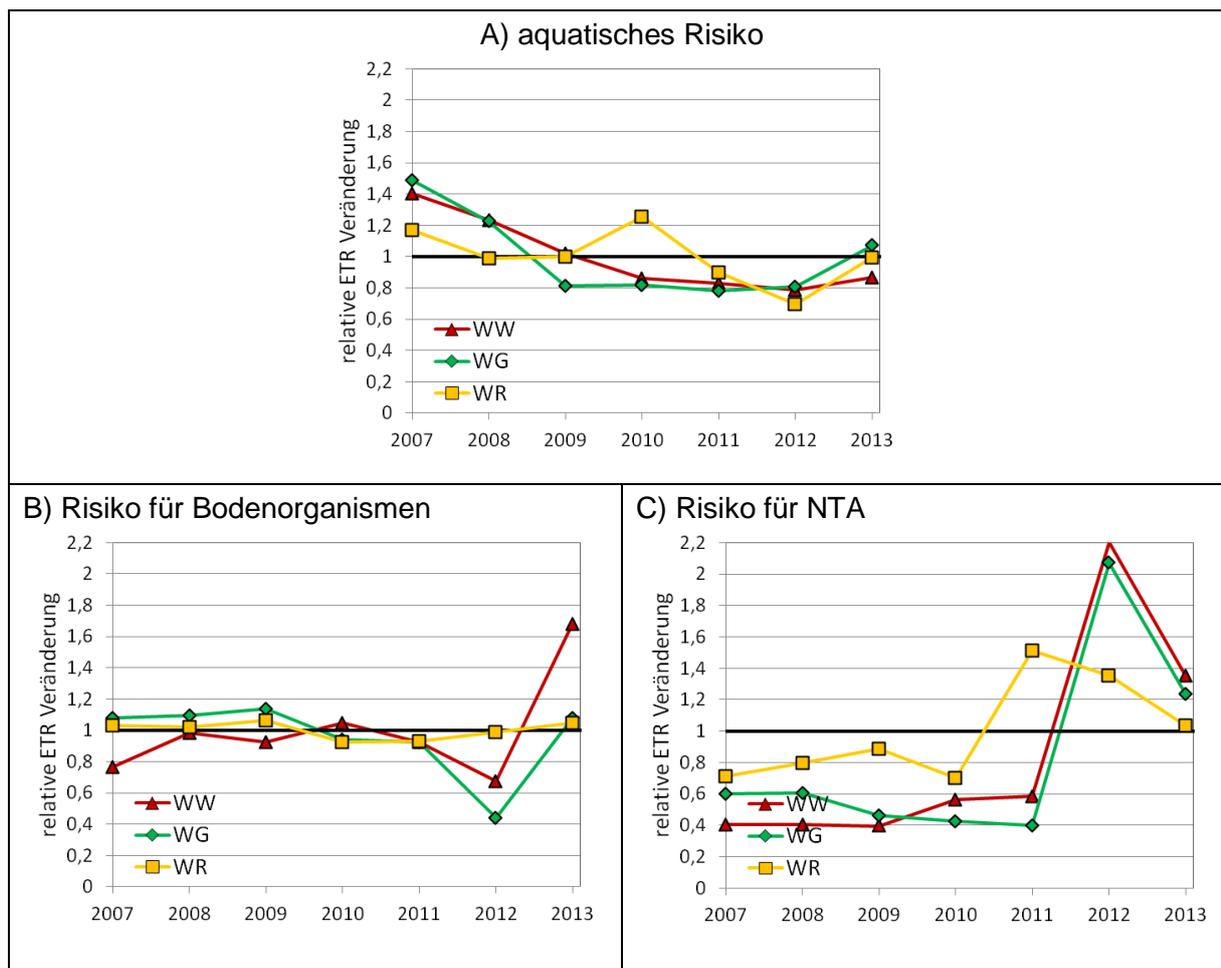


Abb. 13: Trend des aquatischen Organismen (A), des Risikos für Bodenorganismen (B), und Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (C) in Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

Aus Abbildung 13 ist ersichtlich, dass das aquatische Risiko bezogen auf den Gesamtzeitraum in allen Anbaukulturen von 2007 bis 2012 um mehr als 19 % abnahm (WW: 21,5%, WG: 19,0% und Raps: 30,1). Beim Winterweizen blieb diese Abnahme auch in 2013 erhalten mit 14% annähernd erhalten. Dagegen steigt das aquatische Risiko von Wintergerste und Winterraps in 2013 deutlich an. Beim Winterraps lag der aquatische Risikowert in 2013 um 29 % höher und erreichte annähernd den Mittelwert 1 des Gesamtzeitraums. Bei der Wintergerste betrug die relative Zunahme in 2013 sogar 26 %. Dies entsprach einer Zunahme von 7% im Vergleich zum Mittelwert des Gesamtzeitraums.

Für die aquatischen Organismen konnten insgesamt 13 Wirkstoffe identifiziert werden, die auf einem Flächenanteil > 1 % Risikowerte für Bodenorganismen im mittleren Risikobereich (ETR>1) aufwiesen. Dabei handelte es sich um die Herbizide Bifenox, Diflufenican, Dimethachlor, Flufenacet, Flurtamone, Isoproturon, Mesosulfuron-methyl, Metazachlo, Metsulfuron und Pendimethalin und um die Insektizide Bifenthrin, Esfenvalerat und lambda-Cyhalothrin. Die Risikoabnahme für die aquatischen Organismen über den Zeitraum 2007

bis 2013 beim Winterweizen und der Wintergerste kann zum Teil mit einer Reduktion der Diflufenicam- und Flufenacet-Anwendungen erklärt werden. Der Trend des aquatischen Risikos beim Raps wird zum Teil durch die Variation der Anwendungen von Metazachlor bestimmt.

Der Risikotrend für Bodenorganismen variierte beim Winterraps über den gesamten Zeitraum nur geringfügig um den Mittelwert von 1. Beim Winterweizen und bei der Wintergerste nahm der relative Risikoindex bis 2012 um 33 % bzw. 56 % ab, stieg dann jedoch in beiden Kulturen im Jahr 2013 wieder an. In 2013 lag der relative Risikoindex bei der Wintergerste 10% und beim Winterweizen sogar 68 % über dem Mittelwert des Gesamtzeitraums.

In Tabelle 47 sind alle Wirkstoffe zusammengefasst, die auf einem Flächenanteil > 1 % Risikowerte für Bodenorganismen im mittleren Risikobereich (ETR>0.1) aufwiesen. Beim Winterweizen und bei der Wintergerste war das nur der Wirkstoff Dimethoat und für Winterweizen zusätzlich Prochloraz in 2013. Im Raps erreicht nur der Wirkstoff Clothianidin im Jahr 2013 Risikowerte mit ETR>1.

Im Winterweizen kann der Trendverlauf des relativen Risikos in Zusammenhang mit den Dimethoat-Anwendungen gebracht werden. In den Jahren 2010 und 2013 betrug der Anteil der Flächen, die durch Dimethoat-Anwendungen einen Risikowert von ETR>1 überschritten, mehr als 6 %. In den Jahren 2007 bis 2009 und in 2012, als die relativen Risikowerte niedrig waren, betrug dieser Anteil weniger als 3,7 %. Für Wintergerste konnte solch ein Zusammenhang nicht dargestellt werden, da hier die Trendschwankungen durch Wirkstoffe hervorgerufen wurden, die einen Anteil mit ETR>1 auf einer Fläche kleiner als 1 % hatten. Da im Winterraps die relativen Risikowerte geringfügig um den Mittelwert variierten, wurden hier keine Zusammenhänge mit einer Veränderung des angewandten Wirkstoffspektrums erwartet.

Tab. 47: Wirkstoffe, die Risikowerte für Bodenorganismen im mittleren Risikobereich (ETR>0.1) auf einem Flächenanteil >1% deutschlandweit verursachen. Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

	Jahr	Wirkstoff	PSM Gruppe	Anteil der Flächen mit ETR>0.1	Anzahl der Applikationsmuster gesamt	Anzahl der Applikationsmuster mit ETR>0.1	Anteil der Applikationsmuster mit ETR>0.1	Mittlere Dosis
WW	2009	Dimethoat	AI	3,94	226	12	5,31	190,0
	2010	Dimethoat	AI	6,47	246	19	7,72	212,6
	2011	Dimethoat	AI	3,68	244	11	4,51	258,2
	2012	Dimethoat	AI	3,78	230	10	4,35	161,7
	2013	Dimethoat	AI	6,2	257	20	7,78	205,4
		Prochloraz	F	1,1	257	13	5,06	329,6
WG	2009	Dimethoat	AI	1,3	177	3	1,69	200,0
	2012	Dimethoat	AI	1,27	167	3	1,8	253,3
	2013	Dimethoat	AI	1,44	178	3	1,69	280,0
WR	2013	Clothianidin	I	1,21	177	3	1,69	400,0

Auch die Risikoindizes für Nichtzielorganismen zeigten für die 3 Kulturen unterschiedliche Trends. Beim Winterraps konnte in 2011 ein Anstieg des Risikos für Nichtzielarthropoden um mehr als 80% (51 % bezogen auf den Gesamtzeitraum) beobachtet werden, der dann in den darauffolgenden Jahren abnahm und in 2013 wieder annähernd den Mittelwert des Gesamtzeitraums erreichte. Der relative Risikotrend beim Winterweizen und bei der Wintergerste war im Zeitraum von 2007 bis 2011 relativ konstant und schwankte zwischen Werten von -40 % bis -60%. In 2012 nahm der relative Risikowert für Nichtzielorganismen beim Winterweizen auf einen Wert von 220% und bei der Wintergerste auf 207 % zu. Im Jahr 2013 nahm das Risiko dann wieder auf Werte von 149 % und 135 % ab (49% und 35 % über dem Mittelwert des Gesamtzeitraums).

Diese starke Zunahme in 2012 und 2013 beruhte überwiegend auf der erstmaligen Anwendung des Fungizids Fluxapyroxad. In Tabelle 47 sind alle Wirkstoffe zusammengefasst, die auf einem Flächenanteil > 1 % Risikowerte im mittleren Risikobereich (ETR>0.1) aufweisen. Für die Nichtzielarthropoden in allen 3 Kulturen waren das die 4 Wirkstoffe alpha-Cypermethrin, gamma-Cyhalothrin, Fluxapyroxad und, tau-Fluvalinat. Sowohl beim Winterweizen als auch bei der Wintergerste ist Fluxapyroxad mit einem Flächenanteil > 9 % in 2012 und >6 % in 2013 der Wirkstoff, der das Risikopotential für Nichtzielorganismen dominierte und den starken Anstieg in diesen beiden Jahren verursachte. Der Anteil der Applikationsmuster mit ETR> 0,1 variierte dabei zwischen 14 % und 20 %.

Der Anstieg des relativen Risikopotentials für Nichtzielarthropoden beim Raps in 2011 wurde durch die häufigere Anwendung von alpha-Cypermethrin und tau-Fluvalinat hervorgerufen. In den Jahren 2012 und 2013 ging der Anteil der Applikationsmuster mit ETR> 0,1 für die beiden Wirkstoffe wieder deutlich zurück, was den Abfall der Trendkurve in diesen beiden Jahren erklärt.

Tab. 48: Wirkstoffe, die Risikowerte für Nichtzielarthropoden im mittleren Risikobereich (ETR>0.1) auf einem Flächenanteil >1% deutschlandweit verursachen. Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

Jahr	Wirkstoff	PSM Gruppe	Anteil der Flächen mit ETR>0.1	Anzahl der Applikationsmuster gesamt	Anzahl der Applikationsmuster mit ETR>0.1	Anteil der Applikationsmuster mit ETR>0.1	Mittlere Dosis
2007	alpha-Cypermethrin	I	1,83	179	21	11,73	9,4
2008	alpha-Cypermethrin	I	2,39	204	25	12,25	10,6
2009	alpha-Cypermethrin	I	1,11	226	14	6,19	10,0
2010	alpha-Cypermethrin	I	2,3	246	21	8,54	11,2
WW 2011	alpha-Cypermethrin	I	2,23	244	22	9,02	11,5
	gamma-Cyhalothrin	I	1,29	244	2	0,82	4,8
	Fluxapyroxad	F	9,05	230	40	17,39	80,4
2012	gamma-Cyhalothrin	I	4,9	230	8	3,48	4,8
	alpha-Cypermethrin	I	2,18	230	23	10	10,7
2013	Fluxapyroxad	F	7,73	257	50	19,46	80,7

Jahr	Wirkstoff	PSM Gruppe	Anteil der	Anzahl der	Anzahl der	Anteil der	Mittlere Dosis
			Flächen mit ETR>0.1	Applikationsmuster-gesamt	Applikationsmuster mit ETR>0.1	Applikationsmuster mit ETR>0.1	
WG	2012 Fluxapyroxad	F	9,61	167	31	18,56	82,7
	tau-Fluvalinat	I	1,45	167	2	1,2	48,0
	2013 Fluxapyroxad	F	6,09	178	25	14,04	93,0
2007	alpha-Cypermethrin	I	7,98	137	54	39,42	9,6
2008	alpha-Cypermethrin	I	10,36	143	47	32,87	10,0
2009	alpha-Cypermethrin	I	7,24	154	44	28,57	9,9
2009	tau-Fluvalinat	I	5,76	154	5	3,25	40,8
2010	alpha-Cypermethrin	I	5,93	168	47	27,98	10,0
	tau-Fluvalinat	I	2,12	168	6	3,57	48,0
WR	alpha-Cypermethrin	I	9,28	166	68	40,96	10,1
	2011 tau-Fluvalinat	I	7	166	19	11,45	43,6
	gamma-Cyhalothrin	I	3,92	166	3	1,81	4,8
	alpha-Cypermethrin	I	9,52	175	72	41,14	9,9
	2012 tau-Fluvalinat	I	5,49	175	13	7,43	49,7
	gamma-Cyhalothrin	I	3,69	175	4	2,29	4,8
	tau-Fluvalinat	I	6,55	177	18	10,17	48,0
2013	alpha-Cypermethrin	I	5,12	177	50	28,25	10,0
	gamma-Cyhalothrin	I	1,54	177	3	1,69	4,8

7.3 Diskussion der Risikoanalyse

Die hier vorgestellte Risikoanalyse basiert auf einer zufälligen räumlichen Verteilung der Anbaukulturen und der erhobenen Applikationsmuster. Dadurch wurde gewährleistet, dass die einzelnen Applikationsmuster mit einer großen Bandbreite realer Umweltbedingungen berechnet wurden. Dabei konnte 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.

Eine weitere methodische Schwachstelle von SYNOPSIS-GIS ist, dass bei einer zufälligen Verteilung der Applikationsmuster möglicherweise Anwendungsstrategien auf Flächen in Gewässernähe verteilt werden, die für gewässerferne Flächen 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 Auflagen würde sich eine Anwendung von Applikationsmustern für gewässerferne Flächen in Gewässernähe stärker auf das Risiko auswirken.

8. Zusammenfassung

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

Von 2007 bis 2013 wurden insgesamt ca. 65.000 Datensätze zusammengetragen und ausgewertet. Im Jahr 2013 wurden im Ackerbau die Pflanzenschutzmaßnahmen in 89 Betrieben mit insgesamt 822 Feldern (vorrangig Winterweizen, Wintergerste und Winterraps) analysiert – außerdem im Freilandgemüsebau in 25 Betrieben mit 59 Feldern (Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln), im Obstbau (Tafelapfel) in 20 Betrieben mit 60 Anlagen, im Weinbau in 9 Betrieben mit 27 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 2013 z. B. folgende BI berechnet: für Winterweizen 5,8, für Wintergerste 4,2, und für Winterraps 6,4. 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 BI 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 7 Jahre um 29 %, 41 % bzw. 56 %. Bei Insektiziden wurde die maximal mögliche Aufwandmenge selten reduziert. Echte Teilflächenapplikationen machten im Ackerbau nur ca. 3 % aller Maßnahmen aus.

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 PSM-Anwendungen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lagen im Durchschnitt der 7 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 97 % und im Hopfenbau bei 93 %. Einsparungspotentiale zeigten sich zum Beispiel bei Insektizidanwendungen in den 3 Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps.

Folgende Einflussfaktoren auf die BI wurden insbesondere für die Ackerbaukulturen analysiert: Schlaggröße und Betriebsgröße, Ackerzahl, Ertrag, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Aussattermin, Resistenzeigenschaften der Sorte und genutzte Entscheidungshilfen. Außerdem wurden die Kosten der PSM-Anwendungen ermittelt. Berechnungen des aquatischen Risikopotentials der Anwendung von PSM in den Vergleichsbetrieben mit dem Indikator-Modell SYNOPS-GIS ergaben eine leichte Abnahme

des Risikopotentials für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bezogen auf den Mittelwert des Erhebungszeitraumes 2007 bis 2013. Die berechneten Risikowerte für Bodenorganismen und Nichtzielarthropoden zeigten keinen entsprechenden Trend, einzelne höhere Werte in den letzten beiden Jahren standen mit der Anwendung bestimmter PSM 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.

From 2007 to 2013, 65,000 data sets were investigated. In 2013, pesticide treatments in 822 fields (mainly winter wheat, winter barley and winter oilseed rape) on 89 arable cropping farms, 59 fields on 25 vegetable producing farms (cabbage, carrots, asparagus or onion), 60 apple orchards on 20 fruit farms, 27 vineyards on 9 viticulture farms, and 18 hop yards on 6 hop farms could be analyzed. All data and assessments were checked for plausibility and entered in an Oracle database.

Following mean TFI scores were calculated for 2007 to 2013: winter wheat – 5.8, winter barley – 4.2, winter oilseed rape – 6.4. The differences between the mean TFI scores of the years were relatively low, for both overall and in the individual pesticide group. Mostly, no tendencies were observed. However, the TFI scores slightly increased in winter oilseed rape. There were remarkable differences in TFI scores between regions and, particularly, from field to field. 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), 41 % (fungicides) and 56 % (growth regulators), calculated as the mean across all 7 years. In contrast, insecticides were used at the full authorized dose. Only about 3 % of all treatment measures in arable cropping were partial field treatments.

The evaluations of treatments regarding necessary minimum by plant protection services professionals showed that specific regional pest occurrence-related conditions influenced pesticide use. The actual percentage pesticide treatment relative to the necessary minimum was 89 % in winter wheat, 90 % in winter barley, 87 % in winter oilseed rape, 90 % in field vegetables, 94 % in apples, 97 % in viticulture, and 93 % in hops (means of the 7 years). The assessments indicated reduction potentials, for example, for insecticide use in cereals and winter oilseed rape.

The following factors were evaluated for effect on the treatment index, particularly in arable farming: field and farm size, soil quality, yield, previous crop, tillage, sowing date, variety

resistance to fungal diseases, and decision-making aids used. The costs of pesticide treatments were also investigated.

Assessments of the aquatic risk potential of pesticide use with the indicator model SYNOPSIS-GIS showed a slight decrease of the risk values for winter wheat, winter barley and winter oilseed rape related to the average risk of experimental period 2007 to 2013. The calculated risk values for soil organisms and non-target arthropods did not show a related tendency. Different higher values in the last two years corresponded to the use of specific pesticides.

The Reference Farms Network data yield important conclusions regarding integrated plant protection and for the use of indicator "Compliance with necessary minimum" in National Action Plan on Sustainable Use of Plant Protection Products.

10. Danksagung

Der erfolgreiche Betrieb des Netzes Vergleichsbetriebe seit dem Jahr 2007 war nur möglich durch die intensive Mitwirkung der Länder. Den Pflanzenschutzdiensten der Länder sind wir für die konstruktive Zusammenarbeit zu besonderem Dank verpflichtet. Weiterhin danken wir den vielen Praktikern für ihre Mitwirkung und nicht zuletzt dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft für die finanzielle Unterstützung des Projektes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz.

11. Literaturverzeichnis

- AdV. 2003: ATKIS Amtliches Topographisch - Kartographisches Informationssystem, Objektartenkatalog Basis-DLM, Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen, <http://www.atkis.de>
- 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, 2011: Arbeitstagung Projektgruppe Raps der DPG. 22.02.-23.02.11, Braunschweig.
- Anonymus, 2013: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-75.
- Anonymus, 2014: Beschreibende Sortenliste 2014. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Bundessortenamt Hannover.
- Beyer, N. 2011: Analyse der Kosten der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Winterweizen auf der Grundlage der Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007-2009. B.Sc.-Arbeit, HU Berlin, 1-62.
- BGR 1995: Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000), http://www.bgr.bund.de/cln_092/nn_325378/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/
- BKG 2005: DGM-Deutschland / Digitales Geländemodell Bundesrepublik Deutschland 25 x 25, <http://www.bkg.bund.de/>

- Brand, R.; 2010: Untersuchungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Winterraps auf der Grundlage des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung von Insektiziden. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1-96
- 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.
- Burghardt, B., 2009: Untersuchungen zum Einfluss der Sorte auf die Intensität der Fungizidanwendungen im Winterweizen auf der Grundlage von Daten des Netzes Vergleichsbetriebe. B.Sc.-Arbeit, HU Halle, 1-59.
- 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.; Brand, R., 2010: Nicht intensiver als nötig. DLG-Mitteilungen 1/2011, 50-51.
- 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
- 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.
- Hinz, S., 2011: Untersuchungen zum Einfluss der Sortenwahl bezüglich der Resistenzeigenschaften auf die Intensität der Fungizidanwendungen in Wintergerste auf Grundlage dreijähriger Daten aus der Praxis. B.Sc.-Arbeit, HU Berlin, 1-73.
- KAMRATH, K.; FREIER, B.; BEYER, N.: Analyse der Kosten für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Winterweizen und Winterraps auf der Grundlage des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz 2007 bis 2010. J. Kulturpflanzen 64 (2012), 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.
- Roßberg, D., 2004: NEPTUN 2004 – Erhebungen der tatsächlichen Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Weinbau. Berichte BBA 124, 1-17.
- Roßberg, D.; 2008: Definition der Erhebungsregionen Ackerbau. Arbeitsdokument JKI. Schriftliche Mitteilung vom 07.04.2008.
- Roßberg, D.; 2009a: NEPTUN 2007 – Obstbau. Berichte JKI 147, 1-71.

- Roßberg, D.; 2009b: NEPTUN 2009 – Weinbau. Berichte JKI 151, 1-18.
- Roßberg, D., 2010a: NEPTUN 2009 – Gemüsebau. Berichte JKI 153, 1-72.
- Roßberg, D., 2010b: NEPTUN 2009 – Zuckerrübe. Berichte JKI 152, 1-45.
- Roßberg, D.; Gutsche, V.; Enzian, S.; Wick, M.; 2002: NEPTUN 2000 – Erhebungen von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. Berichte BBA 98, 1-27.
- Roßberg, D.; Michel, V.; Graf, R.; Neukampf, R.; 2007: Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutz-dienstes 59, 155-161.
- Roßberg D.; E.Ladewig; P. Lukashyk;2008: NEPTUN 2007 – Zuckerrüben. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut, Heft 145, 1-44
- Sattler, C.; Kächele, H.; Verch, G., 2007: Assessing the intensity of pesticide use in agriculture. Agric. Ecosyst. Environ. 119, 299-304.
- Schirbaum-Schickler, C., Ulber, B., 2003: Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf den Rapsdflöhbefall von Winterraps und den Schlupf der Jungkäfer. Raps – Fachzeitschrift für Anbauer von Öl- und Eiweißpflanzen 19, 122-125.
- Schulz, R., 2011: Auswertung einer deutschlandweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Möhrenanbau. B.Sc.-Arbeit, Beuth HS Berlin, 1-37.
- Seidel, C.: Analyse der Nutzung von Entscheidungshilfen und deren Einfluss auf die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau auf der Grundlage der Daten aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Diplomarbeit, MLU Halle/S., 1-95.
- Strassemeyer & Gutsche 2010 The approach of the German pesticide risk indicator SYNOPSIS 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
- Valentin-Morison, M., Meynard, J.-M., Dore, T., 2007: Effects of crop management and surrounding field environment on insect incidence in organic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Crop Protection 26, 1108-1120.

12. Anlagen

Anlage 1: Betriebsdatenblatt (Beispiel)

Erhebungsregion:	1002	Jahr:	2012
Bundesland:	NN	Betriebs-Nr.:	
Ansprechpartner Land	Herr Mustermann		
Adresse:	Musterstraße 32, Musterhausen		
Telefonnummer:	0000/00000000		
email:			
Gesamtgröße der bewirtschafteten Fläche des Betriebes:	590		
Teilnahme an regionalen Programmen, z. B. Vertragsanbau:	Ganzpflanzensilage Biogasanlage (20ha)		
Informationen zur Vermarktung der Hauptkulturen:	Vermarktung nach dem höchsten Preis, Abstimmung mit dem Handel		
Winterweizen	E.-B- u. A-Weizen		
Winterroggen	Futter		
Winterraps:	Oel, Futter		

„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 153, 2010: NEPTUN 2009 – Gemüsebau. Dietmar Roßberg, 72 S.
- Heft 154, 2010: Bewertung der Resistenz von Getreidesortimenten: Planung und Auswertung der Versuche mit Hilfe der SAS-Anwendung RESI 2. Eckard Moll, Kerstin Flath, Ines Tessenow, 109 S.
- Heft 155, 2010: Biofumigation als Pflanzenschutzverfahren: Chancen und Grenzen. Beiträge des Fachgesprächs vom 5. Mai 2010 in Bonn-Roleber. Bearbeitet von: Johannes Hallmann, Johannes Keßler, Rita Grosch, Michaela Schlathölter, Florian Rau, Wolfgang Schütze, Matthias Daub, 102 S.
- Heft 156, 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2009. Bearbeitet von: Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Marga Jahn, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach. Unter Mitwirkung von: Anita Herzer, Merle Sellenriek, Rene Brand, Benita Burghardt, Christiane Seidel, Florian Kluge, Ute Müller, Christina Wagner, Christoph Hoffmann und den Pflanzenschutzdiensten der Länder, 83 S.
- Heft 157, 2010: Drittes Nachwuchswissenschaftlerforum 2010; 23. - 25. November in Quedlinburg - Abstracts , 47 S.
- Heft 158, 2010: 14. Fachgespräch: „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze“. Phosphonate. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, 34 S.
- Heft 159, 2011: Handbuch. Berechnung der Stickstoff-Bilanz für die Landwirtschaft in Deutschland, Jahre 1990 – 2008. Martin Bach, Frauke Godlinski, Jörg-Michael Greef, 28 S.
- Heft 160, 2011: Die Version 2 von FELD_VA II und Bemerkungen zur Serienanalyse. Eckard Moll, 34 S.
- Heft 161, 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2010 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2010. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Marga Jahn, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 86 S.
- Heft 162, 2011: Viertes Nachwuchswissenschaftlerforum 2011 - Abstracts - , 62 S.
- Heft 163, 2012: Bewertung und Verbesserung der Biodiversität leistungsfähiger Nutzungssysteme in Ackerbaugebieten unter Nutzung von Indikatorvogelarten. Jörg Hoffmann, Gert Berger, Ina Wiegand, Udo Wittchen, Holger Pfeffer, Joachim Kiesel, Franco Ehlert, 215 S. , Ill., zahlr. graph. Darst.
- Heft 164, 2012: Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“ Berlin-Dahlem, 1. Dezember 2011. Bearbeitet von Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 102 S.
- Heft 165, 2012: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – Bericht 2008 bis 2011. Bernd Hommel, 162 S.
- Heft 166, 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2011 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Eckard Moll, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 104 S.
- Heft 167, 2012: Fünftes Nachwuchswissenschaftlerforum 2012, 4. - 6. Dezember in Quedlinburg, 50 S.
- Heft 168, 2013: Untersuchungen zur Bildung von Furocumarinen 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.

